

جغرافية النبات والحيوان

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
الثانية (السويداء)

جغرافية النبات والحيوان
(الجغرافية الحيوية)

الدكتور
ناظم أنيس عيسى
أستاذ في قسم الجغرافية
كلية الآداب والعلوم الإنسانية

الدكتورة
تهاني ياسين مخلوف
أستاذ مساعد في قسم الجغرافية
كلية الآداب والعلوم الإنسانية الثانية

جامعة دمشق

١٤٤١ . ١٤٤٢ هـ
٢٠٢٠ . ٢٠٢١ م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

العنوان	رقم الصفحة
مقدمة	٩
الباب الأول	١١
الفصل الأول المدخل لدراسة الجغرافية الحيوية	١٣
أولاً . مفهوم الجغرافية الحيوية ومحتواها	١٣
ثانياً . تطور الجغرافية الحيوية	١٦
ثالثاً . مراحل تطور الجغرافية الحيوية	١٨
رابعاً . ميدان الجغرافية الحيوية	٣٩
خامساً . وظيفة الجغرافية الحيوية	٤٠
سادساً . أهمية الجغرافية الحيوية	٤١
سابعاً . علاقة الجغرافية الحيوية بالعلوم الأخرى	٤٣
الفصل الثاني المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي	٤٧
أولاً . مفهوم المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي)	٤٧
ثانياً . نشأة المحيط الحيوي وتطوره	٥١
ثالثاً . نظريات تفسير نشأة المحيط الحيوي	٥٣
رابعاً . الأحياء على سطح الأرض وتطورها	٥٩
خامساً . البيئة الحيوية والنظام البيئي	٦٧
سادساً . الكمون أو السكون عند النبات والسبات أو البيات عند الحيوان	٨٤
سابعاً . الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (البيوجيوكيميائية)	٨٥
الفصل الثالث مجالات الجغرافية الحيوية	٨٧
أولاً . المجال الحيوي المائي (المجال المحيطي)	٨٨
ثانياً . المجال الحيوي الجوي (المجال الغازي)	٩٨
ثالثاً . المجال الحيوي الصخري (المجال الأرضي)	٩٨
الفصل الرابع العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض	١٠٣
أولاً . العوامل التاريخية والجيولوجية	١٠٣
ثانياً . العوامل الجغرافية الطبيعية (البيئية)	١١١

ثالثاً . العوامل التشريحية (الفيزيولوجية) المؤثرة في توزع الكائنات الحية	١٤٩
رابعاً . العوامل الحيوية (البيولوجية) المؤثرة في توزع الكائنات الحية	١٥٠
خامساً . العوامل البشرية المؤثرة في توزع الكائنات الحية	١٧٢
الباب الثاني	١٧٥
الفصل الأول الجغرافية النباتية (الفلورا)	١٧٧
أولاً . مفهوم الجغرافية النباتية	١٧٧
ثانياً . تطور علم الجغرافية النباتية	١٧٨
ثالثاً . التصنيف النباتي ونظم التصنيف النباتي وأقسامه	١٨٢
رابعاً . تصنيف النباتات	١٩٣
خامساً . التسمية العلمية	١٩٩
سادساً . التوزع الجغرافي النباتي وأنماطه	٢٠٠
سابعاً . المجتمع النباتي	٢٠٩
ثامناً . تطور المجتمعات النباتية (التعاقب النباتي)	٢١١
تاسعاً . طرائق دراسة المجتمعات النباتية وصفتها الاجتماعية	٢١٨
عاشراً . الممالك النباتية	٢٢٦
الفصل الثاني الجغرافية الحيوانية (الفاونا)	٢٢٩
أولاً . مفهوم الجغرافية الحيوانية وأهميتها	٢٢٩
ثانياً . تطور علم جغرافية الحيوان	٢٣٠
ثالثاً . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وتوزعها وتصنيفها جغرافياً	٢٣٧
رابعاً. العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الحيوانات	٢٦١
خامساً . الأقاليم الجغرافية الحيوانية	٢٦٦
سادساً . الممالك الحيوانية (مناطق جغرافية حيوانية)	٢٧٦
الباب الثالث	٢٩٣
الفصل الأول الأقاليم الحيوية	٢٩٥
١. مفهوم الإقليم الحيوي	٢٩٥
٢. أسس التقسيم الإقليمي الحيوي	٢٩٦

٣. التركيبة الحيوية للأقاليم الحيوي	٢٩٨
الفصل الثاني إقليم الغابات	٣٠٧
أولاً . إقليم الغابات المدارية الحارة	٣٠٩
١. إقليم الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة)	٣٠٩
٢. إقليم الغابات المدارية الموسمية	٣٣٥
٣. إقليم الغابات الشوكية أو الغابة المدارية الجافة	٣٤٨
ثانياً . إقليم الغابات المعتدلة	٣٥٧
١. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة	٣٥٨
١.١. إقليم غابات البحر المتوسط غرب القارات	٣٥٩
٢.١. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)	٣٩٥
٢. إقليم الغابات المعتدلة الباردة	٤٠١
١.٢. إقليم الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا	٤٠٢
٢.٢. إقليم الغابات المعتدلة النفضية	٤١٢
٣ . إقليم الغابات الجبلية	٤١٨
الفصل الثالث إقليم الحشائش	٤٣٧
١. إقليم الحشائش المدارية (السافانا)	٤٣٨
٢ . إقليم الحشائش المعتدلة	٤٥١
الفصل الرابع إقليم الصحراء	٤٥٧
أولاً . إقليم الصحاري الحارة	٤٦٠
١. الصحاري المدارية الحارة	٤٦٠
٢. إقليم الصحاري المعتدلة	٤٩٤
ثانياً . إقليم الصحاري الباردة	٥٠٣
المراجع	٥٤١

وقل رب زدني علما
Damascus University

بسم الله الرحمن الرحيم

مقـدّمــة:

تتناول الجغرافية الحيوية بالدراسة والتحليل الغلاف الحيوي Biosphere وهو أحد أغلفة الأرض Geosphere، حيث توضح التفاعل بين الغلاف الحيوي والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الصخري. فهي تهتم بدراسة الظاهرات الحية على سطح الكرة الأرضية (النبات الطبيعي والحيوان البري)، وتدرس الإنسان كونه عاملاً مؤثراً بشكل كبير في الغلاف الحيوي ونشاطاته المختلفة سواءٌ أكان تأثيره سلبياً أم إيجابياً، حيث فقدت الأحياء الكثير من موائلها، وتقلصت مساحتها الفعلية بسبب الإنسان.

اهتم علماء البيولوجية بالجغرافية الحيوية إلى جانب اهتمام علماء الجغرافية الطبيعية بها، وهناك فرق في الدراسة الحيوية بين الجغرافية والبيولوجية، فالبيولوجية تبحث في الخصائص التشريحية للأحياء، أما الجغرافية فتهدف إلى تحقيق المنهج الجغرافي في دراسة الظواهر الحية، وصور توزعها الجغرافي، والعوامل المؤثرة فيه.

تُعد الجغرافية الحيوية فرعاً من فروع الجغرافية الطبيعية في منطقة انتقالية بين الجغرافية والبيولوجية، فسماها بعض العلماء بجغرافية الحياة أو جغرافية الكائنات الحية، وفي هذا الكتاب سنعتمد مفهوم الجغرافية الحيوية عملاً بالخطة الدرسية المقررة بجامعتنا. لقد أتى الاهتمام بالجغرافية الحيوية متأخراً على الرغم من أهميتها، ولكن زاد الاهتمام بها اليوم مع ازدياد اهتمام الإنسان في الحفاظ على بيئته، وصيانتها من عوامل التدهور. تدرس الجغرافية الحيوية التوزع المكاني للأحياء (النباتية والحيوانية) في بيئاتها الطبيعية، والعوامل المؤثرة فيها، والتي تؤدي إلى اختلاف أنماطها المكانية.

اعتمد في إعداد الكتاب على المنهج الجغرافي والمراجع العلمية الحديثة، والمصادر العربية والأجنبية التي تهتم بمجال الجغرافية الحيوية، وعلم البيئات النباتية والحيوانية، بغية تحقيق الهدف المنشود إعداده.

يتألف الكتاب من ثلاثة أبواب:

الباب الأول اشتمل على أربعة فصول تطرق على الفصل الأول إلى مفاهيم الجغرافية الحيوية ومحتواها، وتطورها، ووظيفتها، وأهميتها، وعلاقتها بالعلوم الأخرى. واحتوى الفصل الثاني المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي. ودرس الفصل الثالث مجالات الجغرافية الحيوية. وتناول الفصل الرابع العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض، وعلاقة الكائنات الحية بالعوامل البيئية المحيطة، وكذلك العلاقات الحيوية بين الكائنات الحية. أما الباب الثاني خُصص الفصل الأول منه لدراسة الجغرافية النباتية (الفلورا) وأهميتها، وتصنيف الممالك النباتية، والمجتمع النباتي، والأساليب والطرق المتبعة لقياس الغطاء النباتي. وتناول الفصل الثاني الجغرافية الحيوانية وأهميتها، والتقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وخصائصها، وتصنيف الممالك الحيوانية. أما الباب الثالث فجاء الفصل الأول منه ليوضح أسس التقسيم الإقليمي الحيوي، ومفهوم الإقليم الحيوي، في حين تناولت الفصول الثاني والثالث والرابع خصائص الأقاليم الحيوية الغابات بأنواعها، وإقليم الحشائش، والإقليم الصحراوي، وتوزعها الجغرافي والبيئة الحيوية لكل منها، والتعرف على بعض مشكلات الغلاف الحيوي (المحيط الحيوي)، ومدى تأثير الإنسان فيه وعليه.

نأمل أن يكون الكتاب قد غطى جوانب الجغرافية الحيوية المختلفة قدر الإمكان، وأن يكون إضافة جديدة متواضعة للمكتبة العربية. وقد زود الكتاب بمجموعة من الخرائط والرسوم التوضيحية التي اعتمدنا فيها على المراجع المختلفة.

ختاماً نرجو أن يكون عملنا المتواضع قد قدم خدمة للمكتبة العربية، والهدف الذي وضع من أجله، وهو تزويد الطلاب بالمعرفة اللازمة التي تُساعد على فهم الجغرافية الحيوية وفروعها الأساسية، والمهتمين فيها. وأن يكون الكتاب في ثوبه الجديد خطوة موفقه نحو الأفضل لخلق الوعي الحيوي بأهمية المحيط الحيوي والأبعاد البيئية الخطيرة التي تنجم عن تدهوره واستنزافه، ودعماً للجهود التي تُبذل لإنقاذ محيطنا الحيوي مصدر حياتنا، وصمام أمان مستقبلنا.

نسأل الله تعالى التوفيق وعليه قصد السبيل

المؤلفان

الباب الأول

الفصل الأول: المدخل لدراسة الجغرافية الحيوية

الفصل الثاني المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي

الفصل الثالث مجالات الجغرافية الحيوية

الفصل الرابع العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الأول

المدخل لدراسة الجغرافية الحيوية (جغرافية النبات الطبيعي والحيوان البري)

أولاً . مفهوم الجغرافية الحيوية (Bio – Geography) ومحتواها:

تُعد الجغرافية الحيوية فرعاً من فروع الجغرافية الطبيعية (Physical geography)، وهي فرع متفرد كونها تختص بالجانب الحي من عناصر الجغرافية الطبيعية.

تتناول الجغرافية الحيوية بالدراسة والتحليل الأحياء النباتية والحيوانية في بيئاتها الطبيعية، وتُعد فرعاً مميزاً من فروع الجغرافية الطبيعية (Physical geography)، ولكن يحاول البعض أن يفصلها عن الجغرافية الطبيعية منهم على سبيل المثال لا الحصر الباحث ك. بريان (K. Bryar) الذي قال عند مناقشته لمضمون الجغرافية الطبيعية: إن كل عناصر البيئة الطبيعية ما عدا العناصر النباتية والحيوانية، تدخل ضمن نطاق الجغرافية الطبيعية، في حين رأت الباحثة مارغريت أندرسون (M. Anderson١٩٧٢م) عكس هذا الرأي وضمت كل من الإنسان والنبات والحيوان إلى عناصر الجغرافية الحيوية. لذلك تُعد الجغرافية الحيوية أكثر فروع الجغرافية الطبيعية تأثراً بالإنسان وأنشطته المختلفة سواء أكان تأثراً إيجابياً (بناءً) أم سلبياً (هدمياً)، وتُظهر بصمات الإنسان بصورة واضحة فيما أصاب الغلاف الحيوي من تغير وتطور، حيث فُقدت الكثير من الأحياء مناطقها بسبب الإنسان، وتقلصت مساحاتها الفعلية، لتحتل في الوقت الحاضر مساحةً ضئيلة قياساً لما كان.

بعد هذا التمهيد لا بد من أن نتعرف على مفاهيم الجغرافية الحيوية وماهيتها، حيث حاول الكثير من الجغرافيين الطبيعيين أن يضعوا تعريفاً محدداً وواضحاً، وكثيراً ما تختلف وجهات النظر من خلال اختلاف رؤية كل منهم للهدف الذي يسعى لتحقيقه، فبعضهم يوسع مجال الجغرافية الحيوية، وبعضهم يضيق المجال كثيراً ويجعله يقتصر على دراسة وصفية توزيعيه لكل من الغطاء النباتي الطبيعي والحيوان البري على سطح الأرض.

فالباحث **بيردانصروه** (Pierre Dansereau) ١٩٥٩م، يرى أن الجغرافية الحيوية هي (دراسة لأصل الفصائل النباتية والحيوانية وتوزعها الجغرافي وتأقلمها مع بيئتها الطبيعية).

وعليه تصبح مهمة الجغرافية الحيوية تحديد وتبيان العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها، وآلية هذه العلاقة، بما يؤثر في التوزع الجغرافي للأحياء وخصائصها وتطورها.

ولا يختلف **باري كوكس** (Barry Cox) ١٩٧٦م وزملائه كثيراً عن رأي بيردانصروه إذ يرون أن الجغرافية الحيوية هي: (دراسة أصل الكائنات الحية على سطح الأرض، ودراسة تطورها، وتوزعها وتأقلمها على المستوى المكاني والزمني في بيئة طبيعية ما). وهي دراسة يحاول من خلالها علماء البيئة والجغرافية الطبيعية أن يكتشفوا العوامل البيئية التي تحدد التوزع الجغرافي للأحياء النباتية والحيوانية وخصائصها.

بينما يرى **ج. ليمي** (G. Lemee) ١٩٦٧م أن الجغرافية الحيوية هي: (علم توزعات الأحياء مع أسباب هذه التوزعات وتعديلاتها، والتي ترتبط بكل من علم الجغرافية، وعلم الأحياء)، فحسب رأي ليمي يحاول علم الجغرافية الوصول إلى العلاقات الموجودة بين المجتمعات النباتية والمجتمعات الحيوانية، والظواهر والعمليات التي تحدث في البيئة الجغرافية.

في حين يرى **ديفيد واتس** (D. Watts) ١٩٧١م أن الجغرافية الحيوية هي التي تبحث في أنماط أشكال الحياة المختلفة على سطح الكرة الأرضية ومجالاتها الحيوية، كما تهتم الجغرافية الحيوية بالآلية التي تنظم بها الأحياء نفسها داخل مجموعات حيوية مميزة.

هذا يعنى أن الجغرافية الحيوية تقوّم تحديات البيئة ومدى استجابات الكائنات الحية النباتية والحيوانية لهذا التحدي. كما تهتم بوجهٍ خاص بتأثير التغير البيئي الذي يمكن أن يعدل بشكل واضح كل العلاقات العضوية خلال فترة زمنية محددة، إضافة إلى ذلك يهتم علماء البيئة والجغرافية بتحليل ظاهرة تواجد أنواع معينة من الأحياء في بعض البيئات واختفائها في بيئات أخرى. وذهبت **مارغريت اندرسون** (M. Anderson) ١٩٧٢م، في كتابها (جغرافية الأحياء) أبعد من ذلك في تعريفها للجغرافية الحيوية، فهي: (ليست فقط دراسة توزع النبات الطبيعي والحيوان البري على سطح الأرض، إنما أيضاً دراسة تأثير هذا التوزع في الإنسان وتأثير الإنسان فيه، ودراسة العلاقة الحيوية بين الإنسان وكل ما يحيط به من عناصر بيئته الحية وغير الحية). فالإنسان شأنه شأن جميع الكائنات الحية الأخرى التي تخضع لقوانين علم الأحياء وقوانين الطبيعة. أما **هنري روبنسون** (H. Robinson) ١٩٧٢م، فيرى: (أن الجغرافيين الطبيعيين كانوا يركزون في دراستهم للجغرافية الحيوية ولمدة طويلة على الدراسة الوصفية لأنماط النباتات

الطبيعية والحيوانات البرية وتوزع هذه الأنماط ورسم خرائطها بصورة عامة، وكانوا يفصلون بين جغرافية النبات (Phytogeography)، وجغرافية الحيوان (Zoogeography)، ولكن البيوجغرافيين يتبنون الآن منهج النظم البيئية كأساس لدراستهم)، وهو منهج يتماشى ولا شك مع المفهوم الحديث والمتطور للجغرافية القائم على الربط والتحليل والتعليل ثم التقييم للظاهرات الجغرافية المختلفة، فالأحياء النباتية والحيوانية كظاهرة جغرافية حيوية يجب أن تخضع عند دراستها لهذا الأسلوب العلمي السليم وصولاً إلى المعرفة الكاملة لطبيعة هذه الأحياء وقيمتها البيئية والاقتصادية بما يحقق الهدف من الدراسات الجغرافية، والذي يربط بين الجغرافية والأسلوب العلمي العقلاني لاستغلال موارد البيئة الحيوية بهدف صيانتها والمحافظة عليها وتحقيق التوازن البيئي الذي هو سر استمرار الحياة على سطح الأرض دون مشكلات بيئية .

وعليه فإن الجغرافية الحيوية علم يهتم بدراسة الغلاف الحيوي (Bio Sphere) حيث تضم الأبحاث المتعلقة بالجغرافية الحيوية فرعين رئيسين هما الجغرافية النباتية (Phytogeography) وجغرافية الحيوان (Zoogeography)، وهكذا فإن هذا العلم يتفرع إلى ثلاثة اتجاهات رئيسة هي: الاتجاه الأول علم توزع الأنواع (Corology) حيث يبحث في توزع النوع (Species)، والجنس (Genus)، والعائلة (الفصيلة) (Family) للكائنات الحية بالإضافة إلى المنطقة الجغرافية التي تحتلها ضمن الأقاليم النباتية والحيوانية. أما الاتجاه الثاني علم البيئة (Ecology) فإنه يهتم بدراسة مختلف العلاقات بين الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه، وكذلك علاقة الأحياء بعضها مع بعض، والتأثير المتبادل بين الأحياء والوسط الطبيعي الذي تعيش فيه، أما الاتجاه الثالث علم المجموعات الحيوية (Biocenology) يهتم بدراسة المجموعات النباتية والحيوانية بمختلف أشكالها، وتنظيمها، وتراكيبها التصنيفية، وهكذا فإنه بإمكاننا القول: بأن الجغرافية الحيوية هي علم يدرس توزع الكائنات الحية، وكيفية توسيع الكائنات الحية لمناطقها أو انكماش هذه المناطق، كذلك تدرس الجغرافية الحيوية الظروف البيئية، وتأثيرها في الكائنات الحية حيث يؤدي ذلك إلى انتظامها في مجتمعات تُشكل جزء من الغطاء الجغرافي الطبيعي للأرض .

ختاماً نخلص من هذا العرض لبعض وجهات النظر العلمية المختلفة حول مفهوم الجغرافية الحيوية وماهيتها بأنها:

(دراسة للأحياء في بيئاتها الطبيعية من توزع وتحليل وتقييم بما يُفسر طبيعة العلاقة المتداخلة والمتفاعلة بين الأحياء وبيئاتها، ويحاول العلماء بذلك أن يعرفوا عن الأحياء، متى؟ ولماذا؟

وكيف؟ إلى جانب أين تتواجد؟). فاتفق معظم البيوجغرافيون والبيولوجيين على تعريف الجغرافية الحيوية Biogeography بأنها دراسة توزع الأنواع والأجناس والفصائل النباتية والحيوانية، وبحث أسباب تفاوت هذا التوزع على مستوى المكان واختلافه وتطوره عبر الزمان، والعوامل التي جعلت توزع الحيوانات والنباتات على ما هي عليه.

وبمعنى آخر هي: دراسة ايكولوجية للمحيط الحيوي، ومن ثم يتعين على دارس الجغرافية الحيوية أن يهتم بالكشف عن الكيفية التي تستجيب بها الأحياء للعوامل البيئية، وأثر هذه العوامل في إكساب الأحياء خصائص معينة، وتوزع جغرافي معين، كما يهتم بتوضيح دور التدخل البشري الذي بدأ يتعاظم لاسيما منذ النصف الثاني من القرن العشرين في إحداث الكثير من التغيرات الحيوية، التي أحدثت الكثير من التدمير والتدهور للمحيط الحيوي، حتى أصبحت صيانة المحيط الحيوي هدفاً استراتيجياً للمجتمع الدولي خلال القرن الحادي والعشرين.

ثانياً . تطور الجغرافية الحيوية:

لقد أثرت العلوم الحيوية ودراستها العميقة في مجال النبات الطبيعي Natural Vegetation، والحيوانات البرية Wild Animals في تهيئة وتبلور الجغرافية الحيوية.

فبعد أن جمع علماء الطبيعة في رحلاتهم الاستكشافية معلومات واسعة تتعلق بعلوم الأرض، وملاحظة النباتات الطبيعية والحيوانات البرية، وتميزها من خلال الظواهر الطبيعية مع الفروق الحيوية واختلاف التوزع لهذه الأنواع، أدت إلى معرفة التعليل وراء هذا الاختلاف فبرزت فكرتان أساسيتان هما : التأقلم Adaptation والاصطفاء الطبيعي (الانتخاب الطبيعي) Natural Selection، مرتبطان ببعضهم فالتأقلم يعني تأقلم الكائنات الحية مع ظروف بيئتها التي تعيش فيها، أما الاصطفاء الطبيعي فيعود إلى التأقلم، حيث أن التأقلم يأتي من الكائنات الأكثر تكيفاً مع بيئاتها على قيد الحياة، وأطلق على هذه العملية البقاء للأصلح .

لم تأخذ الجغرافية الحيوية مكانتها العلمية والعملية إلا منذ وقت قريب، ويرجع تأخر الجغرافية الحيوية فترة طويلة من الزمن إلى **عدة أسباب منها:**

١) محتوى الجغرافية الحيوية ومفهومها في الماضي، إذ كان الجغرافيون الأوائل يدرسون الجغرافية الحيوية من خلال دراسات وفروع علمية أخرى مثل الجيولوجيا، والتاريخ، والطب، وغيرها ...

٢) عدم وجود من يهتم بعلم الحياة، وعلاقته بعلم الجغرافية، عدا قلة ضئيلة من الجغرافيين وعلى رأسهم الباحثة البريطانية ماريون نيوبجن M.Newbigen التي حاضرت لسنوات عديدة في مجال الجغرافية الحيوية، ونشرت كتابها في جغرافية النبات والحيوان عام ١٩٣٦م. فعلوم الحياة لم تكن قد تقدمت بالقدر الذي يُساعد الجغرافي الحيوي على خوض مجالاتها خاصة وأن الجغرافية الحيوية كانت تعد مرادفة لجغرافية النباتات والحيوانات وتوزعها عنى سطح الأرض، كما لم تكن المعارف تراكمت عنها وعن نطاقات تواجدها بصورة مناسبة.

٣) الجيل الأول من الجغرافيين المحدثين كانت تخصصاتهم تبتعد عن تخصصات علم الحياة، حيث لم يكن هناك إلا عند عدد قليل من الجغرافيين المهتمين بهذه العلوم، إلى جانب تركيز الدراسات على فروع أخرى من الجغرافية مثل علم أشكال الأرض (الجيومورفولوجيا)، والدراسات الإقليمية، ومجالات جغرافية أخرى.

٤) النظر إلى الجغرافية الحيوية (جغرافية النبات والحيوان) على أنها علم يهتم بصفة أولية بالتوزعات الجغرافية للكائنات الحية دون دراسة وتحليل وتفسير الظاهرة الحيوية.

٥) عدم اهتمام الجغرافيين بالتربة وبالعلاقات المتبادلة بينها وبين الجغرافية الحيوية.

٦) تأخر البحث في علوم عديدة ضرورية لتطور الجغرافية الحيوية، بسبب عدم توفر وسائل البحث الكافية، فضلاً عن عدم تطور الوسائل المختلفة لنقل المعرفة المتعلقة بالجغرافية الحيوية إلا في السنوات القليلة الماضية.

وهكذا استمرت الجغرافية الحيوية في التطور البطيء، حيث بدأت تحصل على ما تستحقه من اهتمام بعد طول اهمال، وأصبحت الجغرافية الحيوية في الوقت الحاضر منهجاً رئيساً ومادة أساسية ضمن مواد الجغرافية الطبيعية.

ويفسر الاهتمام الحديث بالجغرافية الحيوية بعدة أسباب:

أ . تركزَّ اهتمام الإنسان في الوقت الحاضر على تعديل طريقة استخدامه لبيئته، والتنبه إلى ضرورة حمايتها بعد أن تضاعفت آثاره التدميرية فيها.

ب . تحوَّلَ إخضاع الإنسان للطبيعة إلى عملية مدمرة جداً نتيجة للتقدم والتطور التكنولوجي والعلمي، فقد دفعت الزراعة التكنولوجية الناجحة الإنسان إلى إزالة الغابات على نطاق واسع لتوفير الأراضي القابلة للزراعة، مما أدى إلى نقص أنواع عديدة من الحياة البرية واختفائها من الطبيعة، وإلى الاستخدام الكثيف للتربة، وتعريتها، وتدميرها، وإلى إفساد الهواء والماء وتلويثهما، وإلى الاستثمار اللامبالي للموارد الطبيعية بصورة لا يمكن تعويضها، فقد دعا كل هذا التدهور

الخطير للبيئة إلى اهتمام الجغرافيين لأنهم أقدر من غيرهم على بيان كيفية إبقاء على كوكبنا صالحاً للسكن والاستيطان .

ج . أدى ظهور علم البيئة Ecology الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية، وارتباط بيئاتها بعضها ببعض، إلى المزيد من الاهتمام بالبيئة، كما أصبح هذا العلم حقلاً من حقول العلم الذي يُقبَّل عليه كثير من الباحثين، وكان لهذا كله أثره في صقل خبرة الجغرافي الذي يهتم دائماً بالعلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبيعية (موائلها).

د . كان الاهتمام المتزايد من قبل الجيومورفولوجيين بالجغرافية الحيوية لاحقاً أثره في تطور هذا الفرع الحديث من الدراسات الجغرافية، ويتمثل هذا الاهتمام في دراسة تأثير عناصر الجغرافية الحيوية في دورة تعرية التربة Cycle of Erosion، وتغيير أشكال سطح الأرض Land Forms. فمنذ بداية القرن العشرين، كان الجيومورفولوجيين يعتقدون أن تعديل الأشكال الأرضية يحدث نتيجة لعوامل التجوية والتعرية، أمّا الآن فقد أصبح واضحاً أن تغيير وتعديل شكل سطح الأرض يدين بالكثير أيضاً إلى غطاء التربة وخصائصها، وإلى الغطاء النباتي، والأنشطة البشرية، التي لها آثارها المباشرة في تغيير البيئة الطبيعية إلى بيئة من صنع الإنسان.

هـ . أدى التقدم التقني لكثير من العلوم إلى تطور الجغرافية الحيوية، إذ مكَّن هذا التقدم علماء البيئة، والجغرافية، والجيولوجيا، وعلماء التربة، من البحث التجريبي والتحليل الكمي والعملي، ما ساعد على تنفيذ بحوث متكاملة موحدة إيذاناً بالتطور الحديث في الجغرافية الحيوية.

ولهذه الأسباب كلها تُعد الجغرافية الحيوية مرحلةً متطورةً في الجغرافية الحديثة.

ثالثاً . مراحل تطور الجغرافية الحيوية:

الجغرافية الحيوية من العلوم التي تطورت في القرن العشرين، ومرت كغيرها من العلوم بعدة مراحل، هي ثلاث مراحل تُمثل تطور علم الجغرافية الحيوية:

المرحلة الأولى: مرحلة العصور القديمة:

بدأت رغبة الإنسان في التعرف على بيئته وإمكاناتها منذ أن خلقه الله عزوجل على سطح الأرض، وسعى لتوفير حاجاته الضرورية من مأكل ومشرب ومأوى، وهذه الأمور تتطلب منه معرفة المنطقة التي يعيش فيها، ومعرفة العلاقات المكانية في بيئته، إن بدايات علمي الحيوان والنبات ترقى إلى مرحلة الجمع والصيد حين بدأ الإنسان البدائي يُميز الحيوانات والنباتات الصالحة وغير الصاحة للأكل، وتعرف تدريجياً إلى خصائص كل منها.

ولم يقف الإنسان في العصور القديمة عند حد التعرف على البيئة بل حاول تفسير وجود الظاهرات التي تحيط به وتنتشر حوله، ولكن هذه التفسيرات اعتمدت على الخيال أحياناً فجاء بعضها نوعاً من الخرافات والاعتقادات الغريبة.

لقد لعبت **الحضارة اليونانية القديمة** (الإغريقية) دوراً كبيراً في تطور العلم بشتى أنواعه إلا أنها لم تخلو من بعض الأساطير التي آمن بها الإغريقيون، حيث كان الإغريق أكثر تأثر وحرصاً على الطبيعة، وكل شيء موجود، وقد صور ذلك في العديد من الأساطير والروايات القديمة، كما ارتبطت الأزهار والنباتات بالرموز، فأصبح الغار رمزاً للتعبير عن النصر يُكلل به الأبطال، وشجرة السرو رمز للحزن والأسي. كما ذُكر في الأساطير الإغريقية أن نارسيس أحد رعايا الآلهة اليونانية كان من الجمال الأخاذ الذي رأى يوماً صورته في البحيرة فاقترب وسقط فيها ولم يكن يُجيد السباحة فمات فقررت الآلهة لحزنها لموته تحويل جسده إلى زهرة جميلة تُطل دائماً إلى الماء وتُزهر في الربيع. واستخدمت الآلهة ديمتر زهر الخشخاش لتوفر الهدوء والسكينة بعد أن فقدت ابنها بيرسيفون، وكان الخشخاش رمزاً لآلهة النوم وإله الموت هينبوس وثاناثوس. أما زهرة الكلاديولس Gladiolus التي تعني زهرة السيف لأن أوراقها حادة كالسيف كانت بالنسبة للرومان القدامى رمزاً للمصارعين وسيوفهم الحادة.

وأظهر **البابليين والأشوريين** اهتماماً كبيراً بالعلوم الجغرافية بما في ذلك علوم الأحياء حيث تُشير قصة خلق الأرض والسماء عند البابليين (قصة الخليقة) والتي ملخصها أن المياه كانت المادة الأولى التي ولدت منها جميع الأشياء وبعد انفصال الأرض عن السماء نشأت الحياة الأخرى من نبات وحيوان وإنسان على الأرض، وتصورا أن أصل الحياة والأشياء قد جاء من اتحاد الهواء والتراب والماء بمساعدة الشمس.

وتوصل البابليون إلى معلومات مهمة تتعلق بالتشريح والعقاقير، وقسموا الأدوية حسب مصادرها نباتية وحيوانية ومعدنية ... كثيراً ما استخدم البابليون النبات والأعشاب للتداوي، وكان للبابليين مصنفان في النبات فجعلوها في مجاميع متشابهة، وميزوا بعض أنواع الأشجار ذكورها وإناثها. وفيما يخص الحيوان فقد وضع البابليون قوائم عن الحيوانات التي عرفوها وضمنوها معلومات قيمة عنها وقسموها إلى أنواع وأجناس متشابهة. وكانت تربية الخيول شائعة عندهم، وكان الكلب من أقدم الحيوانات المنزلية، كما اعتنى البابليون بتربية القطط ونجد في المشاهد التصويرية لهم رسوماً كثيرة للثيران حيث كان الثور رمزاً لإله القمر وكان الملوك يلقبون أنفسهم باللقب الإلهي الثور إشارة إلى القوة.

كما قام الأشوريون بإحصاء النباتات الطبية مثل الأعشاب والأشجار والجذور وقد ورد ذلك كثيراً في وصفاتهم الطبية، وكانت للسومريين والبابليين والآشوريين قوائم ذات هدف تعليمي تحتوي أسماء النباتات والحيوانات والمعادن، وقد تم العثور على أبحاث تعود إلى الألف الثالث قبل الميلاد كُتبت باللغة السومرية في علم الزراعة دُرست فيه خصائص التربة والنباتات الزراعية وغيرها.

كما قامت **الحضارة المصرية القديمة** على العلم والإيمان بالله، وأهم العلوم التي بزغ فيها المصريون القدماء علم الأحياء. ومن البرديات الطبية التي وردت بها الوصفات العلاجية بالنباتات بردية هيرست ويرجع تاريخها إلى عهد الملك أمنحوتب الأول، وبردية برلين من عهد الملك رمسيس الثاني. كما اهتم المصريون القدماء بزراعة الحدائق النباتية التي احتوت على أصناف مختلفة من النباتات، واحتوى معبد الملك تحوتمس الثالث على حُجرة زخرفت جدرانها بزخارف محفورة تُمثل أنواع مختلفة من النباتات التي أحضرها من رحلته الاستكشافية من فلسطين إلى سورية. وقد اهتم المصريون القدماء بالزهور، وكانوا أول من قدمها كهدايا للتعبير عن مشاعرهم في المناسبات المختلفة، وكانت زهرة اللوتس رمزاً للبلاد، وتتجلى زهور اللوتس كمكون أساسي في تيجان الأعمدة في المعابد المصرية القديمة، وأغلب مومياوات الملوك والأمراء محاطة بأكاليل من الزهور، ومن النباتات الزهرية التي كانوا يزرعونها في الحدائق: اللوتس، والبردي، والعنبر، والخشخاش، والغار الوردي، والعليق، والرمان ...، كما ورد في المخطوطات الفرعونية نبات الآس الذي أطلق عليه الفراعنة اسم خت آس وتعني ريحان القبور، وقد جاء الآس في العديد من الوصفات العلاجية في البرديات الفرعونية .

أما بالنسبة للحيوان فقد اعتقد المصريون القدماء أن العلاقة المتوازنة بين الإنسان والحيوان، تشكل عنصراً أساسياً في النظام الكوني، واعتقدوا أن الإنسان والحيوان والنبات أعضاء في كيان واحد، لذلك كانت الحيوانات تُشكل مصدراً حيوياً للروحانية، وقد لاحظ هيرودوت أن المصريين القدماء ربوا الحيوانات داخل منازلهم وانتشرت بشكل كبير عبادة الآلهة في شكل وهيئة حيواناتهم، ويظهر الآلة آمون كبير الآلهة في مصر القديمة في أغلب الأحيان على هيئة مخلوق برأس كبش، وأبوبيس إله الموتى على هيئة رأس حيوان ابن أوى، أما إله السماء كان يظهر عادة برأس صقر .

وكان لبعض الحيوانات مكانه خاصة في حياتهم ومعتقداتهم فكانوا يقدسون الثور باعتباره رمزاً للخصوبة والقوة، ووفقاً للأساطير قيل إن الإله رع كان يتحول إلى هيئة نمس من أجل مكافحة

الشر، كما أن النمس يتميز بالقدرة على الدخول في معارك مع الأفاعي وهزيمتها وهذا هو السبب الرئيس في تقديسه. وكانت القطط شديدة القدسية عند الفراعنة إذ كانت تحمل لقب باستيت إلهة الحنان والوداعة، وكانت فكرة قتل القطة ولو عن طريق الخطأ جرماً عقوبته الموت، وكان المصريين القدماء يجدون أن الفهود حيوانات مستأنسة فالكثير من الملوك الفراعنة روضوا الفهود واحتفظوا بها بالقرب منهم كحيوانات أليفة وعلى رأسهم رمسيس الثاني. وكان التمساح يشغل حيزاً في الديانات المصرية القديمة باعتبار أن الإله سوبك أحد أهم المعبودات المصرية كان يتجسد في هيئة تمساح.

أخذ **اليونان (الإغريق)** عن مصر وبلاد الرافدين علوماً كثيرة ومن تلك العلوم علم النبات وعلم الحيوان، واهتموا بالموجود في الطبيعة، وتعني الطبيعة عند الإغريق العالم الطبيعي الذي يُشير إلى الحياة عموماً، والذي يرتبط بشكل أساس بالخصائص الجوهرية التي تقوم النباتات والحيوانات والموجودات الأخرى في العالم بتطويرها بكامل إرادتها دون تدخل، وارتبطت علوم النبات والحيوان بعلم الطب بسبب استعانتهم بكثير من الأعشاب والنباتات في معالجة مختلف الأمراض، وبعلوم الفيزياء والجيولوجيا تارة، أو كموضوع في دراسة التاريخ والفلسفة تارة أخرى، حيث تُشير المصادر التاريخية إلى أن أصول علم الجغرافية الحيوية يعود لليونان القديمة التي أسهمت في تأسيس مجموعة من الفروع العلمية. لو حاولنا الرجوع بفاصلة تاريخية نسلط الضوء بها على الجغرافية الحيوية في هذه المرحلة لوجدنا إشارة إليها في أول كتاب بالجغرافية بعنوان **الفترة الزمنية (Periods)** الذي ألفه **هيكاتابوس (Hickatapus)** يرجع إلى الفترة اليونانية، وفيه معلومات عن نباتات أوروبا وما جاورها، وبرز عدد من المفكرين والفلاسفة مثل **أبقراط** (Hippocrates) ولد عام ٤٥٠ ق.م، كان طوافاً في البلاد وجوالاً عليها بسبب معالجته للأمراض، فراقت له الأجواء في حمص الشام فسكنها وكان معنياً ببعض علوم الفلسفة، سيداً للطبيعيين في عصره، ويُعد أعظم أطباء اليونان القديمة، ويُعد أول من أسس المبادئ الأولى لعلم الأحياء، استعمل في علاجه أكثر من ٣٢٠ عقاراً من النباتات الطبية، والعطرية، والسامة، ومن مؤلفاته كتاب الأهوية والمياه والأماكن الذي يُعد أول كتاب يبحث في علم المناخ الطبي، وفيه يوجه أبقراط الأنظار إلى أهمية المناخ وتأثيره في الطباع، وإلى دراسة كل مسألة طبية في جوها الجغرافي الخاص، ونظر أبقراط في أثر الإقليم في الخَلق والخُلق حيث يذكر أن اختلاف الحيوان إنما هو اختلاف العوامل المؤثرة فيه، واختلاف التربة والإقليم. وكتاب طبائع الحيوان، وبحث في الأمراض الموسمية وتأثير فصول السنة في صحة الإنسان وعلاقتها ببعض الأمراض.

لقد أسهم العالم الفيلسوف اليوناني **أرسطو** (Aristotle) الذي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد، في تطوير العديد من المجالات العلمية في الأحياء، ويُعد أرسطو أول من وضع الأساس في صرح الجغرافية الحيوية عندما طرح سؤالين هما : من أين جاءت الحياة؟ وكيف تنوعت الحياة وانتشرت على سطح الأرض؟

لقد قدم ارسطو العديد من الملاحظات عن الطبيعة لاسيما عادات وخصائص النباتات والحيوانات في العالم من حوله، وكرس جهوداً واهتماماً كبيراً في تصنيفهما حيث صنف نحو ٥٤٠ نوعاً حيوانياً، وقام بتشريح ٥٠ منها على الأقل. وقسم الكائنات الحية إلى نباتات وحيوانات، وقسم الحيوانات إلى ذوات الدم، وعديمات الدم (يُشير إلى الفقاريات واللافقاريات)، كما صنف الحيوانات حسب أماكن معيشتها إلى حيوانات برية، وحيوانات بحرية، وحيوانات طائرة، وصنف الفقاريات إلى حيوانات ولودة، وحيوانات بيوضة. وكانت المحاولات الأولى لتقسيم النباتات على أساس حجمها فقسمها إلى أشجار وشجيرات وأعشاب، لقد وصف أرسطو النبات بقوله (إنه كائن بسيط يعتمد على نفسه في التغذية، غير متحرك وليس له مركز إحساس، وإن كان يتأثر بدرجة درجة الحرارة ودرجة البرودة، وتتغذى النباتات بوساطة جذورها من التربة، ولا تمييز بين الجنسين فليس فيها ذكر ولا أنثى). وكان يؤمن أن المخلوقات مصنفة بدرجة مختلفة حسب درجة كمالها، وتبدأ من النباتات وهي الأقل إلى أن تصل للإنسان وهو الأعلى رتبة بحسب تصنيف الكائنات الحية التسلسلي.

كما بحث المفكر الإغريقي **ثيوفراستوس** (Theophrastus) ٣٠٠ ق.م، تلميذ أرسطو في أنواع العديد من النباتات والحيوانات وخصائصها وظائفها، وأهم فوائدها. وأجرى دراستين للنباتات الدراسة الأولى بعنوان التحقيق في النبات (Enquiry into plants) تضمنت تصنيفاً للنباتات التي كانت معروفة في زمنه وقسمها إلى ٤٨٠ نوعاً، لذلك لُقب بأبو التصنيف النباتي (The father of plant taxonomy)، وقدم تصنيفاً لعدد من النباتات اعتماداً على الشكل العام للأشجار وحيدة الجذع، والأشجار المتفرعة الجذع، والجنبات، والأعشاب، والنباتات عديمات الجذع التي تظهر أوراقها فوق سطح التربة. والدراسة الثانية بعنوان حول أسباب النبات (causes of plants) بحث في هذه الدراسة اختلاف توزع النبات، وأسباب وجود أنواع معينة في أقاليم دون غيرها من الأقاليم الأخرى، حيث ذكر أن (هناك أصنافاً لها أزهار، وأن بعضها يُعمر وبعضها تصيبه العوامل والآفات، فتهلكه، وأنه يتأثر بالماء والجفاف). وقد سمى العديد من

النباتات بأسماء ما تزال مستخدمه حتى عصرنا الحالي مثل كاربوس Carpus للفاكهة، وبيريكاربيون Pericarpion للحبوب المحتوية على البذور.

كما ورد عددٌ من أوصاف النباتات في مؤلفات **ديوستوريدس** الطبيب اليوناني الذي عاش في القرن الأول بعد الميلاد، فقد أتاحت له تنقلاته مع الجيش فرصة لجمع نباتات كثيرة وتصنيفها وشرحها شرحاً دقيقاً، في كتاب العقاقير الذي ذكر فيه نحو ٩٥٨ نبات مع شرح لأشكال سوق نحو سبعمئة نبات، وجذورها وثمارها مع تحديد مناطق انتشارها، وخصائصها الصيدلانية، فعلى سبيل المثال وصف نبات الأفيون (Opium) وكيفية الحصول عليه من الثمار، وفوائده للنوم والتخدير والسعال، كما ذكر العديد من النباتات السامة مثل السكران (Henbane) وبصل العنصل (Squill) وخانق الذئب (Aconite) والصبار (Aloe) والزنجبيل ... وقد اعتمد هذا المؤلف حتى العصور الوسطى، ويُعرف كتابه لدى الغرب باسم المادة السامة (Materia Medica)، وفي المصادر العربية بعنوان كتاب الحشائش والأدوية.

ظهرت **الحضارة الرومانية** بعد ميلاد السيد المسيح، واشتهرت ثقافتها وعلومها وغزت ربوع الدنيا، لأنها استمدت معالمها من الحضارات السابقة، ونتيجة الثراء العلمي ظهر العديد من العلماء البارزين في علوم الطب والنبات وعلى رأسهم **كايوس بلينيوس سكُندوس** C.Plinius Secundus ويُعرف أيضاً باسم **بليني الأكبر** أشهر عالم تاريخ طبيعي روماني فقد كان لكتاباته الجغرافية والتاريخية والطبيعية حيّز كبير في إثراء الثقافة الرومانيّة في تلك الحقبة وقد عاش في الفترة من سنة ٢٣ إلى ٧٩م، كتب في العديد من الأعمال منها علم الحيوان، وعلم النبات، والأدوية النباتية والحيوانية، وسواها، في مرجعه المكون من ٣٧ مجلداً والمُسمى بالتاريخ الطبيعي، يُمثل موسوعة تضم مجموع المعارف السائدة في عصره، فجاء في ثنايا هذه الموسوعة معلومات شتى تتعلق ببنية الكون، والجغرافية، ووصف العديد من النباتات، وأعطاها أسماءً لاتينيّةً لا يزال الكثير منها مُعترَفاً به إلى الآن. ومن العلماء في هذه الحقبة **اندروماكو (Andromarque)** المولود في أوائل القرن الأول الميلادي والمكتشف دواء المسمى الترياق (Theriaque) المتكون من خليط من النباتات الطبية والسامة وعددها ٦٤ نباتاً.

لقد تركت الحضارات القديمة إرثاً في تطور علم الجغرافية الحيوية، إلا أن إسهام هذه الحضارات في علم الحيوان لم تكن واضحة مثل إسهامهم في علم النبات، فعلم النبات له صلة كبيرة بعلم الطب والتداوي لذا اعتنى علماء تلك العصور بأصناف النباتات لحاجاتهم إلى الدواء.

المرحلة الثانية: مرحلة العصور الوسطى:

عُنِيَ العرب بكل جوانب المعرفة وكثيراً ما غلبت شهرتهم في الطب وكتبوا في الكيمياء، والفلك، والطبيعة، والرياضيات، والنبات، والحيوان وكثير من العلوم الأخرى.

انطلقت العلوم العربية في القرن التاسع الميلادي بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية، مترجمة العلوم التي سبقتها، لهذا فإن علماء العرب والمسلمون قد قاموا في البداية بترجمة الأعمال التي أنتجها علماء اليونان وفي مقدمتها مؤلفات ديوستوريدس التي اعتمدها الطب النباتي العربي، فترجموا أعمال أرسطو، وتلميذه ثيوفراستس، ثم ترجموا كتاب التاريخ الطبيعي للعالم بليني الأكبر، وترجموا كتاب المدة الطبية تحت اسم الحشائش للعالم اليوناني ديسقوريدس. فازدهرت حركة الترجمة، لم يكتف علماء العرب والمسلمين بالترجمة والنقل عن العلماء الآخرين، لقد كان النقل مرحلة من مراحل تطور علم الأحياء، ثم كانت المرحلة التي بعدها هي مرحلة التعليق على الكتب، وتناولها بالدراسة والنقد والشرح وإقرار بعض المعلومات ورفض معلومات أخرى، ثم انتقلوا إلى مرحلة التأليف والكتابة ولابتكار، وأضافوا كثيراً من الآراء والنظريات التي نُسبت إلى غيرهم وسنذكر من هذه الآراء والنظريات ما يخص علم الأحياء، فقد تكلموا في التطور، وإن نُسب إلى داروين في القرن التاسع عشر، فقد كتب فيه ابن مسكويه، وإخوان الصفا، وابن خلدون قبل داروين بقرون، ويذكرها **ابن مسكويه** في كتبه حيث يقول : إن النبات أسبق في الوجود من الحيوان، وقسم النباتات إلى ثلاث مراتب أولها ما نجم من الأرض ولم يحفظ نوعه ببذر، ذلك أنه في أفق الحماد، والفرق بينهما هذا المقدار اليسير من الحركة الضعيفة في قبول الحياة، ولا يزال هذا الأثر يقوى ويشتد في نبات آخر إلى أن يصير له من القوة في الحركة بحيث يتفرع وينبسط ويتشعب .

كذلك اهتم بهذه الدراسات **ابن خلدون** حيث قال : إن العادة قد تُغير من صفات العضويات بمثل ما يُغير الطقس، ويقول شارحاً تسلسل بعض الأحياء من بعض، فقد قال في أول فصل من مقدمته المعروفة : انظر إلى عالم التكوين ابتدأ من المعادن ثم النبات ثم الحيوان على هيئة بديعة من التدرج بحيث يتصل آخر أفق المعادن بأول أفق النبات مثل الحشائش وما لا بذر له، ويتصل آخر أفق النبات مثل النخيل والكرم بأول أفق الحيوان مثل الحلزون والصدف، ولم يوجد بينهما إلا قوة اللمس فقط،...

كما قدم أبو جعفر محمد بن محمد بن الحسن الطوسي المعروف باسم **نصير الدين الطوسي** في كتابه أخلاق ناصري تفسيراً لتطور الأنواع حيث يقول في نظريته عن تطور الكون: أنه كان

يحتوي على عناصر متماثلة ومتشابهة، وبدأت التناقضات الداخلية بالظهور، وتبعاً لذلك بدأت بعض المواد تتطور أسرع وبطريقة مختلفة عن غيرها من المواد، ثم يُفسر كيف تطورت العناصر إلى المعادن، ثم إلى النباتات ثم إلى الحيوانات، ثم إلى البشر، ويشرح كيف كان التباين الوراثي عاملاً مهماً في التطور الحيوي للكائنات الحية.

كما أن **إخوان الصفا وخلان الوفا** أطلقوا نظرية التطور وإن لم يكن ذلك بالحرفية التي طرحها داروين، إذ رأوا أن الموجودات خلقت سلسلة متصلة، منفصلة بعوامل الزمن ما عدا الكائنات العليا مثل الإنسان والقرد حيث خلقوا من الطين مباشرةً، أي أن الإنسان آخر المخلوقات وُجِدَ بعد الحيوان والنبات، لأنهما مصدر غذائه، والحيوان خُلق بعد النبات لأن النبات مصدر غذائه، والنبات خُلق بعد المعادن لأنه مصدر غذائها، والمعادن وجدت بعد وجود الماء لأنه سبب تكوينه.

وأثر الطبيعة والبيئة في الأحياء من الدراسات المهمة التي اهتم بها **أبو القاسم المجريطي** ٩٥٠ - ١٠٠٧م، ويُعد أول من وضع كتاباً ظهرت في عناوينه كلمة البيئة من خلال كتابه الطبيعيات وتأثير النشأة والبيئة في الكائنات الحية.

واشتهر **رشيد الدين بن الصوري** في علم النبات حيث قام بالتدقيق والبحث عن النباتات في منابعها، ودرس نباتات سورية من بذرة كل نبات حتى جفافه ويبسه، وكان يصطحب معه مصوراً مزوداً بالأصباغ على اختلاف أنواعها، فكان يتوجه إلى المواضع التي بها النبات فيُشاهده ويُحققه ويُريه للمصور، ويطلب منه أن يُصور النبتة في بيئتها بألوانها الطبيعية، وفي أطوارها المختلفة، أي أن ابن الصوري درس النبات في بيئته، فاستخدم في اكتشافاته المنهج العلمي التجريبي المعتمد من قبل علماء النبات في الوقت الحاضر.

كما أن **ابن البيطار** عالم النبات الصيدلاني دفعه اهتمامه الشديد بالنباتات والأعشاب إلى القيام برحلات علمية طاف فيها بلاد شمال افريقيا، حيث كان يجتمع مع علماء تلك البلاد ويُدارسهم في أنواع النبات وفوائده وخصائها، وكان يدرس النبات في منابعه بل يدرس التربة والحجر الذي ينمو فيه، والأرض التي تنبته، والعوامل المختلفة المتركزة عليه، جمع خبره طويلة مستندة على الملاحظة فألف عدداً من المؤلفات أشهرها الموسوعة النباتية المسماة الجامع لمفردات الأدوية والأغذية.

من المواضيع المهمة التي مارس فيها العلماء العرب والمسلمين نشاطهم العلمي، العلم الذي نطلق عليه علم **الفاونا والفلورا (علم النبات والحيوان)** منذ نحو ٨٠٠ سنة ميلاديه، وهذا العلم

يختص بجمع العينات النباتية والحيوانية، ثم دراسة هذه العينات، وذكر أسمائها، حيث درسوا النباتات في بلاد مختلفة ابتغاء جمع العينات وجمع الحشائش والأعشاب بالإضافة إلى جمعها كانوا يُعرفون النبات ومواضع إنباته، وأنواعه المختلفة مع وصف الأراضي التي ينبت فيها إذا كانت مالحة، أو غير مالحة، أو تنمو على الماء. ويذكرون الأجناس المختلفة في النبات والأنواع المختلفة في الجنس الواحد، ومن ثم يذكرون أسماء هذه النباتات بلغات مختلفة، فكانت أسماء النباتات ومسمياتها تشغل حيزاً كبيراً من معاجم مفردات اللغة العربية، ومن أوائل العلماء العرب الذين اهتموا بعلم النبات وكتبه هم علماء اللغة العربية، حيث بدؤوا في تأليف معاجمهم اللغوية التي تُورد كل الأسماء والألفاظ الموجودة في اللغة العربية ومنها أسماء النبات وأنواعه، والحيوان، ولعل من أول الجهود كانت على يد عالم اللغة عبد الملك بن **جريج البصيري**، ووبد **الخليل بن أحمد** في كتابه العين، و**ابن منظور** في كتابه لسان العرب، والقاموس المحيط **للفيروز أبادي**، وتاج العروس **للزبيدي**، وسار على نهجهم عدد كبير من علماء اللغة العربية . وأورد **الشريف الإدريسي** الذي يُعد عالماً جغرافياً وعالماً نباتياً، أسماء النباتات على هيئة معجم متعدد اللغات فقد كان يذكر اسم النبات بالعربية والسريانية واليونانية والفارسية والهندية واللاتينية والبربرية مع تعريف وشرح لها، في كتابه الجامع لصفات أشتات النبات.

ثم بدأت الكتابات عن النبات تأخذ صيغة التخصص وتُفرد لها فصول في كتب متعددة. وكان هناك من العلماء يدونون ذلك ميدانياً، ففي لسان العرب يقول **ابن المنظور** في نبات العفار (قال أبو حنيفة أخبرني بعض أعراب السراة أن العفار شبيه بشجيرة الغبيراء الصغيرة إذا رأيتها من بعيد لم تشك أنها شجرة الغبيراء ونوهها أيضاً كنوهها) ويذكر أن **النضّير بن شميل** قضى نحو ٤٠ سنة في البادية ليجمع أشتات النبات، ويُشاهد النبات في بيئته، ويضبط مصطلحه.

كما أقاموا الحدائق لتكون بمثابة حقول تجارب نباتية، كما في بغداد، والقاهرة، وقرطبة ... وتفننوا في هذه التجارب إلى أن استولدوا ورداً أسود. ويُعد **أبو حنيفة الدينوري** الملقب بشيخ علماء النبات أول عالم نباتي يُشير إلى طريقة التهجين في النبات، حيث تمكن من أن يستولد ثمار ذات صفات جديدة، كما استطاع أن يُخرج أزهاراً جديدة بالمزاوجة بين الورد البري وشجرة اللوز. ووصف الدينوري مئات النباتات وصنف أسماءها مرتبة ترتيباً معجمياً، وبدأ كتابه كتاب النبات بوصف شامل لأنواع الترب في بلاد العرب، وتركيبها، ومناخها، وتوزع مائها، والشروط الضرورية لنمو النباتات فيها، لذا يُعد الدينوري أول من ألف في علم الفلورا النباتية للجزيرة العربية.

أما بالنسبة **لعلم الحيوان:** بدأ علم الحيوان كبداية علم النبات مبنياً على اللغة، فكانوا يتبعون المنهج نفسه من جمع للحيوانات، ودراستها، وذكر أسمائها، وتبيان صفاتها، وأشكالها وطبائعها، وأسماء أصواتها، وصنفوها في كل نوع من أنواع الحيوان أليفة ووحشية، وتعددت لديهم أسماء الحيون الواحد تبعاً لمراحل تطوره فكان له اسم في كل مرحله من مراحل حياته، إلا أن اعتناء العلماء العرب والمسلمين بعلم النبات أكثر من علم الحيوان، ولعل ذلك يعود في المقام الأول للعلاقة الوثيقة بين النبات والطب. ومن أشهر الذين ألفوا عن الحيوان وغلب على تناولهم الطابع اللغوي **النضّير بن شميل** ومن آثاره كتاب الصفات في اللغة الذي تناول فيه الإبل، والغنم، والطير، والفرس. **وهشام الكلبي** ومن تصانيفه أنساب الخيل، **وأبو عبيدة التيمي** من مؤلفاته كتاب الحيات، وكتاب أسماء الخيل، وكتاب البازي، وكتاب الإبل ... **والأصمعي** من مصنفاته خلق الفرس، والخيل، والإبل وكتاب الوحوش. وبتطور المعارف لديهم خصصوا مؤلفات خاصة لكل حيوان، ومن العلماء من ألف عن الحيوان كما فعل **الجاحظ** في كتاب الحيوان، **والدميري** في كتاب حياة الحيوان الكبرى، وهما كتابان ضخمان فيهما وصف لكثير من أنواع الحيوان من طير، ووحش، وأسماك، وحشرات، وزواحف، وثدييات، ووردت في ثنايا هذين المؤلفين وأمثالهما إشارات إلى آراء لم تُبحث إلا في العصر الحديث تحت مبحث علم الحيوان مثل التكافل أو المشاركة بين الحيوانات، إذ نجد إشارات واضحة لدى كل من الجاحظ والقزويني والدميري لهذه النظرية التي مفادها : أن بعض الحيوانات التي تعيش في بيئة مكانية واحدة قد يربط بينها من نوع المصلحة المشتركة، لذا تنشأ بينها مودة، كأن يحط طائر البقر فوق البقر ليلتقط الهوام، أو كأن ينظف طائر التمساح أسنان التمساح ما علق بها من بقايا اللحوم.

ومن المشاهدات والتجارب التي عرفها العرب قبل غيرهم شيء عن علم الوراثة، ولطالما استخدم العرب التهجين في إبلهم، واختاروا أفضل الفحول لأفراسهم، ومن قول **الجاحظ** في هذا المعنى إذا ضربت الفوالج (الجمال ذات السنامين) في العراب (الإبل العربية) جاءت الجوامير (الإبل الممتازة)، والبُخت (الإبل الخرسانية) التي تجمع عامة خصال العراب وخصال البُخت، ومتى ضرب فحول العراب في إناث البُخت جاءت الإبل البهوتية أقبح منظراً من أبويها. وفي هذا المعنى من التهجين يقول **الدميري:** المتولد من الفرس والحمار، إن كان الذكر حماراً فشديد الشبه بالفرس، وإن كان الذكر فرساً فشديد الشبه بالحمار، ومن العجب أن كل عضو فيه (الهجين) يكون بين الفرس والحمار، وكذلك في أخلاقه، فليس له ذكاء الفرس ولا بلادة الحمار، وكذلك صوته ومشية بين الفرس والحمار.

ومن المسائل التي سبق إليها العرب والمسلمين أثر البيئة في الحيوانات **الجاحظ** أول من أشار إلى أثر الهجرة والمحيط في التغيرات التي تطرأ على حياة الحيوان فبعضها يغير لونه، أو سلوكه فيقول: إن القملة تكون في الرأس أسود الشعر سوداء، والرأس أبيض الشعر بيضاء، وفي رأس الخاضب بالحمرة حمراء، وهذا شيء يعتري القمل كما يعتري الخضرة دود البقل وجراده وذبابه وكل شيء يعيش فيه.

ولا يغيب أثر البيئة عند **القزويني** الذي يرى أن البيئة تؤثر في التوالد والتفريخ فيقول في كتابه عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات: فالفيلة لا تتولد إلا في جزر البحار الجنوبية، وعمرها في أرض الهند أطول من عمرها بغير أرض الهند، وأنيابها لا تعظم مثل ما تعظم بأرضها، والزرافة لا تتولد إلا بأرض الحبشة (افريقيا الشرقية)، والجاموس لا يتولد إلا بالبلاد الحارة قرب المياه، ولا يعيش بالبلاد الباردة...

ويُعد علماء العرب والمسلمين من الأوائل في تطوير **علم التصنيف النباتي والحيواني**، حيث برعوا في هذا الجانب فصنفوا نباتات بيئتهم تصنيفات شتى منها ما يقوم على أساس لغوي، ومنها ما كان تقسيماً تفصيلياً، ومنها ما يعتمد على النوع، كما عرفوا التصنيف وفقاً لعوامل التربة، وما يُعرف حديثاً بالمجتمعات التربية أي تلك التي يتأثر تكوينها الخضري بعوامل التربة.

تناول **ابن سينا** النبات وتوصل إلى أن من النبات ما هو مطلق (قائم على ساقه) ومنه ما هو حشيش مطلق (منبسط على الأرض)، ومنه ما هو بقل مطلق (لا ساق له) مثل الخس، ومن النبات ما هو شجر حشيش وهو الذي ليس له ساق منتصبة وساق منبسطة مستندة إلى الأرض، أو الذي يتكون ويتفرع من أسفل مع انتصاب كالقصب، أما الحشائش العشبية فمنها الذي له توريق من أسفله، وله مع ذلك ساق كالملوكية (الملوخية)، أما النبات البقلي فكثير منه ما لا ساق له تنتصب وليس مستنداً بما هو كورق الخس والحماض، والسلق، وذلك بحسب أغراض الطبيعة، أما النباتات المتسلقة فإن ما يحفزها على التسلق تعجيل نضخها.

ويُصنف **إخوان الصفا** في رسالتهم الثانية النباتات إلى ثلاث مجموعات أشجار، وزروع، وأجزاء (كلأ وعشب وحشائش)، وتقترب آراء إخوان الصفا في مجملها من الآراء الحديثة التي ملخصها : أن النباتات هي كل جسم يخرج من الأرض، ويتغذى وينمو، ومنها ما هي الأشجار تُغرس قضبانها أو عروقها، ومنها ما هي زروع تبذر حبوبها أو بذورها، أو قضبانها، ومنها أجزاء تتكون إذا اختلطت وامتزجت كالكلأ والحشائش، فالشجر نبت يقوم على ساقه منصباً في الهواء، بخلاف النجم وهو نبت لا يقوم أصله على ساقه مرتفعاً في الهواء، بل يمتد على وجه الأرض أو يتعلق

بالشجر ويرتقي معه الهواء كالكرم، ومن الشجر ما هو تام كامل، ومنها ما هو ناقص، ومن التام ما هو أتم وأكمل من بعض ومن النبات والأشجار ما ورقه وثمره مناسب الكبر واللون والشكل واللمس كالليمون، والتفاح، ومنها ما هو غير متناسب كالرمان والتين والعنب. وأكثر النبات ينبت على وجه الأرض إلا القليل منه، فإنه ينبت تحت الماء كقصب السكر والأرز، ومنه ما ينبت على وجه الماء كالطحلب، أو ما ينسج على الشجر كاللبلاب، أو ينبت على وجه الصخور كخضراء الدمن، ومن النباتات ما لا ينبت إلا في البلاد الدفيئة، ومنه ما لا ينبت إلا في البلاد الباردة، وبعضها لا ينبت إلا في الأرض الطيبة، ومنه لا ينبت إلا بين الحصى والحجارة والأرض اليابسة والصخور ومنها لا ينبت إلا في أراضي السبخة.

كما عرف **العرب** تصنيفاً بيئياً للنباتات نجده عند **الأصمعي** الذي قال في كتابه النبات والشجر: النباتات الحجازية كالغرقد والسدر والعوسج، أما النباتات النجدية فهي كالثغام، واحماض، والقتاد، والبطم (الحبة الخضراء)، والنباتات الرملية كالغضى، والأرطي، والمطي، والعلقي، والمصاص، والنباتات السبخية كالقرمل، والعكرش، والقُلام، ونباتات جبال السراة كالشث، والعرعر، والطباق، والياسمين البري.

كما أبدع **أبو الخير الإشبيلي** المعرف **بالشجّار** في اكتشافه لتصنيف علمي للنباتات حيث طريقته في التصنيف تقترح نسقاً ثلاثي العناصر: حجم وبيولوجيا النبات، والشكل المورفولوجي كالشكل العام، والمظهر الخارجي، وشكل تكتل الزهرات، وشكل الأوراق.

ومن تصنيفات العرب لأنواع النبات تصنيف يُقارب تقسيم الفصائل المعروف اليوم، فالفصيلة المركبة أطلقوا عليها مجموعة المرار، وهي ذات مذاق مر، يظهر في لبن الحيوانات التي تتغذى بها، ومن هذه المجموعة: الشيح، المرار، القيصوم... والفصيلة الرمرامية مجموعة الحموض، وتضم مجموعة النباتات الحمضية أنواعاً شتى، وطعمها حمضي أو مالح منها: التليث، والحاذ، والخدراف، والرغل، والرمث، والروثا، والطحماء، والعجرم، والغضى، والنيتون ... وفصيلة الحمحميات مجموعة الكحليات، وتضم أنواعاً أطلقوا عليها كحليات لاحتواء جذورها على مواد صبغية حمراء قانية، ومن نباتاتها الكحل، الزريقاء الكحالة، والكحلاء، الكحيلاء،، والغبشاء ... والفصيلة الصلبية مجموعة الحرف، طعمها لاذغ (حرف) كالفجل ومنها الشقاي، والصفاري، والنجمة، والحسار، والحريشة ... وفصيلة الغرنوفيات مجموعة الدمهمين، وسُميت الدمهمين لأن أوراقها داكنة دهماء اللون ومنها الدهماء، والدمغة، والقرنوة ...

كما صنف العرب نباتاتهم في ضوء ماءاتها (أماكن المياه) التي تسود حولها، ويعكس هذا التصنيف صفات التربة وطبيعة المياه المتوافرة بالقرب منها، ومن أمثلة ذلك الغرقدة وهي الماءة التي تنبت حولها شجرة الغرقد، والطريفة التي تنمو حولها شجيرات الطرفاء، والثيلة وهي الماءة التي تنبت الثيل، والصنجرة التي ينمو فيها الصنجر، والخذيقة وهي الماءة الملحة التي تنبت حولها أنواع الحموض، والخريزة وهي ملحة وينمو فيها الخريزي، والحضافة وهي الماءة التي ينجح فيها النخيل.

كما توصل العرب أيضاً إلى نظام للتسمية يُشبه ما يُعرف الآن بالتسمية الثنائية التي بدأها العالم السويدي كارولوس لينيوس، فقد أطلقوا على كل نبات كلمتين إحدهما تُشير إلى صفة من صفات النبات مثل حمض الروث، والمرار القيصوم، وحمض الخدراف وهكذا ... وكان ذلك باعثاً لعلماء النبات في أوروبا على استعارة الاسم العربي بعد تطويعه لقواعد اللغة اللاتينية ليصير مصطلحاً علمياً للنباتات مثل نبات الصلة الشوكي واسمه العلمي (Zill spinosa)، ونبات الرتم (Retama)، والحاج (Alhagi)، والقات (Catha)، كما استعاروا الألفاظ العربية لتدل على اسم النوع في بعض الأشجار مثل الأكاسيا (Acacia)، والعرفط (A. orafata)، والحرمل (Peganum harmala)، والحرجل (Solenostelma argel) .

كان **التصنيف الحيواني** كذلك من انجازات العرب والمسلمين، وإسهاماتهم المميزة في علم الحيوان، فلم يكن تقسيمهم للحيوان موحداً، فقد بدا عاماً مطلقاً، إذ قسموا الحيوانات إلى أليفه ومتوحشة وضارية، ثم انتقلوا من الوصف اللغوي إلى التناول شبه العلمي فقسموها إلى ما يطير، ويمشي وقسموا الماشي إلى ما يمشي على بطنه، أو على رجليه، وما يمشي على أربع، وإلى أشكالها، وأنواعها، وتجميع غذائها وادخاره القوت لوقت الشتاء كان هذا التقسيم **للقزويني** الذي يجعل الحيوان في المرتبة الثالثة من الكائنات الحية من بعد أن جعل الأولى للمعادن، والثانية للنباتات، وقسم الحيوان بدوره إلى أنواع متعددة، وجعل الإنسان في قمة المخلوقات . وقسم **الجاحظ** الحيوان عامة إلى أربعة أقسام شيء يمشي، وشيء يسبح، وشيء ينساح.

وقسم **ابن مسكويه** (أحمد بن يعقوب بن مسكويه الخازن) الحيوانات إلى أقسام وضع كل قسم منها في وضعه الملائم من التصنيف الحيواني، وذكر تأثير البيئة في جميع الأحياء من حيث التطور الإدراكي والعقلي، فتحدث عن الحيوانات الدنيئة، والحيوانات ناقصه الحواس، وتلك التي استكملت حواسها الخمس، فالحيوانات الدنيئة عنده تلك التي لم تستوف الصفات الحيوانية الكاملة والتي تشابه النباتات في صفاتها كالسوطيات التي تشبه الحيوانات في أنها قادرة على الانتقال

والحركة وتُشارك النبات في قدرتها على التركيب الضوئي، وكالأصداف والحلزون وليس لهما من الصفات الحيوانية إلا حس واحد وهو الحس العام الذي يُقال له حس اللمس، أما الحيوانات ناقصة الحواس الخمس فيمثل لها الخلد وهو حيوان قارض فقد البصر، بتأثير البيئة تولد صغارها بعيون، إلا أن عيونها سرعان ما تضمر ويُغطيها الشعر في حجورها المظلمة تحت الأرض، ومن أمثلة الحيوانات ناقصة الحواس النمل ومنه أنواع لا عيون لها إلا أن باقي حواسها مستكمل قوي كحاسة الشم، ومن النواقص أيضاً الحيوانات التي ليس لها جفون كالحيات، الأسماك الكبيرة، أما الحيوانات المستكملة الحواس الخمس فهي عنده على مراتب متفاوتة منها : البليدة الجافية الحواس، ومنها الذكية اللطيفة الحواس التي تستجيب للتأديب والأمر والنهي كالفرس من البهائم، والبازي من الطير، أما القردة وما شاكلها فقد وضعها في قمة مرتبة الثدييات لكنها أحط من مرتبة الإنسان خاصة فيما يتعلق بالمواهب من قبول التأديب والتمييز والاهتداء إلى المعارف .
أما الحيوان عند **إخوان الصفا** فصُنف تام الخلقة، وناقص الخلقة، تام الخلقة هو الذي يتزاوج ويحبل ويلد ويرضع، أما ناقص الخلقة فهو كل حيوان يتكون من العفونات، وقسموا الحيوانات وفق بيئتها: فمنها سكان الهواء، وهي أنواع الطيور، والحشرات جميعاً، ومنها سكان الماء وهي حيوانات تسبح في الماء، ومنها سكان البر وهي البهائم والأنعام والسباع، ومنها سكان التراب وهي الهوائم.

أما **دور الأوربيون** في تطور علم الجغرافية الحيوية في العصور الوسطى خلال الفترة ما بين **القرن الخامس وحتى القرن الخامس عشر** (عصور الظلمة)، التي اتسمت باضمحلال العلوم وتراجع الثقافة وتدني طلب العلم ولم يبق من معارف الاغريق والرومان التي ازدهرت في أوروبا سوى القليل محصوراً بين الأديرة والكاتدرائيات وبلاطات الحكام، وتميزت العصور المظلمة بتفشي الجهل والتزمت الديني الشديد وتعاظم دور الكنيسة في مختلف مجالات الحياة بانتشار الحروب العسكرية بين الشعوب الأوروبية والجرمانية، إلا أن العصور الوسطى لم تكن كلها ظلامية، حيث قام قليل من الباحثين الأوروبيين مثل القديسة **هيلدغارد بنجين** (Hildegard Von Biongen)، كاتبة ألمانية وملحنة وفيلسوفة، كتبت نصوصاً لاهوتية ونباتية وطبية، وألّفت كتب عدّة حول الفيزياء والعلوم الطبيعية، والكاهن **ألبيرتوس ماغنوس** (Albertus Magnus) (ألبيرت الكبير) فيلسوف ألماني، ألّف موسوعة نباتية وصف فيها مختلف أشكال الأوراق والأزهار والثمار، وقد ميّز بين الأشواك، والقارصات، والكأس، والتويج، وشرح بنية البذور ووضع الأجنة في البذور. وبَيَّن العلاقة بين درجة الحرارة والضوء ونضج عناقيد العنب.

في القرن **الخامس عشر** الذي حدث في آخره ما يسمى بحركة النهضة، حيث تحرَّر العقل الأوربي من كثير من القيود الكنسية فأبدع في مجالات متعددة.

القرن السادس عشر هو قرن استيقاظ أوروبا وخروجها من ظلاميات العصور الوسطى، بدأ علم النبات في مطلع **القرن السادس عشر** بالانتقال من العمل الموسوعي إلى العمل الموضوعي، وهكذا قام العلماء بالبحث في الموضوعات الطبيعية بعيداً عن التوجهات الفلسفية للكتابات القديمة، مبتدئين بجمع المعلومات النباتية العلمية الحقيقية من دون الوصول إلى تصانيف قيمة، منهم **اوتو برونفيلس Otto Brunfels** ١٤٨٨ . ١٥٣٤م،عالماً لاهوتياً، وعالم نبات ألماني، اعتبره كارولوس لينوس واحداً من مؤسسي علم النبات الحديث، نشر عدة مؤلفات في الصيدلة، وعلم الحشرات، وعلم النبات... نشر مؤلفين صور النباتات الحية(Herbarum vivae eicones) وصفها بشكل مستقل عن قيمتها الطبية، وكتاب النباتات العشبية (Contrafayt herbal book) وقام بتمثيل النباتات الألمانية التي وجدها بالرسوم التوضيحية بنقشها على الخشب، من قبل الفنان الألماني **هانز فايديتز (Weiditz)**، فالرسوم التوضيحية التي قدمها فايديتز تمثل نهجاً جديداً، وتضع معياراً من الواقعية في تصوير النباتات الطبيعية. و**ليونهارت فوش Leonhart Fuchs** ١٥٠١ . ١٥٦٦م، طبيب وعالم نبات ألماني، ألف كتاب عن النباتات واستخداماتها في الطب، اشتمل الكتاب على ٥٠٠ رسم دقيق ومُفصل لنباتات، كانت الرسومات هي ما ميّز كتابه عن سابقي، وسُمي الجنس النباتي فوشية تكريماً لاسمه، أسس فوش واحدة من أوائل الحدائق النباتية الألمانية.

وكشف العالم السويسري **كونراد غِيسنر Conrad Gessner** ١٥١٦ . ١٥٦٥م، دور الأزهار والثمار في التصنيف النباتي وترجع إليه أولى معلومات تحديد الجنس genre، وكان يجمع البيانات من المصادر القديمة، مثل العهد القديم، وأرسطو، وبليني، ... مضيفاً ملاحظاته الخاصة، حيث بنى جسراً بين العلوم القديمة والوسطى والحديثة.

وقام **كارولُس كلوزيوس Carolus Clusius** ١٥٢٦ . ١٦٠٩م، بالعديد من الرحلات النباتية في أوربة جمع فيها ملاحظاته في مؤلف عنوانه تاريخ النباتات النادرة (Rariorum plantarum historia)، الذي ضمّ وصفاً دقيقاً لبعض النباتات الراقية والفطريات، وعمل في علم الحيوان وألف موسوعة الحيوانات (Historie Animalium)، صنف الحيوانات فيها أربعة أصناف رباعي الأرجل، والبرمائيات، والطيور، والأسماك، وكانت هذه المحاولة الأولى لوصف العديد من الحيوانات بدقة، إلا أنه شمل أيضاً العديد من الحيوانات الخيالية مثل يونيكورن (كائن خرافي

على هيئة حصان خرافي أبيض اللون ذو قرن واحد، ذُكر في الأساطير الإغريقية)، والبازيليسك (حيوان زاحف خرافي) والتي كان قد سمع عنها من القرون الوسطى فقط.

وفي عام ١٥٨٣م، طبع الإيطالي **أندريا تشيزالبينو Andrea Cesalpino** الذي درس النبات في الأندلس، مرجعاً سمّاه النبات (De plantis)، وبقي لقرنين المرجع الرئيس في تصنيف النبات، واضعاً قواعد التسمية الثنائية التي عززها لينيوس فيما بعد، كما أُقيم في القرن السادس عشر العديد من الحدائق النباتية كان في البندقية شمالي إيطاليا عام ١٥٣٣م، وأنشأ لويس الثالث عشر الحديقة الملكية للنباتات الطبية في فرنسا عام ١٥٣٦م، وفي بولونيا عام١٥٦٦م، وتبعتها حدائق النبات في ألمانيا وفرنسا.

حدثت أول طفرة علمية في نهاية القرن السادس عشر من الميلاد، تحديداً في سنة ١٥٩٠م عندما استطاع صناع العدسات الألمان هانس لبيرشي وزكريا جانسين أن يركبوا عدة عدسات في أنبوب بنظام معين لصنع أول مجهر عُرف **بمرناة الصغائر**.

تعمقت وتقدمت الدراسات التصنيفية الفيزيولوجية والكيمياوية النباتية والتشريحية **في القرن السابع عشر**، وتزايدت رحلات بعثات الاستقصاء النباتي في العالم، وانتشرت الحدائق النباتية، إذ بدأت في هذا القرن الدراسات التخصصية المعتمدة على المجهر، وبحلول عقود ١٦٦٠ و ١٦٧٠م أصبح المجهر يستخدم بكثافة في البحث العلمي و الدراسة، حيث استطاع **أنطوني فان ليفينهوك Antonie van Leeuwenhoek** ١٦٣٢ . ١٧٢٣م، باحث وعالم هولندي اخترع أول مجهر ضوئي شاهد من خلاله كائنات حية دقيقة في قطرات الماء، وأعظم اكتشاف له جاء سنة ١٦٧٤م عندما سجل أول ملاحظاته عن الميكروبات، وهو يفحص إحدى قطع القماش، عندما رأى كائنات عصوية الشكل. اكتشف في قطرة الماء عالماً قائماً بذاته، وقد تمكن من العثور على الميكروبات في أماكن كثيرة، في المستنقعات وفي ماء المطر وفي الأفواه وأمعاء الإنسان، واستطاع أن يُصنف أنواعاً مختلفة من البكتريا وحسب أحجامها جميعاً. كما أعطى وصفاً لثلاثة أنواع من البكتيريا العصيات، والمكورات، واللولبيات. وقد ظل علم الميكروبات خامداً حتى جاء القرن التاسع عشر الميلادي عندما تطورت أحجام العدسات وتطورت صناعة الميكروسكوب.

انطلق مفهوم تصنيف الزمر الطبيعية الممثل بالفصائل النباتية على يد عالم النبات الفرنسي **بيير مانيول** ١٦٣٨.١٧١٥م، **وبيير ماغنول**، واكُتشفت البنية الخلوية على يد الفيزيائي **روبيرت هوك Robert Hooke** المُلقب بالفيلسوف الطبيعي ١٦٣٥.١٧٠٣م، حيث أنه تعرَّف على الخلايا

النباتية، ففي عام ١٦٦٥م، عندما كان ينظر إلى شريحة من الفلين من خلال المجهر لاحظ بعض المسام (الخلايا) من خلال الميكروسكوب. حاول **يان بابتست فان هيلمونت Jan Baptist van Helmont** طبيب وعالم نبات بلجيكي ١٥٨٠ . ١٦٤٤م، إثبات أن النبات يحصل على غذائه من الماء والهواء وأشعة الشمس عن طريق عملية البناء الضوئي، ولاحظ أن الأوكسجين يعود للهواء ثانية ويستفيد النبات من الغلوكوز في نشاطاته الحيوية. خلال **منتصف القرن الثامن عشر**، مع النهضة العلمية العالمية، كتب عالم التاريخ الطبيعي السويدي (عالم نبات وحيوان وطبيب) **كارل ڤون لينيوس Carl von Linné** ١٧٠٧و ١٧٧٨م، العديد من الكتب التي صنف فيها الكائنات الحية جميعها إلى نباتات وحيوانات، وصنف النباتات والحيوانات وفقاً للشكل الخارجي، وقسم الممالك إلى مجموعات أصغر تُسمى الأجناس، وقسم كل جنس إلى مجموعات أصغر تُسمى الأنواع، ووضع الأساس لعلمي النبات والحيوان في كتابه أنواع النباتات، ومن أهم إنجازاته التسمية الثنائيّة للأنواع المختلفة، حيث يتكون الاسم العلمي من اسمين، يدل الأول على الجنس الذي ينتمي إليه الكائن الحي، أما الاسم الثاني فهو اسم النوع.

في النصف الثاني من القرن الثامن عشر، قام **جورج لويس لوكليرك كونت دي بوفون George Louis Leclerc Connte de Buffon** عالم في الطبيعة فرنسي، ١٧٠٧ . ١٧٨٨م، بتأليف ٣٦ مجلداً في التاريخ الطبيعي، ضمت جميع المعارف الخاصة بالعلوم الطبيعية ومنها نظرية الأرض، والتاريخ العام للحيوانات، والتاريخ الطبيعي للإنسان، وعن الطيور والمعادن، اشتهر بكتابه التاريخ الطبيعي العام والخاص Histore naturelle generale et particuliere. وكان تصنيفه للحيوانات غير معقول، فقد رتبها حسب نفعها للإنسان، حيث بدأ بالحصان.

تطورت في **الربع الأخير من القرن الثامن عشر** العلوم الأحيائية كعلم النبات وعلم الحيوان إلى فروع معرفية ذات احترافية عالية، بدأ علماء الفيزياء بربط العالمين الحي والجامد من خلال الفيزياء والكيمياء، ومن أشهرهم **انطوان لافوازييه Antoine Lourent de Lavoisier** الذي أثبت أن عملية التنفس احتراق، وأن الكائنات الحية تستمد طاقتها من عملية احتراق بطيئة للمواد العضوية مستخدمة في ذلك الأوكسجين الموجود في الهواء .

المرحلة الثالثة: مرحلة العصور الحديثة:

قام علماء الطبيعة المستكشفون بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبيعية، والطرق التي تعتمد فيها هذه العلاقات على الجغرافية، ما أدى إلى إنشاء علوم الجغرافية الحيوية، والبيئة،

والسلوك الحيواني. فظهر في **القرن التاسع عشر** ثلاث نظريات تبحث اختلاف الخصائص الشكلية والتشريحية للكائنات الحية وتغيرها بمرور الوقت ونشأة الكائنات الحية وأصلها وتفاوت مقدرة الكائنات الحية على التكيف مع الظروف البيئية السائدة، ولكن بقيت الدراسات المتعلقة بالجغرافية الحيوية غير واضحة من حيث منهجها، إلى أن تجمعت المعلومات الكافية في **بداية القرن التاسع عشر** من قبل علماء الطبيعة أمثال **كارل ڤون لينيوس** الذي أرسى أسس علم التصنيف الحيوي، وعالم التاريخ الطبيعي والجغرافي الألماني **ألكسندر ڤون همبولت Alexander Von Humboldt** الذي وضع أسس الجغرافية النباتية، فألف كتاباً عام ١٨٠٤م، يحتوي على ستة وعشرين جزءاً تشمل مشاهدته الطبيعية والنباتية، ودونها خلال رحلاته في أمريكا الجنوبية، ووضع خريطة لتوزع النباتات في أثناء سلسلة رحلاته في كل مكان من العالم، ثم ألف كتاباً أخر عام ١٨٠٧م، بعنوان شكل الطبيعة قارن فيه بين النباتات في أمريكا الجنوبية وأوربة. وكان يرى أيضاً أن درجة الحرارة هي أهم عناصر المناخ الذي أدى إلى تغير أنماط النبات على سطح الأرض، ولهذا نجد أنه يحاول أن يقسم العالم إلى أقاليم نباتية على أساس درجة الحرارة في المقام الأول، واستحدث فرعاً جديداً في الجغرافية لم يكن موجود من قبل هو الجغرافية الحيوية، ولكن لم يستطع بحث همبولت أن يثير الكثير من الاهتمام بهذا العلم، وبقيت دراسة الحيوان والنبات متروكة لأصحاب علوم النبات والحيوان.

كان للأبحاث التي أجراها عالم النبات النمساوي **غريغور يوهان مندل Gregor Johann Mendel** خلال **النصف الثاني من القرن التاسع عشر** أثر كبير في دراسة علم النبات وحقول أخرى من العلوم، وقد أسست تجاربه في تكاثر نباتات البازلاء، لتطور علم الوراثة، وكذلك تجاربه حول النحل أنتج سلالة هجينة من النحل، ووصف أنواع نباتية جديدة، ثم أضاف إلى قائمة مختصرات أسماء علماء النبات، ونشر أبحاثه في كتاب تجارب التهجين في النبات .

ومن أبرز إنجازات القرن التاسع عشر ظهور **مفهوم التطور evolution** الذي طرحه العالم الفرنسي المتخصص في علم الأحياء، والنبات **جان باتيست لامارك Jean Baptiste de Lamarck** ١٧٤٤ . ١٨٢٩م، وأصبح من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأحياء، وقد كان لامارك مؤسس علم المستحاثات اللافقاري الذي يبحث في أشكال الحياة في العصور الجيولوجية السالفة، ونشر كتابه فلسفة علم الحيوان Philosophie zoologique عام ١٨٠٢م، اعتقد لامارك أن التطور يتم عن طريق تمدد الأعضاء في الكائنات الحية، فعلى سبيل المثال،

الزرافة حظيت برقبة طويلة لأنها دائماً ما ترفع رقبتها إلى الأشجار، على الرغم من تفسيراته الخاطئة إلا أن الفضل يعود له في أنه أول من أثار أن الكائنات الحية تتطور باستمرار.

ثم جاءت مساهمة **داروين** Darwin، **والفريد ولاس** Alfred Wallace، **وأكاسيز** Agassiz، حيث أضافوا الكثير إلى الجغرافية الحيوية من خلال رحلاتهم العلمية ونظرياتهم.

لقد شرح عالم الطبيعة البريطاني **تشالز داروين** (Darwin) نظرية الانتخاب (الانتقاء) الطبيعي بمزيد من التفصيل خلال الخمسينيات من القرن التاسع عشر الميلادي، ,اعتقد داروين أن النباتات والحيوانات قد نشأت تدريجياً من أسلافها القليلة المشتركة بوساطة الانتخاب الطبيعي، وهذا الاعتقاد مبني على أساس أن بعض الصغار تموت مبكراً قبل الأوان لأن هناك مصدراً محدوداً من الغذاء والماء والضروريات الأخرى للحياة لجميع الكائنات، لذا تتنافس هذه الكائنات وتتصارع للحصول على ضروريات البقاء، كما تُكافح لدفع الأخطار التي تدمرها، ونتيجة لذلك تحيا الأفراد ذات الصفات الملائمة للبقاء ودفع الأخطار، بينما تموت الأفراد ذات الصفات غير الملائمة وغير القادرة على الحصول على ضروريات البقاء أو دفع الأخطار.

وطور نظريته في الانتخاب الطبيعي ١٨٣٨م، حيث لاحظ داروين نمط تطور الكائنات الحية، لكنه لم يكن على علم بالآلية التي يحدث بها ذلك، التي اكتشفت لاحقاً مع اكتشاف كيفية ترميز المورثات لمختلف الصفات البيولوجية والسلوكية، وكيف تُمرر هذه المورثات من الآباء إلى الأبناء، فيما يعرف بالتركيبية التطورية الحديثة، التي تقول إن التغيرات الجسدية والسلوكية التي تجعل من الانتقاء الطبيعي ممكناً، تحدث على مستوى جزيئة الحمض النووي .DNA وتسمى هذه التغيرات بالطفرات، وهذه الطفرات هي أساساً المواد الخام التي يعمل عليها التطور .

يُعد ألفرد راسل والاس Alfred Russell Wallace عالم بريطاني، من علماء التاريخ الطبيعي المعاصرين لداروين، طرح نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي بصورة مستقله عن داروين واشتهر بها. أرسل والاس مقالته إلى داروين فأبدى إعجابه بها وبتطابق أفكارهما، قام والاس بعمل ميداني موسع، الأول في حوض نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية، والثاني في أرخبيل مالاي، حيث تعرف على الانقسام الحيواني الذي يعرف اليوم **بخط والاس**، والذي يفصل الأرخبيل الإندونيسي إلى قسمين متمايزين: القسم الغربي الذي تكثر فيه الحيوانات من أصل آسيوي، والقسم الشرقي الذي تعكس فيه الحياة الحيوانية بأستراليا. وكان سؤاله لماذا الحيوانات من الجزر ذات المناخ المتماثل تكون مختلفة، وفي عام ١٨٧٦م كتب في كيفية توزع النباتات والحيوانات في كتابه أرخبيل الملايو.

وقدم **لويس رودولف أكاسيز(Jean Louis Rodolphe Agassiz)**، عالم جيولوجي ومستحاثات أمريكي من أصل سويسري إسهامات علمية واسعة لعلم الحيوان، والمجالات ذات الصلة، ويُعد من أبرز مؤسسي أبحاث التاريخ الطبيعي للأرض، كما ساهم في تصنيف الأسماك، بما في ذلك الأنواع المنقرضة، ونُشِرَت أعماله في مجلدات بعنوان البحث عن الأسماك الأحفورية (Research on Fossil Fish) ، كما أنشاء متحف الحيوان المقارن في جامعة هاردفارد الأمريكية حيث جمع نماذج الحيوانات من أنحاء العالم، ومنذ وصول لويس أكاسيز إلى الولايات المتحدة أصبح كاتباً فيما يُعرف باسم العنصرية العلمية scientific racism حيث كان من المؤمنين بأن الأعراق المختلفة قد انحدرت من مخلوقات مختلفة ذات صفات مختلفة منذ البداية، وبشكل عام فإن عنصرية أكاسيز لم تكن غريبة عن المجتمع الأمريكي في تلك الحقبة، إلا أنه طرح تلك الأفكار في سياق علمي ما أكسبها الشرعية لدى البعض وسهّل انتشارها، وتُعد أفكار أكاسيز العنصرية اليوم بمثابة وصمة تلوّث إنجازاته العلمية في مجالات أخرى، وقد أدت بالبعض إلى المطالبة بإزالة اسمه عن العديد من المعالم والمعاهد والمدارس التي سُميّت باسمه.

طور علماء الأحياء **في القرن العشرين** أدوات مخبرية مع الميدان الذي يعملون فيه، لعزل عملهم بشكل أكبر عن التاريخ الطبيعي التقليدي وعمل علماء الحيوان، وعلماء النبات، فتبلورت فكرة الجغرافية الحيوية وظهرت دراسات عدة قام بها **هيس Hesse**، **وولس Wallace** في مجال الجغرافية الحيوية، وكل من **شمبر Schimper**، **وكرينبر Craebner**، **ورمنك Warming**في مجال الجغرافية النباتية، وبالتقاء هذه الثنائية تم توضيح الحدود الواضحة للجغرافية الحيوية كحقل من حقول المعرفة الجغرافية. لقد أعطت الكتب التي تناولت الجغرافية الحيوية تعريفات كثيرة لها فكانت ترتكز على وصف أنماط النباتات الطبيعية، ورسم خرائط توزعها الجغرافي، مع الفصل بين جغرافية النبات وجغرافية الحيوان، أما المحدثين فيسلكون منهج يتمحور حول النظم البيئية، وبذلك نجدهم يسيرون مع المفاهيم الحديثة للجغرافية، والذي يرتكز على الظاهرة من حيث التحليل والتعليل والربط والتقويم ويفسر العلاقة المتداخلة بين الأحياء وبيئاتها.

تقدمت دراسة الإفلورة flora والمجموعات النباتية المتمثلة بعلوم الحياة النباتية، إذ وصف كثير من الأنواع النباتية المكتشفة في القرن العشرين، ووصل عدد الأنواع الموصوفة نحو٣٥٠٠٠٠ نوع، وتوسعت إقامة المعاشب herbarium العالمية المعتمدة مرجعاً لتوثيق المعارف التصنيفية للنباتات، وفي طليعتها معشب كيو Kew في المتحف البريطاني في إنكلترا، ومعهد كوماروف

Komarov في لينينغراد (سان بطرسبرغ)، ومتحف باريس، والتي يضم كل منها قرابة خمسة ملايين عينة نباتية مجففة. ومعشب برلين دهلم Dahlem على سبيل المثال.

ظهرت علوم الإتنولوجيا النباتية التي تدرس الاستعمالات النباتية في الحضارات القديمة بغية الاستفادة منها في الحضارة الحالية، وتحولت المناهج التصنيفية القديمة إلى علوم **التاكسونومي Taxonomie**، وإقامة تصنيف يعبر عن العلاقات الطبيعية بين الكائنات الحية ويُوضح المسيرات التطورية، وقد استُعملت في التصانيف المعاصرة طرائق رياضية.

بدأ كثير من علماء النبات في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي في استخدام تقنيات وراثية جديدة اشتملت على دراسات حول الحمض النووي المعروف باسم DNA وقد مكنَّت هذه التقنيات العلماء من تعرف أنواع النباتات، وتحديد أنواع العلاقات بين هذه النباتات بصورة أكثر دقة. وصرح بعض علماء النبات، بأن نظام لينيوس لتصنيف النبات غير عملي وعفا عليه الدهر. ونادت هذه الفئة بأن يعمل علماء النبات على مراجعة تسمية النباتات وتصنيفها، واستبدال نظام التطور النوعي للنبات لتصنيف لينيوس، بتصنيف يعتمد على علاقات التطور بين الكائنات الحية أينما وجدت. وتعددت تعريفات الجغرافية الحيوية بتعدد وجهات نظر كل من الدراسين والباحثين وكان كل منها متأثراً بمدى توفر المعارف الأساسية عن مظاهر الحياة من جانب ومدى تأثرها بالاتجاهات العلمية المتباينة.

وقد عرفها **ديمارتون** De Martonne بأنها دراسة توزع الكائنات الحية على سطح الأرض وتعليل هذا التوزع. تُعد **ماريون نيوبيجن** Marion Newbigin أول متخصصة بريطانية في الجغرافية الحيوية، ونشرت كتابها بعنوان جغرافية النبات والحيوان، وكانت وجهة نظرها أن الجغرافية الحيوية مرادفة لجغرافية النبات والحيوان، وعنيت بالتغيرات المناخية والجيولوجية باعتبار أنها مسؤولة عن التغييرات التطورية للحياة النباتية والحيوانية، وهي ترى أن الجغرافية الحيوية ليست فقط دراسة توزع النباتات والحيوانات على سطح الأرض، وإنما أثر هذا التوزع في الإنسان، ودراسة العلاقة الحيوية بين الإنسان وبين كل ما يحيط به من مظاهر الطبيعة الحية وغير الحية في بيئته. ويذكر **مولر Moller** أن الجغرافية الحيوية تستكشف توزع الكائنات الحية والتجمعات الحية والنظم البيئية في الظاهرات الطبيعية في بلدان وقارات العالم، ويُمثل بناء ووظائف وتاريخ المناطق المختلفة، وما تتميز به من خصائص من الأمور المهمة في الدراسة ويجب أن توجه عناية كبيرة إلى الكائنات الحية والبيئة بالإضافة إلى العناصر التطورية

(التاريخية) عند ايضاح البيانات الخاصة بمنطقة التوزع والتي يجب أن ينظر اليها باعتبارها نظام مكاني.

كما أكد العالم الألماني **فلاديمير كوبن** أهمية العناصر المناخية في توزع النبات والحيوان على سطح الأرض من خلال تصنيفه العالم إلى خمس أقاليم مناخيه ونباتيه (بيومناخية)، بحلول عام ١٩٠٠م خرجت نظرية تكتونيه الألواح، التي أحدثت ثورة في عالم الإحياء بشكل عام والجغرافية الحيوية بشكل خاص.

استخدم علماء الأرض نظرية زحف القارات للتنبؤ بما سيكون عليه شكل سطح الأرض بعد ملايين السنين من وقتنا الحاضر. وقد ألقت هذه النظرية الضوء على التوزع الجغرافي للكائنات الحية وتطورها.

بدأ الاتجاه نحو التخصص يتبلور بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية ١٩٢٩ . ١٩٤٥م، فبعد تكامل اكتشاف قارات العالم غدت المعرفة الجغرافية من الضخامة بحيث أصبح من العسير على الجغرافيين استيعاب هذا الكم الهائل من المعرفة الجغرافية المتراكمة، وخاصة بعد التغير الذي طرأ على أساليب البحث والمعرفة في العلوم البحتة التي أتاحت المعرفة المتعمقة للظاهرات الجغرافية، فظهرت علوم بحتة جديدة لها نظرياتها كالجيولوجيا وعلم المعادن وعلم التربة وعلم النبات وعلم الحيوان وعلم الهيدرولوجيا والتي عرفت بالعلوم الطبيعية البحتة، وعلم الاقتصاد وعلم الاجتماع وعلم السياسة والتاريخ والتي تعرف بالعلوم الإنسانية البحتة، هذا فضلاً عن التخصصات التطبيقية والفنية والعلوم الهندسية وغيرها .

رابعاً . ميدان الجغرافية الحيوية:

تختص الجغرافية الحيوية بدراسة كل الظاهرات الحيوية في الغلاف الحيوي، وبمعنى آخر فإنها تختص بدراسة الجوانب الجغرافية لحياة النبات الطبيعي والحيوان البري، وبخاصة توزعهما الجغرافي، والعلاقات المتبادلة بينهما وبين بيئاتهما من الناحيتين الطبيعية والحيوية. وأمكن منذ فترة طويلة التمييز بين فرعين من فروع الجغرافية الحيوية: الأول: Phytogeography (الفوتوغرافية) أي جغرافية النبات، والثاني: Zoogeography (الزوغرافية) أي جغرافية الحيوان. والواقع أن مجال الجغرافية الحيوية وميدانها ليس محدداً تحديدياً واضحاً مثلها في ذلك مثل مجال الجغرافية ذاتها. وهناك فريقان يتناولان ميدان الجغرافية الحيوية:

الفريق الأول: يضيق ميدان دراسة الجغرافية الحيوية فيجعله يقتصر على دراسة جغرافية النبات الطبيعي، والحيوان البري بصورة رئيسة مع التأكيد على دراسة جغرافية النبات الطبيعي، وهنا تتضمن الجغرافية الحيوية دراسة أصل النباتات الطبيعية والحيوانات البرية وتوزعهما تأقلمهما وعلاقاتهما المتبادلة في بيئتهم الطبيعية.

أما **الفريق الثاني:** يوسع ميدان دراسة الجغرافية الحيوية لتضم فضلاً عن العناصر السابقة، دراسة أنواع التربة، وبعض الجوانب الجغرافية البشرية، والعلوم الاجتماعية مع الاهتمام بعلم الوراثة، والإنسان، مثل مارغريت أندرسون التي ترى أن الجغرافية الحيوية باعتبارها دراسة للجانب الحي من البيئة فإنها تركز اهتمامها على الإنسان وبخاصة العلاقة البيولوجية بين الإنسان وجميع ما يوجد في بيئته الطبيعية من كائنات حية وغير حية.

أما حسب رأينا فالجغرافية الحيوية تتضمن دراسة النباتات الطبيعية والحيوانات البرية، ودراسة الإنسان من حيث تأثيره في عناصر الغلاف الحيوي وما ينتج عن ذلك من خلل أو تدمير في المنظومة البيئية، وتختص جغرافية النبات بتوزع النباتات، كما تختص بدراسة التأثير المتبادل بين النباتات والبيئة.

وقد ظلت جغرافية النبات لفترة طويلة موضوعاً للدراسة والبحث المكثف بخاصة من جانب علماء البيولوجية والبيئة، مما أدى إلى تطوير ميادين عالية التخصص في مجال علم النبات وجغرافية النبات، وبالذات الجوانب التاريخية والبيئية منها.

أما جغرافية الحيوان فتختص بدراسة توزع الحيوانات البرية وتفاعلها مع بيئاتها الطبيعية، وتأثير كل منها في الأخر. وتتميز جغرافية الحيوان بصلاتها الوثيقة بجغرافية النبات وإن كانت قد دُرست وتطورت بصورة أقل تكاملاً من جغرافية النبات وفي خطوط مختلفة عنها. ولكن هذا لا يعني أن هناك نقصاً في البحث والدراسة بالنسبة لحياة الحيوان إذ أن هناك أبحاث وفيرة جداً في ميدان جغرافية الحيوان. ورغم أن الجغرافية الحيوية تشتمل على كل من جغرافية النبات وجغرافية الحيوان، إلا أنها تهتم بعالم النبات أكثر من اهتمامها بعالم الحيوان، ويرجع ذلك إلى أن الحيوانات تعتمد في وجودها إلى حد كبيرٍ على النبات، إضافة إلى أن الحيوانات لا تتميز بالصلات الوثيقة نفسها التي تربط النباتات بالعوامل البيئية، فضلاً عن التعقيد الكبير في العوامل المؤثرة في حياة الحيوان، والحقيقة أن علماء الحيوان يركزون اهتمامهم الرئيس على الجانب التوزعي أكثر من الأشكال التطورية، وانتشارها المتعاقب المرتبط بالتغيرات الجيولوجية التي طرأت على كوكب الأرض . ولكل هذا كانت جغرافية الحيوان ميداناً أكثر صعوبة في الدراسة

وإن لم تكن أقل أهمية وإثارة، ما أدى إلى استمرار الاهتمام الجغرافي المختص بمجال الجغرافية الحيوية في العصر الحديث بجغرافية النبات بدرجة أكبر نسبياً من جغرافية الحيوان.

خامساً . وظيفة الجغرافية الحيوية:

تقوم الجغرافية الحيوية بمجموعة من الوظائف التي تُجسد الهدف من دراستها وذلك كالآتي:

١ . تفسير أسباب معيشة أنواع خاصة من الكائنات الحية في الأماكن التي تعيش فيها الآن، مثل استئثار قارة أستراليا بالجرابيات العديدة المتنوعة، واقتصار وجود أشجار السكواة الكاليفورنية الجبارة Giant Sequoias على الجزء الأوسط من الساحل الغربي لأمريكا الشمالية، وعدم وجود السلاحف الجبارة Giant Tortoises إلاَّ في جزر صغيرة قليلة في المحيطين الهادئ والهندي.

٢ . ايضاح استجابة النباتات والحيوانات لبيئاتها واستجابة بعضها لبعض كظاهرة حيوية، وكيفية تأثير العوامل البيئية في تطور الكائنات الحية وانتشارها، وكيفية تأثير الأحداث التي وقعت في العصور الجيولوجية في تطور وتوزع النباتات الطبيعية والحيوانات البرية في الزمن الحاضر، وكذلك بيان أثر ظهور الإنسان وانتشاره على سطح الأرض، وتأثيره في تدمير وانقراض بعض أشكال الحياة النباتية والحيوانية في بعض البيئات الجغرافية.

٣ . دراسة الطاقات الإنتاجية البيولوجية في البيئات الطبيعية المختلفة على وجه الأرض التي تُساعد في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية.

٤ . تُساعد الإنسان في الوقت الحاضر على العيش بسلام وسعادة في بيئته عن طريق استخدامه وتطبيقه مبادئ الجغرافية الحيوية وأسسها، لأن محاولاته المبكرة والمتعددة لإخضاع الطبيعة والتحكم بها، انعكست على اضطراب التوازن الطبيعي للبيئة وأسهم في تدميرها.

٥ . ساعدت في التعرف على النباتات بأنواعها، وبالتالي التفريق بين ما هو نافعٌ، وما هو ضارٌ أو سامٌ، علاوة على كيفية استخدامه لكل نوع منها.

٦ . يتضافر علم الجغرافية، مع مجموعة من العلوم الأخرى مثال علم الصيدلة والطب والكيمياء ذلك كمثال في عملية صناعة الأدوية، وتحديد مصدر الدواء سواءٌ أكان نباتياً أم حيوانياً، ولمن سيتم إعطاء هذا النوع من الدواء، وذلك بما يناسب تركيبه الحيوي، والوظيفي.

٧ . من ضمن فروع علم الجغرافية الحيوية علم البيئة، الذي أعطى نتائج دقيقة، ومهمة عن كل كائن حي في كيفية تكيفه مع البيئة، وطرق معيشته فيها إضافة إلى ما قدمه من حلول لعدم تلويث البيئة، وكيفية الحفاظ عليها.

٨ . أصبحت الجغرافية الحيوية قادرة على نقل أنواع نباتية وحيوانية إلى بيئات مشابهه لبيئاتها الأصلية، كما توصلت لإنتاج سلالات جديدة ذات صفات تشريحية أكثر مقاومة لتحديات البيئة كالبرودة والجفاف.

سادساً . أهمية الجغرافية الحيوية:

تأتي أهمية الجغرافية الحيوية من خلال ارتباطها بالكثير من العلوم التي تعالج العديد من المشكلات التي يُعاني منها الإنسان في بيئته مثل مشكلة التصحر، ومشكلة التلوث، ومشكلة استنزاف الموارد الحيوية ضمن مجالات الجغرافية الحيوية بصورة عقلانية ونستطيع أن نلخص أهمية دراسة الجغرافية الحيوية في الأمور التالية:

١ . **الجغرافية الحيوية والتخطيط البيئي:** لقد أدى التطور الصناعي والتفوق العلمي والتكنولوجي، إلى زعزعة النظام البيئي للكرة الأرضية، وإلى نضوب الموارد الطبيعية، كما أدى تزايد معدل النمو السكاني إلى زيادة كبيرة في الإنتاج العالمي للغذاء ومتطلبات الحياة لمسيرة النمو، ما أدى إلى إجهاد خطير للبيئة، وتحول الإنسان في كثير من الأحيان إلى عامل مخرب ومُدمر للغلاف الحيوي. ما دعا العلماء إلى الاهتمام بدراسة الغلاف الحيوي وصيانته، وأصبحت دراسته أساسية لبرنامج صيانة البيئات وإدارتها لأنها تُشكل القاعدة البيئية للتخطيط السليم. فكم أخطأ المخططون عندما أغفلوا العامل البيئي في وضع خططهم العمرانية والتنموية. ولعل ما تُعاني منه بعض المناطق من استنزاف لمواردها الطبيعية الحيوية المتجددة يصور لنا خطورة سوء استخدام الإنسان لهذه الموارد لجهله بطبيعتها ودرجة تعويضها ودورها في المحافظة على التوازن البيئي، لذلك فإن شعار المخطط الناجح هو كيف يطور استخدام الموارد البيئية الحيوية ويُنميها دون حدوث خلل في النظام البيئي.

كما أن الجغرافية الحيوية من خلال طبيعة دراستها قادرة على التنبؤ عما إذا كانت الأنواع من الأحياء التي نرغب في التخطيط لاستزراعها أو تربيتها في بيئة ما يمكن أن تنمو وتزدهر وتعطي انتاجية اقتصادية أم لا، وتنمية الأنواع المحلية وتهجينها بخصائص جديدة قادرة على مقاومة الظروف القاسية للبيئة (الإجهاد البيئي) كالجفاف، أو البرودة، أو ملوحة التربة أو غيرها من المعوقات البيئية.

ويستهدف برنامج الأبحاث الذي تتبناه منظمة اليونسكو Man and the Biosphere (MAB)، تطوير الأسس العلمية لاستخدام وصيانة موارد الغلاف الحيوي وذلك للحفاظ على

التوازن البيئي، حتى تستمر الحياة على سطح الأرض. كل هذا يُبرز أهمية دراسة الجغرافية الحيوية في مجال التخطيط وعلى كافة المجالات.

٢ . **الجغرافية الحيوية والغذاء:** لجأ الإنسان في بحثه وسعيه عن مصادر جديدة للغذاء بعد التزايد السكاني الكبير نحو استخدام بعض أنواع النباتات الطبيعية، والحيوانات البرية والمائية غير المستخدمة وغير المألوفة كمصادر جديدة للغذاء، وقد استخدم الإنسان في مسيرة حياته عبر العصور نحو ٧٠٠٠ نوع نباتي وحيواني في غذائه، ولكن الإنسان اليوم يعتمد بكثافة على ٢٠ نوع غذائي رئيسي في غذائه كالقمح، والأرز، والدخن، والبطاطا، وغيرها. ويوجد في الطبيعة ٧٥٠٠٠ نوع نباتي ذات أجزاء صالحة للأكل، وهذا يؤكد أهمية الجغرافية الحيوية في الكشف عن المزيد من الأنواع النباتية الطبيعية والحيوانات البرية الصالحة للغذاء. وقد بدأت تباشير هذا الاتجاه في استخدام بعض الأعشاب المائية والبرية في صنع الغذاء البشري، فعلى سبيل المثال سكان تشاد يجمعون الطحالب الزرقاء من بحيرة تشاد منذ زمن بعيد ويستخدمونها كغذاء، وقبائل الأزتك (Aztec) في أمريكا الجنوبية يجمعون الطحالب من حول بحيرات أمريكا الوسطى للغرض نفسه. كما نجحت اليابان في استغلال بعض الطحالب البرية كغذاء بشري، ونجحت في استزراع نوع من الطحالب الخضراء وحيدة الخلية في مياه اليابان للاستهلاك البشري، كما زُرعت الفطور غير السامة مثل عش الغراب (Mushroom) التي ثبت احتوائها على نسبة عالية من البروتين ٧٠%، وكمية كبيرة من فيتامين د.

٣ . **الجغرافية الحيوية والاستجمام والترفيه:** لا تقتصر أهمية الموارد الحيوية عند حد الغذاء والمجالات الاقتصادية الأخرى، وإنما تمتد أهمية المجال الحيوي كمصدر للترفيه والسياحة والاستجمام لما تتسم به الحياة في البيئات الحيوية من نمط مغاير تماماً لنمط الحياة في المدنية التي أصبحت صاخبة ومزعجة وملوثه. إذ يتمتع الإنسان في هذه المناطق الطبيعية بفترات راحة وهدوء، فضلاً عن ممارسة بعض النشاطات الترفيهية كالصيد مثلاً. وهذا يدعونا إلى الاهتمام بدراسة الغلاف الحيوي وضرورة المحافظة عليه. وقد دفع هذا بعض الحكومات الى صيانة ما تبقى من نباتات وحيوانات برية في أراضيها من خلال إنشاء ما يسمى بالحدائق القومية أو المتنزهات العامة، أو الغابات المصانة أو المحميات الطبيعية.

٤ . **الجغرافية الحيوية والنظام البيئي:** إن أهم ما يميز البيئة الطبيعية هو ذلك التوازن الدقيق القائم بين عناصرها المختلفة، حيث تُمثل الموارد الحيوية العناصر الحية الرئيسة للنظام البيئي،

فدراسة هذه العناصر وأهمية دورها في النظم البيئية يُعد أمراً مهماً وضرورياً. فالغطاء الغابي مثلاً يُقلل من ظاهرة الألبيدو، كما يُسهم في ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو، ويُقلل من انجراف التربة وتذريتها، كما يخفف من سرعة الرياح، وكل هذا يؤثر في الدورة الهيدرولوجية (المائية)، ودورة الحت والتعرية. ولهذا فإن المحافظة على النظم البيئية دون خلل أو تدمير يتطلب بالدرجة الأولى الاهتمام بالجغرافية الحيوية وصيانة الموارد الطبيعية الحيوية. لأن ما يجري من تدمير للموطن البيئية للنبات والحيوان، يؤدي إلى انقراض آلاف الأنواع النباتية والحيوانية، ما يؤدي إلى إخلال في النظام والتوازن البيئي.

سابعاً . علاقة الجغرافية الحيوية بالعلوم الأخرى:

ظل اهتمام الجغرافيين بالجغرافية الحيوية محدوداً لفترة طويلة، إلاَّ أنه في الفترة الاخيرة زاد الاهتمام بها، واحتلت مكانها الملائم بين فروع الجغرافية الطبيعية، فالجغرافية الحيوية لم تعد مجرد علم أكاديمي بحت، وإنما أصبحت علماً يتضمن جانباً تطبيقياً مرتبطاً بالكثير من المشكلات التي يعاني منها الإنسان في بيئته. ومن هنا نستطيع تبين علاقة الجغرافية الحيوية بمجالات العلوم الأخرى.

فعلم **أشكال سطح الأرض** (الجيومورفولوجيا) على علاقة قوية مع الجغرافية الحيوية من خلال تأثير أشكال سطح الأرض في الغطاء النباتي الطبيعي والحيوانات البرية، وتأثير الغطاء النباتي الطبيعي والحيوانات البرية فيها من خلال دورة الحت والتعرية العامة في الطبيعة، فالعلاقة بينهما قوية تأثير وتأثر.

أما **المناخ** بعناصره المختلفة فله التأثير الأقوى في الحياة البرية (النبات الطبيعي والحيوان البري) من خلال النظام الحراري والرطوبي للهواء والتربة، حيث تقوم الكائنات الحية بالتكيف والتأقلم مع بيئاتها الطبيعية حسب الظروف البيئية السائدة فيها، فالعلاقة ما بينهما متبادلة.

كما أن **جغرافية التربة** فهي على علاقة وثيقة بالجغرافية الحيوية، ترجع إلى أن النباتات لا يمكن دراستها بمعزل عن التربة التي تنمو فيها والأحوال المناخية التي تسود داخل التربة وفوقها، لذلك لابد أن تشتمل دراسة الجغرافية الحيوية على معلومات كافية حول التربة، وإذا أردنا الحديث عن التربة لا نتحدث عنها على أنها مادة جامدة غير حية إنما مركب ديناميكي حي متفاعل، فالتربة بما تحتويه من كائنات حية عضوية تُشكل غلافاً حيوياً حقيقياً، لذلك ينظر إليها البعض على أنها عنصر من عناصر الجغرافية الحيوية، كما أن النباتات والحيوانات تعتمد على التربة بصورة

مباشر أو غير مباشرة في غذائها لإتمام عملية نموها، وتُسهم الكائنات الحية في عملية تكوين التربة وإغنائها بالمواد العضوية (الدبال) وبهذا التأثير فإن العلاقة متبادلة فيما بين التربة والكائنات الحية.

وتهتم **جغرافية المياه** (الهيدرولوجيا) بدراسة المياه السطحية والجوفية التي هي مصدر الحياة للكائنات الحية، حيث أنه لا حياة بدون ماء، وقال الله تعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي) وتقوم النباتات والحيوانات من خلال الماء بتحقيق كافة العمليات الحياتية اللازمة لنموها، كما تُسهم الكائنات الحية وبخاصة النباتات بشكل مباشر أو غير مباشر بالدورة الهيدرولوجية.

وهكذا نجد التداخل الواضح والعلاقات المتبادلة والتأثير والتأثر ما بين فروع الجغرافية الطبيعية والجغرافية الحيوية. **فالجغرافية النباتية** على علاقة وثيقة مع فروع علم النبات مثل التصنيف النباتي، وفيزيولوجية النبات، وعلم الشكل الظاهري والتشريحي للنبات، والنباتات المنقرضة (الباليونتولوجيا)، وعلم الحفريات النباتية، وعلم النبات الاقتصادي، وعلم الأحياء البيولوجيا، وعلم توزع الأحياء في مجالها الحيوي (بيوكورولوجي Biochoroloyy)، وعلم الحراج الطبيعية، أما الدراسات **الجغرافية الحيوانية** فترتبط إلى حدٍ كبير بعلم الحيوان المقارن، وعلم الأحياء المنقرضة، وعلم البيئات والمواطن الجغرافية بالإضافة إلى فروع الجيولوجية كالجيولوجيا التاريخية، وعلم المناخ، وعلم البحار والمحيطات، أما **علم البيئة** يدرس الكائنات الحية في موائلها (موطن)، والعلاقات القائمة بين مكونات البيئة من كائنات حية مختلفة، وبين مكونات البيئة غير الحية. ويُعد فرع من فروع علم الجغرافية الحيوية الذي يُعنى بالعلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها، وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. وهناك ارتباطاً بين **علم الجيولوجيا** وعلم الجغرافية الحيوية، **فالجيولوجيا الحيوية** Bio geology تُعد قسم من أقسام علم الجيولوجيا مختصة بتعريف الجيولوجيا وصلتها بالكائنات الحية عن طريق علم الأحياء القديمة أو **علم المتحجرات** Paleontology الذي يهتم بدراسة بقايا الأحياء المختلفة التي عاشت على الأرض خلال الفترة الزمنية التي تُقدر بمليارات السنين، ويبحث في أسباب انقراض بعض الكائنات الحية، وفي تطور أي نوع من أشكال الحياة منذ بدء ظهورها على الأرض حتى الآن، والتي تُعد ضرورية لدراسة الجغرافية الحيوية، فالأحياء التي نجدها على سطح الأرض نشأت وتطورت وارتقت خلال الأزمنة الجيولوجية، ولا يُمكن للجغرافي أن يفهمها على حقيقتها إلا إذا بحث في ماضيها، حيث الرجوع إلى الحفريات والتي تُمثل بقايا كائنات

حيوية ونباتية والتي عُثر عليها في تكوينات الصخور الجيولوجية التي هي دليل على وجود الكائنات الحية .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي

تختص الجغرافية الحيوية بدراسة الغلاف الحيوي، أي دراسة (النبات الطبيعي، والحيواني البري، والتربة)، والإنسان من حيث تأثيره في عناصر الغلاف الحيوي وما ينتج عن ذلك من اضطراب التوازن الطبيعي واختلاله، فالغلاف الحيوي يُشكل المادة العضوية المنتشرة بأشكالها، وأنواعها الشديدة التنوع من حيث الزمان والمكان، وبذلك فإن مجالات الجغرافية الحيوية يمكن أن تكون متسعة اتساع الحياة نفسها، وهي بذلك تدرس الجانب العضوي من مكونات البيئة الطبيعية، وكذلك علاقاتها بالإنسان باعتبار أحد عناصرها من جانب، وواحد من أكبر العوامل التي تؤثر فيها من جانب آخر.

أولاً . مفهوم المحيط الحيوي (الغلاف الحيوي) Biosphere وأهميته:

هو الحيز الذي توجد به الحياة بأنماطها المختلفة، ويمتد من أكبر عمق توجد به حياة في البحار إلى أعلى ارتفاع توجد عليه الحياة في الجبال، وبمعنى آخر هو الجزء من سطح القشرة الأرضية (يابس وماء) والغلاف الجوي المحيط بها الذي يتيح فرص وجود أي شكل من أشكال الحياة.

إذ يُعد الغلاف الحيوي أحد الأنظمة الفعَّالة التي تكوُّن كوكب الأرض، وهو أكثرها تميزاً وفعالية، ومن المعروف أن الأرض لها ثلاثة أغلفة مميزة هي : الغلاف الصخري Lithosphere، والغلاف الجوي Atmosphere، والغلاف المائي Hydrosphere، وهي تتفاعل جميعها في المحيط الذي يجمعها كلها وهو الغلاف الحيوي Biosphere، ويتضمن الغلاف الحيوي كل الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وفطريات التي تعيش في هذه الأغلفة الثلاث، وهو ليس غلافاً مستقلاً إنما هو متداخل مع الأغلفة الأخرى للأرض، ويُحدد الغلاف الحيوي في نظر بعض الباحثين بذلك الغلاف الذي يتألف من ثلاثة عناصر رئيسة هي:

- المادة الحية Living Matter: وهي مجموع الكائنات العضوية التي تُشكل كتلة الحياة.
- المادة الناشئة بفعل الكائنات الحية Biogenic Matter: كالمعادن العضوية والمنتجات العضوية التي تنشئها المادة الحية مثل (البترول، والفحم، والبيومين، والدبال).
- الموارد الطبيعية الميتة (المواد المعدنية): تتكون من اتحاد الكائنات الحية، والمواد الطبيعية الميتة، مثل تكوُّن الغازات في طبقات الغلاف الجوي، والصخور الرسوبية، والمعادن، والمياه المعدنية.

وهناك مظهران للغلاف الحيوي:

المظهر الأول: هو التنوع الكبير للكائنات الحية العضوية، فإن الحياة التي بدأت على الأرض قبل نحو ٢٠٠٠ مليون سنة بدأت بأنواع بسيطة من الكائنات الحية أما اليوم فهي أكثر من ٣ ملايين نوع من النباتات والحيوانات والكائنات العضوية الدقيقة، ولكل نوع اهميته الخاصة في الحياة.

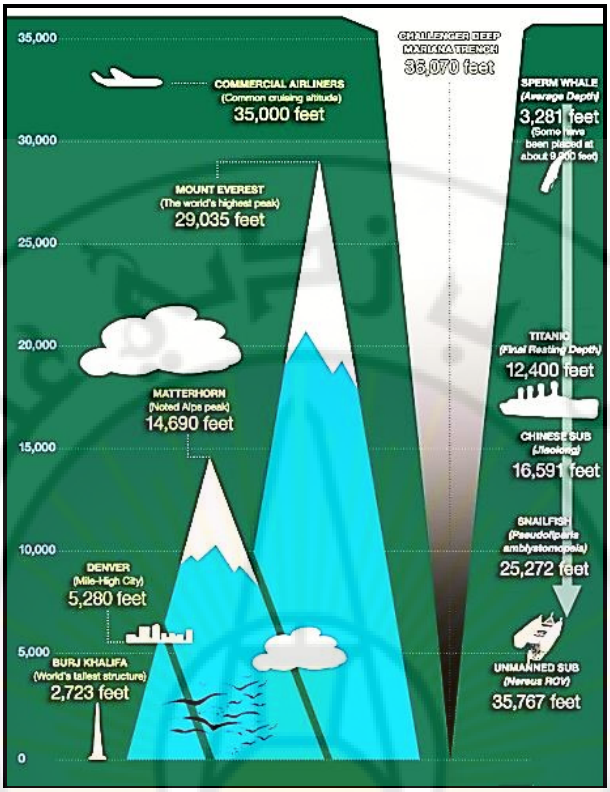
المظهر الثاني: هو النمط غير المنتظم وغير المتناسق لتوزع الكائنات الحية، من حيث كميتها، ونوعها، حيث تتنوع بصورة واسعة على سطح الأرض سواء من حيث خط الطول، أو دوائر العرض.

١. حدود الغلاف الحيوي:

إن حدود الغلاف الحيوي ليست حدود دقيقة بسبب تداخل مكوناته بعضها مع بعض، فأحياناً يوصف الغلاف الحيوي بأنه مجرد غشاء رقيق من الحياة على كوكب الأرض، وأن الغلاف الحيوي الفعلي يمتد عمودياً من جذور الأشجار وجحور الحيوانات في باطن الأرض إلى أعلى ارتفاع تصل إليه قمم الأشجار ويشمل نحو ٢٠٠ متر في الغلاف المائي فقط. أما العالم

الروسي فيرنادسكي يرى أن الغلاف الحيوي يشمل أجزاء من الغلاف الغازي تصل إلى ارتفاع ٢٥ كم، ويشمل أجزاء من الغلاف الصخري، وكامل الغلاف المائي ويمتد نحو ٢ كم تحت سطح الأرض بما في ذلك تحت أعماق البحار والمحيطات. ويتفق بعض الباحثين إلى حد ما مع ما يراه فيرنادسكي، بأن الغلاف الحيوي يصل في ارتفاعه إلى المجال الذي تطير فيه الطيور ويبلغ أحياناً نحو ٢ كم، وأن بعض أنواع الميكروبات والبكتريا اكتشفت حتى ارتفاع نحو ٢٠ إلى ٢٥ كم، وفي باطن الأرض وجدت الميكروبات والكائنات الدقيقة في مكونات البترول والصخور الرسوبية العميقة، التي تصل إلى أعماق عدة مئات من الأمتار، وفي الغلاف المائي وجدت بندرة بعض أشكال الحياة في أعماق المنخفضات أو الوهدات المحيطة على عمق يزيد عن ١١ كم. فالحدود العمودية للغلاف الحيوي هي:

الحد الأدنى للحياة في المياه ١١٠٠٠ متر في وهدات وخنادق المحيطات العميقة (مثل هوة ماريانا). والحد الأدنى للحياة تحت سطح الأرض ٣٠٠ . ٤٠٠ متر. والحد الأعلى للأشجار ١١٠ متر. والحد الأعلى لطيران الطيور العادية ١٠٠٠ متر. والحد الأعلى للطيور المهاجرة نحو ٣٠٠٠ متر. والحد الأعلى لطيران النسر الأمريكي (الكوندور) ٧٠٠٠ متر. والحد الأعلى لوجود الميكروبات الفطرية ١١٠٠٠ متر. والحد الأعلى لوجود البكتريا ٢٢٠٠٠ متر (أي في طبقة الأوزون)، ويوضح الشكل .١. الحدود العمودية الغلاف الحيوي.



الشكل ١٠. الحدود العمودية الغلاف الحيوي

إن وجود أشكال من الحياة في الأماكن المرتفعة في الغلاف الجوي، أو العميقة في الغلاف المائي أو الأرضي، هو وجود استثنائي ونادر، لأن الخصائص البيئية، كالأشعة الشمسية، ودرجة الحرارة أو درجة البرودة، واختلاف الضغط الجوي، ونقص الأوكسجين، والضوء، وغير ذلك من العوامل التي تعيق الحياة في هذه الأماكن.

٢. أهمية الغلاف الحيوي:

للمحيط الحيوي أهمية، ليس فقط لكونه الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحية وتتكاثر، وإنما بوصفه المكان الذي تجري فيه التغيرات الأساسية، الفيزيائية والكيماوية التي تطرأ على المواد غير الحية من الكرة الأرضية، فعلى سبيل المثال له:

• أهمية **جيومورفولوجية**، مثل التفاعل والعلاقات المتبادلة بين النبات والحيوان والتربة والماء وكذلك الإنسان.

• أهمية **حيوية**، كالتأثير المتبادل بين الكائنات الحية، وتأثيرها في غيرها من العناصر غير الحية، ولولا وجود عناصر الغلاف الحيوي ربما كان سطح الأرض مجدباً وقاحلاً.

• كما يضم الغلاف الحيوي النباتات البرية والمائية ولكل منها وظيفتها وأثرها وأهميتها. ويضم الغطاء الحيواني المتنوع، في البر والبحر، من حيوانات كبيرة الحجم وصغيرة، وحشرات وطحالب، وأسماك ورخويات وكائنات دقيقة وغيرها، ولكل منها أثرها وأهميتها.

• والغلاف الحيوي هو **المختبر** الذي تجري فيه تحولات ضخمة للطاقة وتبادلها، وتتم فيه الدورات الطبيعية لمختلف العناصر الطبيعية. من خلاله يمكن دراسة التغيرات الحيوية التي جرت منذ أقدم العصور وإلى الآن.

• كما يضم **الكائنات الحية النباتية والحيوانية الدقيقة**، ولكل منها أثره المهم جداً في تحليل الصخور، وتفكيكها وتكوين التربة وتجديد خصوبتها، وتغيير خصائصها سلباً أو إيجاباً.

• أما **أهميته الاقتصادية** فهي كثيرة ومتنوعة، فهو مصدر للأخشاب سواء كانت وقود أو مواد صناعية كصناعة الورق، وصناعة الحرير الصناعي، وصناعة الزيوت النباتية، وصناعة الأصباغ وغيرها، كما تؤدي الكثير من الأحياء الحيوانية فوائد اقتصادية عديدة غير مباشرة فعلى سبيل المثال: لا يقتصر دور النحل في إنتاج العسل إنما يقوم أيضاً بتلقيح النباتات، فالنحل وغيره من الحشرات من الملحقات المهمة لا يمكن الاستغناء عنها.

• يُعد المحيط الحيوي **مخزناً للجينات الوراثية** التي تملكها الأحياء الفطرية نباتية أو حيوانية التي تظل محتفظة بقدراتها الوراثية العالية طالما ظلت هذه الأحياء في بيئتها الطبيعية. وتُعد هذه الجينات الوراثية العمود الفقري لبرنامج تطوير وتهجين السلالات الزراعية والحيوانية المرباة.

• تبرز أهمية المحيط الحيوي في **قيمته الطبية** حيث يحتوي على الكثير من الأعشاب والمواد الطبية التي تُكتشف كل يوم لتضفي على المحيط الحيوي أهمية بالغة. ما يزيد من هذه الأهمية أن علماء الطب المعاصرين ينادون بالعودة للعلاج بالأعشاب والمواد النباتية ونبذ المواد الكيميائية بعد أن أصبحت العقاقير ذات الأصل الكيميائي تحمل معها من الأخطار الكثير.

• كما تظهر أهمية الغلاف الحيوي في **صيانة التربة** من خطر الانجراف، فالنباتات تعد بمثابة غطاء التربة ضد عوامل الحت والتعرية والتذرية... وما ينجم عن ذلك من فقدان مساحات كبيرة من التربة التي تمثل المخزون الرئيس للمواد الغذائية مما أثر في الانتاج الزراعي.

• كما تؤدي النباتات دوراً مهماً في **تنظيم حركة انسياب المياه** في المجاري المائية، وتقلل من خطر الفيضانات ومخاطر الإطماء.

• يساعد المحيط الحيوي على إحداث درجة من الاستقرار **للأنماط المناخية العالمية**، إذ يؤثر في انتظام درجة الرطوبة النسبية في الغلاف الجوي، وتقليل ظاهرة الألبيدو، وكمية الأمطار الهاطلة، إذ تشير الدراسات أن النباتات تنتح معظم ما تمتصه من رطوبة ٩٠ . ٩٥% ويُقدر أن نحو ٦٠% من مياه الأمطار التي تتسرب داخل التربة تعود مره ثانية إلى الغلاف الجوي عن طريق النتح، ويُقدر نحو ٥٠% من أمطار حوض الأمازون تتولد بفعل تأثير نباتات الغابة المدارية المطيرة، ولكن من المحتمل أن يؤدي إزالة جميع الغابات المدارية وغابات الأمازون إلى تناقص الأمطار.

• يسهم المحيط في **تقليل مخاطر التلوث الجوي** لاسيما الناجم عن تزايد كمية ثاني أوكسيد الكربون، إذ يستوعب الغطاء النباتي في أثناء عملية التركيب الضوئي كمية كبيرة من co_2، حيث تُشير تقارير منظمة الأغذية والزراعة (FAo) أن الغابات تستهلك سنوياً ما بين ٢٠ . ٤٠ مليار طن من الكربون.

• يُمثل المحيط الحيوي **مناطق ترويحية وسياحية** مهمة في عالم بدأ يعاني من اختناقات وضوضاء المدينة.

ثانياً . نشأة المحيط الحيوي وتطوره:

لا شك أن الغلاف الحيوي للأرض تشكل بعد أغلفتها الرئيسة الثلاثة، لأن الحياة على الأرض بدأت في منطقة الالتقاء بين الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري، ثم خُلقت الأحياء على الأرض وبدأت تتأثر بما حولها من هذه الأغلفة مكونة ما يُعرف بالغلاف الحيوي (المحيط الحيوي). لم توجد أدلة توضح بالتحديد الوقت الذي بدأت فيه الحياة على كوكب الأرض، ولكن التقديرات تُشير إلى ما يُقارب من ٣,٥ بليون عام، فإذا كان عمر الأرض يُقدر بنحو ٤,٥ بليوين عام، فإن الحياة بدأت على الكوكب بعد تكونه بنحو بليون عام. والمتوقع أن البناء الداخلي للأرض استقر خلال البليون الأول من عمر الأرض، وظهرت القارات والأحواض المحيطية، وأصبحت البيئة ملائمة للحياة.

وبظهور الحياة على الأرض أمكن إنتاج عنصر جديد في الغلاف الجوي، ألاَّ وهو الأوكسجين، فعلى مر الزمن الجيولوجي كان هناك تداخل بين تطور الحياة وتطور الغلاف الجوي، ويُعتقد أن المكونات الرئيسية لهواء الغلاف الغازي في بداية تكوينه كانت تتألف من غازات مثل ثاني أوكسيد الكربون، والأمونيا، والميثان. وقد ظهر الأوكسجين بعد وقت طويل من ظهور الكائنات

الحية وحيدة الخلية التي كانت تعتمد في حياتها على كبريتيد الهيدروجين الذي تصاعد من البراكين. وبعد فترة زمنية طويلة ظهرت النباتات الخضراء والطحالب، واستخدمت ثاني أوكسيد الكربون، والماء، والضوء الشمسي، والعناصر الغذائية الأخرى لبناء الكربوهيدرات (التمثيل الضوئي) (photosynthesis) التي قامت بها الطحالب والنباتات الأولية التي ظهرت على سطح الأرض، فكانت تستخلص ثاني أكسيد الكربون من الجو وُتطلق الأوكسجين. في هذه العملية يستهلك النبات ثاني أوكسيد الكربون الجوي (والطحالب من المياه العذبة أو البحرية) ويطلق الأوكسجين، وظهرت كائنات حية تحتاج إليه، ففي المرحلة الأولى بدأت تظهر بها الكائنات الحية كانت تعتمد على الماء، والهواء، وضوء الشمس، استمرت الخلايا بالنمو والتطور حتى أصبحت المسطحات المائية تعج بهده المخلوقات وغطّت سطح الأرض بالنباتات، وظهرت الحيوانات المعتمدةً على النباتات في غذائها، فخلال مراحل العصور الجيولوجية التي مرت بها الأرض تدل على أن البحار في العصور الجيولوجية الأولى كانت مليئةً بالأحياء الرخوة أي قبل ما يقارب ملايين السنين، وغمر اليابس بالماء وتراجع عنه عدة مرات ما أدى لتطور الحياة أكثر وظهور الأسماك، والبرمائيات، والحيوانات. ومن المعتقد أن الكائنات التي خرجت من الماء لتعيش على الشاطئ فعلت ذلك بتأثير تيارات المد والجزر، فقد كانت هذه التيارات أقوى بكثير ما هي عليه الآن لأن القمر في ذلك الزمان كان قريباً من الأرض إلى حد ما، وكان تأثير قوة جذبه للماء ظاهراً بشكل ملحوظ، وكانت تيارات المد تحمل معها بعض الكائنات الحية التي تعيش في البحر وتقذف بها على الشاطئ على مسافات بعيدة من البحر، ولذلك فإن هذه الكائنات لم تكن تستطيع العودة إلى البحر عندما ينحسر الماء مع تيار الجزر. وكانت أغلب هذه الكائنات الحية تتعرض للجفاف الشديد عند سقوط أشعة الشمس المباشرة عليها، كما أن كثيراً منها كان يصاب بالعجز لعدم استطاعتها استخلاص ما تحتاجه من أوكسجين من الهواء مباشرة، ولا شك أن كثيراً من هذه الكائنات الحية كانت تتعرض للموت لعدم قدرتها على مقاومة هذه الظروف الجديدة، ولكن بمرور الزمن وبتكرار هذه العملية استطاع بعض منها أن يتأقلم مع هذه الظروف، وتمكن من أن يبقي حياً عدة ساعات حتى يأتي المد التالي، وقد استطعت بعض هذه الكائنات أن تتحول بمضي الوقت إلى كائنات برمائية تستطيع أن تعيش جزءاً من حياتها في الماء، كما تستطيع أن تحيا في الهواء على البر، ومن الطبيعي أن أكثر الكائنات تحملاً لهذه الظروف كان يعيش مدة أطول وبالتالي كان أكثر الأنواع تكاثراً، وكان نسل هذا النوع الجيد أقدر على الحياة من غيره من الأنواع الأخرى. وهكذا في مرحلة ظهور الحياة الطبيعية انتقلت من البحر إلي

اليابسة، وانتشرت بعض أنواع الكائنات الحية على شواطئ البحار والأنهار وحول البرك والمستنقعات.

ثالثاً . نظريات تفسير نشأة المحيط الحيوي:

يهتم علم الجغرافية الحيوية بدراسة الشروط الضرورية لنشأة الحياة، وكيف كانت نشأة الحياة على سطح الأرض؟ سؤال قد طرحه الكثير من العلماء وقاموا بفرض نظرياتهم في هذا الشأن، وتوجد العديد من النظريات العلمية لتفسير ظهور الحياة (المحيط الحيوي) كما نعرفها اليوم، الذي يعتقد أنه يعود تاريخها إلى (٥,٣ . ٨,٣) مليارات سنة.

١ . فرضية التوالد الذاتي:

تقول النظرية أن الغازات التي كانت تكوّن الغلاف الجوي في هذا الوقت هي: الميثان، والأمونيا، وثاني أكسيد الكربون، والماء، والكبريت، وهي غازات بركانية نتجت من طبيعة الأرض في ذلك الوقت، وكانت الأرض في ذلك الوقت مكَّونة من أراضي بركانية عديدة، وأن طبيعة الأرض مع وجود الغازات البركانية والعواصف البرقية أدى إلى أن المواد المعدنية غير عضوية تفاعلت بعضها مع بعض وأنتجت المواد العضوية المكَّونة من الأحماض الأمينية التي أدت إلى تكوين البروتينات، ومن هنا بدأت الحياة على الأرض وسُميت هذه النظرية **بالتوالد الذاتي**، حيث لاحظ بعض العلماء تكوّن بعض البكتيريا على الخبز، ووجود بعض الديدان في الطعام المتعفن إذا تُرك في العراء، فافترضوا أنه قد حدثت بعض التفاعلات الكيميائية التي أدت إلى ظهور هذه الكائنات. ومن المواد التي ساعدت على حدوث هذه التفاعلات هو سيانيد الهيدروجين أو حمض سيان الماء hydrocyanic acids هو حمض لا عضوي، الذي نتج من المذنبات التي كانت تسقط على الأرض قبل ملايين السنين، وبتأثير الأشعة فوق البنفسجية، تسارعت هذه التفاعلات بوجود أشعة الشمس، فتوفرت هذه الظروف عند نشوء الأشكال البدائية للحياة على الأرض، وبعد أن بردت الأرض أصبحت تربة خصبة، وبدأت تلك التفاعلات في الحدوث، ويرجح أن الأماكن التي حدثت فيها هذه التفاعلات هي الينابيع الحارة البركانية، وذلك لكثرة انبعاث غازات الهيدروجين، وثاني أوكسيد الكربون، في هذه الأماكن، وقد ذكر العلماء أن هذه الظروف اجتمعت مرة واحدة أي أن الحياة بدأت مرة واحدة ولم تتكرر ثانية، لأن الحياة أخذت في التوارث من جيل إلى جيل، ولكنليس هناك إجابة قاطعة على كيف انتقلت الحياة من مواد غير عضوية،

ثم إلى مواد عضوية، ثم إلى خلية معقدة، ثم إلى كائنات أكثر تعقيداً، وفي الحقيقة أنه مع تقدم العلم أثبت خطأ وعدم صحة نظرية التوالد الذاتي .

٢ . فرضية التخليق أو البناء الضوئي:

حسب هذه النظرية بدأت أول النباتات الحقيقية في الظهور على سطح الأرض، وهي النباتات التي لم تعد تعتمد في الحصول على غذائها على التهام مركبات الكربون الذائبة في الماء، بل تولت بنفسها تصنيع وتخليق ما تحتاجه من هذه المركبات العضوية في خلاياها من مركبات بسيطة مثل غاز ثاني أوكسيد الكربون، والماء. وتعرف هذه العملية اليوم باسم **التخليق أو البناء الضوئي**، ويقوم النبات فيها بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو، والماء من التربة، ويصنع منها في وجود ضوء الشمس، وفي وجود المادة الخضراء الموجودة بخلاياها والمعروفة باسم اليخضور وبعض المواد الكربوهيدراتية مثل السكر، كل ما يحتاجه من بروتينات ودهون وغيرها من المركبات العضوية المساندة للحياة، وتقع أهمية هذه الفرضية في أن النباتات عامل حاسم في ظهور الحياة إذ جعلتها قادرة على اختزان طاقة الشمس في أجسامها، كما أنه تتم عن طريقها تصنيع كل ما نعرفه من أنواع الغذاء على سطح الأرض، ومازالت طريقة التخليق أو البناء الضوئي هي المصدر الرئيس لغذاء كل من النبات والحيوان حتى اليوم .

٣ . فرضية التبذر الشامل (بذور الحياة) أو النطفة الفضائية Panspermia:

تقوم الفرضية على فكرة قدوم الحياة إلى الأرض عن طريق الفضاء، تقول الفرضية: بأن **بذور الحياة** كانت موجودة مسبقاً منذ نشوء الكون، وأنها وصلت إلى كوكب الأرض، وبدأت بالارتقاء بسبب قابليتها للحياة. فالعالم فرانسيس كريك هو من أشهر مؤيدي هذه الفرضية التي تُفسر نشأة الحياة على الأرض جاءت النظرية التي تفترض أن الحياة لم تأت من كوكب الأرض إطلاقاً، فربما كان قد تم نثر بذورها عبر النظام الشمسي كله أو حتى من الكون كله في شكل كائنات دقيقة متموضعه على سطح الكويكبات أو المذنبات، وانتقلت من كوكب آخر عن طريق الشهب أو النيازك، وقد تم إثبات أن بعض أنواع الشهب تحتوي على ١٤% من وزنها مواد عضوية، كما أن النيازك تحتوى على ٥% من وزنها مواد عضوية التي ربما تكون السبب في نشوء الحياة على الأرض، ولكن في الحقيقة تم إثبات خطأ هذا الفرض لعدة أسباب منها، هو أن الفضاء ملئ بالإشعاعات النووية الكفيلة بقتل أي نوع من أنواع الحياة، كما أن النيازك التي تنتج من تصادم الكواكب حتى وإن كانت تحمل مواد عضوية أو كما يسمونها بذور الحياة، فإنه من الصعب أن تقطع بذور الحياة كل هذه المسافة عبر الفضاء الخارجي وتصل إلى الأرض ببساطة غير أنه

إذا قطعت كل هذه المسافة افتراضاً فإنها ستحترق بمجرد اصطدامها بالغلاف الجوي الذي يرفع من درجة حرارتها بشدة، كما أن نسبة المواد العضوية أو بذور الحياة في هذه النيازك تكون ضئيلة جداً، ولا يحتمل أن تكون هي التي سببت نشأة الحياة على الأرض ثم تطورها، وبعد أن تكونت هذه المواد العضوية بدأت تتطور إلى كائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا التي نشأت من عفن الطين، وفي هذا الوقت لم تكن الخلية متميزة إلى نبات أو حيوان ثم أخذت هذه الخلية في الانقسام إلى خليتين إحداهما خلية نبات، والأخرى خلية حيوان، ثم بعد ذلك أخذت خلية النبات بالبحث عن طريقة لتحصل على مادة الكلوروفيل لتقوم بعملية البناء الضوئي وتتكاثر وأخذت تحيط نفسها بمادة السليلوز لحماية نفسها واستغلال الطاقة الناشئة عن عملية البناء الضوئي، وفي المقابل عاشت الخلية الحيوانية على النباتية، وتعددت إلى أنواع مختلفة من الحيوانات على الأرض، ولا أحد يعرف كيف تطورت الحيوانات أو الكائنات وحيدة الخلية إلى كائنات متعددة الخلية، أو كيف انقرضت حيوانات وجاءت حيوانات أخرى .

٤ . فرضية المحيط الحيوي العميق الساخن:

طرحها توماس جولد في سبعينات القرن الماضي، والتي أسماها الكون الحيوي العميق الساخن، تشير بأن الحياة قد تكون نشأت على أعماق كبيرة تحت الأمواج، وحول فتحات المحيطات الدافئة، لأن عمق الأرض أكثر البيئات أماناً للكائنات الحية لتحمي نفسها من الاضطرابات (النيازك، والشهب، والانفجارات البركانية ...) وبالاعتماد على الإمدادات المستمرة من غاز الميثان المنبعث من قشرة سطح الأرض، كانت تتغذى الكائنات الحية باستخدام مركبات غير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين المنطلق بدلاً من التمثيل الكيميائي. وقد تم بالفعل اكتشاف أنواع تزدهر بعيداً تماماً عن أشعة الشمس تحت سطح الماء على أعماق لا تقل عن ٥ كيلومترات. حيث تُمثل فوهات المياه الحرارية وما يحيطها أماكن لبيئة حيوية تعيش عليها أحياء من أنواع خاصة، والعامل الرئيسي في تغذية تلك البيئات الحيوية هو التمثيل الكيميائي للبكتيريا مثل البكتيريا القديمة **اركية Archaea** وبكتيريا الكبريت الخضراء التي تستغل أكسدة كبريتيد الهيدروجين وحرارة تلك الفوهات لتكوين مركبات عضوية من مواد غير عضوية، واستغلال ثاني أوكسيد الكربون كمصدر للكربون في تكوين مركبات، ومن تلك الأحياء التي تعتمد على تلك البكتيريا **الديدان الأنبوبية كبيرة** Riftia pachyptila الريفتيا باكيفتيلا التي تعيش في تعاون حياتي مع بكتيريا من نوع يسمى بروتيو بكتيريا هذه البكتيريا قادرة على القيام بعملية التمثيل الكيميائي، وبما أن الدودة الأنبوبية لا تستطيع الحصول على غذاء بنفسها إذ ليس

لها فتحة فم وليس لها أمعاء، ولهذا فإن حياتها معتمدة على التعايش مع هذه البكتيريا، تستخدم تلك البكتيريا مركبات الكبريت لاسيما كبريتيد الهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون الذائب في الماء وتحويلها إلى مواد عضوية عبر سلسلة من التفاعلات، وبذلك تمد الديدان بالطاقة والكربون، وتقوم تلك الكائنات الميكروبية بترسيب المعادن والمركبات الكيميائية في قواعد الفوهات المائية الحرارية للمدخنات السوداء، وبذلك تتم الدورة الحياتية لكائنات هذه البيئة.

لقد اعتمد القائمون على الدراسة الجديدة على كل تلك الآراء وغيرها من الاعتقادات، والدراسات والاكتشافات السابقة، وذلك رغبة في تكوين نظرية، قد تكون أساساً في فهمنا لنشوء الحياة على الأرض فانقسم العلماء إلى ثلاث مجموعات لتفسير كيف نشأة الحياة على سطح الأرض:

تقول المجموعة الأولى من العلماء: في بداية الأمر كان كل ما هو موجود عبارة عن مواد كيميائية بسيطة، وكانت المسؤولة عن ظهور الأحماض الأمينية، البنية الأساسية للبروتينات والضرورية لخلق وحيدات الخلية، ولكي تنشأ الحياة على الأرض، كان يجب أن يسبقها تكون جزيئات الحمض النووي الريبوزي RNA، والحمض النووي الريبوزي هو واحد من ثلاثة جزيئات ضخمة بيولوجية التي تُعد أساسية لكل أشكال الحياة (الحمض النووي الريبوزي، والأوكسجين، والبروتينات). وجزيء RNA فصل نفسه عن الأحماض الأمينية البدائية، والمواد الكيميائية الأخرى، لبناء أول بروتين سُميَ بيبتايد Peptide bond ومن بعدها لصناعة مستعمرات وحيدة الخلية. ويلعب DNA دوراً أساسيّاً كمخطط في الخلية، حيث يحمل كل المعلومات الوراثيّة اللازمة لنمو الخلية، للحصول على المواد الغذائية والتكاثر.

من هؤلاء العلماء نذكر العالمان **ميلر ويوري** اللذان قاما بإجراء تجربة عام ١٩٥٣م، لتحضير أحماض أمينية بسيطة باستخدام المكونات التي يعتقد أنها تُكّون القشرة الأرضية قديماً، وكانت تشبه تلك الأحماض التي تكون سلاسل بروتين البروتوبلازم، وهي : الماء، والميثان، والأمونيا، والهيدروجين، والجزيئات العضوية الأخرى التي تُعد لبنات أساسية للحياة، بما فيها اليوريا، والفورمالدهيد (مركب عضوي، وهو غاز عديم اللون في درجة الحرارة العادية، سريع الذوبان في الماء وقابل للاشتعال اسمه النظامي ميثانال)، وسيانيد الهيدروجين (حمض سيان الماء، يُسمى بحمض البروسيك هو حمض لا عضوي)، والقواعد والأحماض الأمينية، إلا أنها كانت أبسط كثيراً، ولم يعط العالمان أو غيرهما تفسيراً مقنعاً لأحداث النشاط البيولوجي لأول مرة، تعد التجربة دليلاً على النشأة الأرضية للحياة، ولكنها كباقي التجارب لم تشرح آلية ذلك.

وفي آخر الأبحاث التي أُجريت في هذا الموضوع، تم الكشف عن مُكون بدائي ساعد في صناعة الأحماض الأمينية، والتي تدعهما فكرة تطور الكائنات من خلايا وحيدة الخلية، إلا أن كيفية تَجمُّع الأحماض الأمينية لتكوِن البروتينات ما زالت لغزاً يحير العلماء.

قام المجتمع العلمي بتحديد والتعرف إلى أقدم سلف لكل الكائنات الحية الموجودة حالياً على الأرض، وقد عاش هذا السلف قبل ٣,٦ مليار عام، وسُمِيَ بـ **لوكا (LUCA)**[١]، هذا السلف على الأغلب كان وحيد الخلية، وانطلاقاً من لحظة وجود لوكا، فإنه من السهل تخيل كيفية تطور الحياة كما نعرفها اليوم، لكن ومع هذا فلا وجود لدليلٍ دامغ لكيفية نشوء لوكا من المواد الكيميائية المهتاجة بسبب الغليان، والتي تكَونت على الأرض بعد تَشكُل الكوكب قبل ٤,٦ مليار عام، هذه المواد الكيميائية التي تفاعلت لتُنتج الأحماض الأمينية والتي استمرت لتكون البنية الأساسية في جميع الخلايا الحية في وقتنا الحالي.

أما **المجموعة الثانية من العلماء** : فتعتقد أن تطور عمليات **الأيض** سبق ظهور الحياة على الأرض، والأيض هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائن تحافظ على الحياة، والأهداف الرئيسة الثلاث للأيض هي تحويل الغذاء (الوقود) إلى طاقة لتشغيل العمليات الخلوية، وتحويل الغذاء إلى وحدات بناء للبروتينات، والدهون، والأحماض النووية، وبعض السكريات، وإزالة الفضلات الأيضية النيتروجينية، وبناء المواد الكربوهيدراتية، والبناء الضوئي عبارة عن العملية التي تبنى فيها الخلايا النباتية الخضراء مواد كربوهيدراتية معينة من ثاني أوكسيد الكربون والماء في وجود الطاقة الضوئية، وفيها يتصاعد الأوكسجين كناتج ثانوي.

فيما تعتقد **المجموعة الثالثة من العلماء** بضرورة ظهور أغشية الخلايا قبل نشأة الحياة: ففي **المرحلة الأولى** : تكوّن جزيء قادر على مضاعفة نفسه، يُقدر أن هذا الجزيء هو RNA وليس DNA ولفترة طويلة استُخدم الـ RNA كمادة وراثية تُضاعف نفسها، وكمادة تحفز التفاعلات

---

١ . كائن وحيد الخلية شبيه بالبكتيريا، يوصف بأنه الجد المشترك العالمي الأخير Last Universal Common Ancestor يكتب اختصاراً لوكا (LUCA) وقد يساعد هذا الكائن في تحديد كيف بدأت الحياة على الأرض في فترتها المبكرة جداً. عاش هذا الكائن في الفتحات الموجودة في أعماق البحار، حيث تندلع أعمدة معدنية غازية من مياه البحر التي تتفاعل مع المواد المنصهرة التي تأتي من قاع المحيط. وطبقًا لما ذكرته الدراسة التي نشرت في مجلةNature Microbiology، فإن لوكا كائن لاهوائي، يقوم بتثبيت غاز ثاني أوكسيد الكربون، ويعتمد على مسار تمثيل غذائي خاص بالهيدروجين يسمى مسار وود ليوندالWood–Ljungdahl pathway ، بالإضافة لتمكنه من تثبيت غاز النيتروجين، وهو كائن محب للحرارة.

الكيميائية (إنزيم)، حتى يومنا هذا، يُوجد عدد من الإنزيمات تدمج في عملها عناصِر مهمة من RNA مثل الريبوزوم، لاحقاً اسُتبدل الـ DNA بـ الـ RNA كمادة وراثية بسبب ثباته، سُميت هذه النظرية عالم الـ RNA لاحقاً، نجح الجزيء الذي يُضاعف نفسه، في عزل نفسه داخل غشاء يحميه من البيئة، ويُساعده في توفير الشروط اللازمة لمضاعفة نفسه وهكذا، عملياً ظهرت الخلية الأولى.

أما المرحلة الثانية: هي تطور الخلية ذات النواة، إذ إنها تحتوي على نواة وعُضيات[1] أخرى محاطة بأغشية تفصلها بعضها عن بعض، ولكل عُضي منها يوجد DNA خاص به، يمكِّنُه من ترجمة ما يحتاجه من زلاليات (البروتين)، التفسير لهذا هو ابتلاع طحلب قادر على التركيب الضوئي، في الحقبة القديمة من قبل خلية أخرى، بدلاً من هضم عُضيات الميتوخوندريا (Mitochondria)[2] والكلوروبلاستيد (Chromoplasts)[3] داخل الخلية التي ابتلعتهما، فقد تمكنا من البقاء، وطورا علاقة تبادلية مع الخلية المفترسة، وبدأتا بالانقسام معها، تسمى هذه **الفرضية بالتكافلية .**

المرحلة الثالثة : هي إنتاج كائنات عديدة الخلايا، تكون بسيطة في البداية وبعد ذلك معقدة، بعد نحو مليار سنة ظهرت مصادر كل الأنواع الموجودة اليوم، وتسارعت سيرورة تطور الحياة بشكل هائل، واستغرق ظهور الخلية الأولى نحو مليار سنة، بعد مليارين من السنين، ظهرت الكائنات عديدة الخلايا الأولية، لكن بعد مليار من السنين، ظهر تنوع كبير من الكائنات عديدة الخلايا من أَجناس وأنواع متعددة، وسبب ذلك هو خلق شروط تُتيح إمكانية الحياة، وعندما تشكلت الخلايا الأولى، بدأت بتغيير بيئتها من خلال إفراز مواد مختلفة منها الأوكسجين، وثاني أوكسيد الكربون، أدت هذه الحالة إلى تغيُر في تركيبة الغلاف الجوي وأسهمت في تكون طبقة الأوزون التي

---

١ . تُقسم الخلايا الحية إلى نوعين: خلايا بدائيّة النواة، وهي خلايا بسيطة التركيب، لا توجد لها نواة مثل: خلية البكتيريا، والنوع الثاني هو خلايا حقيقيّة النواة، تحتوي على نواة محاطة بغشاء مزدوج، مثل: الخلايا النباتيّة، والحيوانيّة.

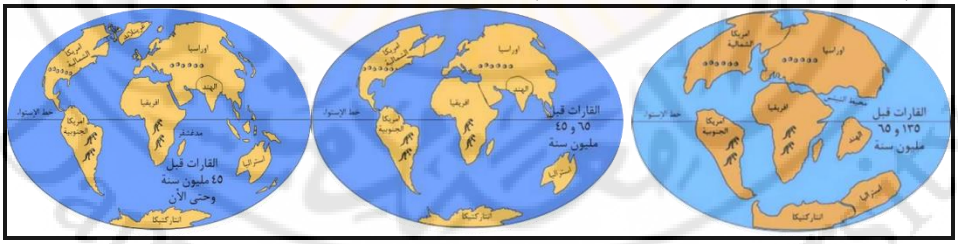
٢ . الإنزيمات الموجودة فيها تقوم بأكسدة المواد الغذائية وهي تقوم بتحويل الطاقة الموجودة في مختلف المواد الغذائية إلى طاقة مختزنة في الانزيمات ATP وتستغل الخلية هذه الطاقة في القيام بنشاطاتها المختلفة

٣ . تحتوي على مادة ذات تركيز عالي تسمى بالكلوروفيل التي تعطي اللون الأخضر للنبات. وظيفتها انتاج مواد عضوية (السكريات) من الماء وثاني أكسيد الكربون بواسطة الطاقة الشمسية. هذه العملية تسمى البناء الضوئي.

تصفي الأشعة فوق البنفسجية القاتلة، عند اكتمال الشروط، أي أصبحت البيئة الغنية بالأوكسجين، وانعدام وجود الإشعاعات الخطرة، حصل ارتفاع ملموس في ظهور أنواع جديدة .
تكونت الأنواع وفقاً لقواعد التطور، وأهمها البقاء للأصلح، لقد تطور التنافس على الموارد، وانقسمت الأنواع ما بين مُفترِسِينَ ومُفترَسين، وبدأ التفتيش على بيتِ التنمية المثالي، أنتج هذا التفتيش مع قوى التطور سُلالة من الأنواع المختلفة منها الأسماك، والبرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات، في المقابل حصلت خمس حالات انقراض كبيرة، ما أَتاح ازدهار أنواع جديدة، انقراض الديناصورات (الخامس) ليس الأكبر، لكنه الأكثر شهرةً.

رابعاً . الأحياء على سطح الأرض وتطورها:

الأحياء التي تنتشر اليوم هي نتاج مراحل وعمليات طويلة وكثيرة متتابعة من التطور والتغير والتبدل تحت تأثير جملة العوامل البيئية المختلفة. ولفترة تصل إلى أكثر من ٢ مليار سنة. ويُعتقد أن الحياة أول ما بدأت في البحار، قبل نحو ٢,٥ مليار سنة، في زمن غير محدد في حقب ما قبل الكامبري، أي قبل انزياح قارات العالم التي كانت تُشكل أجزاء من قارات كبرى التي تتكون من أربع قارات هي قارة غندوانا أو القارة الجنوبية، ويمتد في النصف الشمالي ثلاث كتل قارية ضخمة هي قارة لوراسيا Laurasia أو القارة الشمالية. وقارة أركتس Arctis في الغرب. وقارة أنجارا Angara. ويفصل بينهما بحر عظيم هو تيتس Tethes، تعرضت هذه الكتلة إلى حركة شد قوية، فانفصلت قارة اركتس عن قارة انجارا، وانفصلت امريكا الجنوبية عن الجانب الغربي لغندوانا، وأستراليا عن جانبها الشرقي. الشكل .٢. انفصال قارات العالم.



الشكل .٢. انفصال قارات العالم

وبعد سلسلة طويلة من التطور ولفترة تصل إلى نحو ١٥٠٠ مليون سنة ظهرت الحياة على اليابس، وخلال هذه الفترة الزمنية الطويلة أوجدت الكائنات الحية لنفسها أشكالاً مختلفة نتيجة للاصطفاء الطبيعي Natural Selection اختفي خلالها أنواع كثيرة وظهرت أنواع جديدة، ويُعد السجل الحفري للصخور fossils في مختلف الأزمنة الجيولوجية دليل يمكن الاعتماد عليه لمعرفة

التسلسل الزمني لتطور الأحياء، لقد كشف لنا التاريخ الجيولوجي أن الحياة كانت في المياه، ومرت في عملية تطور عن طريق الاكتساب للصفات الجديدة، كما توضح الحفريات أن تاريخ ظهور وانتشار أي نوع نباتي أو حيواني جديد يتبع طريق واحد وهو أن تبدأ بظهور اختلافات منعزلة، ثم تنتشر هذه النماذج بالتدريج البطيء ولفترة زمنية طويلة حتى تصبح هذه الاختلافات هي السائدة، وتتضاءل وتختفي بالسرعة نفسها التي ظهرت بها، ومن أجل تسهيل الدراسة نأخذ تسلسل زمني وفقاً للأزمنة الجيولوجية:

١. الأحياء ما قبل الكامبري: المعلومات قليلة عن هذه الفترة، لعدم وجود آثار لبقايا عضوية في هذا الزمن، اعتقد العلماء بأن الأرض كانت فيه شديدة درجة الحرارة، والجو كان ملتهباً ولم يبرد بعد، ما لم يسمح بظهور الحياة، وقسم أخر من العلماء يؤكد بأن في نهاية ما قبل الكامبري ظهرت نباتات وحيدة الخلية، وحيوانات حلقية وأسماك هلامية، وكانت الكائنات الحية في البداية لا هوائية مع تكون الغلاف الجوي بدأ ظهور النباتات البرية وتكون المركبات العضوية الناتجة عن تحلل هذه النباتات، أما الحياة الحيوانية فكانت نادرة وهلامية أو بدائية ولينة ومن دون هيكل عظمي، وبطيئة الحركة.

٢. زمن الحياة القديمة Palaeozoic (الباليوزوي): هو الزمن الجيولوجي الأول ويشتمل على ست عصور:

أ . الأحياء في العصر الكامبري: كان هذا العصر بداية نشأة الحياة، ظهرت في العصر الكامبري مجموعة كبيرة من أشكال الحياة وقد سمية هذه الحقبة **بانفجار الكامبري**، وهي كائنات عضوية صغيرة وحيدة الخلية، وتطورت حتى أصبحت متعددة الخلايا وكانت غالباً تعيش في البحار وهي تشبه الطحالب أو الأميبا، وكل أشكال الحياة ازدهرت في البحر، أما اليابسة فقد كانت قاحلة ولا يوجد فيها سوى الميكروبيات.

ب . الأحياء في العصر الأوردفيشى: وفي هذا العصر تشكل معظم الغلاف الغازي والمائي للأرض وساد الأرض مناخ معتدل، وتطورت الكائنات العضوية في البحر وسادت السرخسيات والطحالب، وظهر المرجان، واللافقاريات البحرية.

ج . الأحياء في العصر السيلورى: هذا العصر به الكثير من الأحداث منها نشاط باطن الأرض، وكان مناخ الأرض معتدلاً، ما أدى إلى انتشار الحياة النباتية، فانتشرت الأعشاب البحرية، وساد المرجان والإسفنج، وهذا أدى إلى خروج بعض اللافقاريات إلى اليابس لتعيش عليه، كمقدمة لظهور البرمائيات.

د . الأحياء في العصر الديفوني (عصر الأسماك): تطورت الحياة في البحار، وكنتيجة للمد والجزر بدأ زحف النباتات المائية نحو اليابس، حيث شهدت ظهور وتطور نباتات أرضية حقيقية متمثلة في النباتات الوعائية، وفيه تغلغلت النباتات في اليابس، وظهرت النباتات ذات البذور، وظهرت الأسماك في العصر الديفوني وانتشرت وتحول بعضها إلى برمائيات، كما تطورت الحشرات بسرعة كبيرة، ويُسمى هذا العصر **بالعصر ذو التطور الكبير** حيث بدأت النباتات تتنفس الهواء بعدما كانت تتنفس الهواء المذاب بالماء. مع نهاية الديفوني بدأ ظهور الأشجار الكبيرة الحجم، والتي تُسمى بغابة السرخسيات، والتي كانت سبب في وجود طبقات الفحم الحجري.

هـ . الأحياء في العصر الكربوني (الفحمي): بدأ اضطرب باطن الأرض وظهرت الحركات البنائية للجبال عُرفت بالحركة الهيرسينية، وشهد **عصر الكربوني** ظهور نباتات أرضية من أنواع السرخسيات العملاقة، وظهرت نباتات حاملة للبذور، وفي نهايته ظهرت أوائل الصنوبريات التي حلت محل السرخسيات العملاقة، وخلاله خرجت البرمائيات إلى اليابس وانتشرت معتمدة على الغطاء النباتي المتوفر، وبدأت بعض الزواحف في الظهور والانتشار، وانتشرت الحشرات.

و . الأحياء في العصر البرمي (عصر الصنوبريات): بقيت القارات في هذا العصر على أوضاعها، واستمر خلاله آثار الحركة الهرسينية، انتشرت فيه الزواحف الثديية، سادت الصنوبريات على حساب السرخسيات لذلك يطلق على العصر البرمي **عصر الصنوبريات**، وفي عصر البرمي نهاية الزمن الأول اختفت بعض الأنواع الحيوانية والنباتية، وظهرت أنواع جديدة بدلاً منها، وشهد هذا العصر أكبر انقراض جماعي في التاريخ لأعداد كبيرة من الحيوانات، وأُطلق على هذا العصر **الانقراض العظيم**، ويعد الانقراض الوحيد من نوعه الذي أدى إلى اختفاء جماعي لمعظم أنواع الحشرات. **أسباب حدوث الانقراض العظيم:** أشار بعض علماء الجيوكيمياء إلى أن الضغط الكبير الذي تعرضت له الأرض والحياة المائية في ذلك العصر تسبب في حدوث العديد من الانفجارات البركانية بصورة سريعة وفي أزمنة متقاربة، وذلك أدى إلى تحول بيئة المحيطات إلى أوساط حامضية ما أثر بدوره في الكائنات الحية المائية آنذاك، وتسبب في اختفاء نحو ٩٥% من أشكال الحياة المائية، ونحو٧٠% من الزواحف، والبرمائيات، والأنواع النباتية عن سطح الأرض، وتم تصنيف مرحلة العصر البرمي على أنها من أكثر المراحل التاريخية تعقيدًا جيوكيميائياً، وبنهاية هذا العصر يكون انتهى الزمن الأول من عمر الأرض زمن الحياة القديمة Palaeozoic (الباليوزوي)، ويبدأ الزمن الثاني.

٣. زمن الحياة الوسطى Mesozoic (الميزوزوي): شهدت الحياة الوسطى تطورات وتغيرات في الأحياء النباتية والحيوانية، ويقسم إلى ثلاثة عصور:

أ . الأحياء في العصر الترياسي: كانت القارات بالغة الارتفاع وشديدة التضريس وكانت المناخات جافة أو شبة جافة باستثناء أطراف القارة الأم غندوانا (القطبية الجنوبية) وماتت أغلب الحيوانات والكائنات الضعيفة، ولم يبقَ سوى الحيوانات المفترسة التي تغلبت على تقلص الغطاء النباتي بافتراس الحيوانات. شهد عصر الترياسي زيادة في أشجار السيكاد Cycade نباتات تشبه أشجار النخيل، والسراخس، والصنوبريات. وفي مجال الأحياء الحيوانية ظهرت الكثير من الزواحف البحرية العملاقة، والطيور الكبيرة.

ب . الأحياء في العصر الجوراسي (عصر الديناصورات**):** تحول المناخ إلى مناخ رطب، رغم أن توزع القارات لم يختلف كثيراً، انتشرت فيه الزواحف البرية والحيوانات الهوائية، حيث تطورت **الزواحف الكبيرة** وظهرت أولى **الديناصورات،** لذلك يسمى أحياناً بعصر الديناصورات، وانتشرت الحشرات السامة، وأسلاف الطيور، وأولى أشكال الطيور والثدييات الحالية.

ج . الأحياء في العصر الكريتاسي (العصر الطباشيري): زادت فيه أنواع وأعداد الثدييات الصغيرة البدائية كالكنغر وانتشرت النباتات الزهرية، ظهرت أشجار البلوط، والدردار والأشنيات، وارتبط ظهور الحشرات في هذا العصر إلى حدٍ كبير بالنباتات كاسيات البذور، ومن هذه الحشرات اليعسوب، وكان أغلب الحشرات في ذلك العصر مشابهه لحشرات اليوم كما ظهرت الديناصورات ذات الريش والتماسيح، ومنذ نحو ١٢٠ مليون سنة عاشت سمكة البكنودونت الرعاشة، وطيور الهيسيرنيس بدون أجنحة، والنورس ذو الأسنان، وكانت الزواحف البحرية لها أعناق كالثعابين، ومنذ نحو ١٠٠ مليون سنة ظهرت سلحفاة الأركلون البحرية وكان لها زعانف تجدف بها، وقناديل البحر، ومنذ نحو ٨٠ مليون سنة كان يوجد بط السورلونس العملاق الذي كان يعيش بالماء وكان ارتفاعه ٦ متر وله عرف فوق رأسه. وفي هذه الفترة عاش ديناصور البرانصور المتعطش للدماء، وحيوان الإنكلوصور الضخم وهو من الزواحف العملاقة وكان مقوس الظهر وجسمه مسلح بحراشيف عظمية، وشهد هذا العصر نشاط انزياح لقشرة الأرض وأنشطة بركانية، وفيه وقع انقراض أودى بحياة الديناصورات منذ نحو ٦٥ مليون سنة، وقضي على ٥٠% من أنواع اللافقاريات البحرية، ويقال أن سببه مذنب ارتطم بالأرض أحدث بعض الحفر العميقة ما أدى إلى غبار وزوابع غبارية أدت إلى حجب أشعة الشمس عن الأرض لفترة طويلة، إضافة إلى انفجار البراكين، ما أدى إلى فناء عدد كبير من الكائنات الموجودة على سطح الأرض في هذا

العصر، ومنذ نحو ٧٠ مليون سنة ظهرت حيوانات صغيرة لها أنوف طويلة، تُعد الأجداد الأوائل للفيلة والخرتيت وأفراس البحر والحيتان المعاصرة . وانتهى العصر الكريتاسي بانقراض الديناصورات باستثناء الطيور منها.

٤ . زمن الحياة الحديثة Cenozoic (السينوزوي): يضم فترتين هما:

أ . الأحياء في الزمن الثالث الكاينوزوي Cainozoic (زمن الثدييات): انتشرت بسرعة النباتات ذات البذور الكأسية ومغلفات البذور، وبدأت المجموعات النباتية الرئيسية تحتل مناطقها الحالية على سطح الأرض، وفيه انتشرت الثدييات والحيوانات ذات الحوافر، وظهرت الأفاعي والثعابين، ودخلت الثدييات مرحلة الذروة بظهور الرئيسات (Primates) التي تعد أجداد القردة والسعادين. وعصور هذا الزمن:

١ . الأحياء في عصر الإيوسين Eocene: ساد الأرض مناخ مداري ومعتدل، ففي أوربا كانت تسود نباتات شبيهة بما هو موجود حالياً من نباتات في السودان، ونباتات الأقاليم المعتدلة انتشرت في المناطق الي تُعد حالياً قطبية وشبه قطبية، عُثر على حفريات من رواسب حوض الوم Alum Bay (خليج في الغرب من جزيرة وايت انكلترا)، تدل على وجود أشجار النخيل، وأشجار دائمة الخضرة، كما عُثر في جزيرة غرينلاندا على حفريات لصخور هذا الزمن تحتوي على أشجار عريضة الأوراق، أما حيواناته انتشرت فيه الثدييات، حيث ظهرت أول أنواع الثدييات الحديثة في بداية عصر الإيوسين، وانتشرت القرود، وظهرت الثعابين.

٢ . الأحياء في العصر الأوليغوسين Oligocene: ساد الأرض مناخات تميل إلى الرطوبة، وانتشرت به الأعشاب، وانحسرت أشجار النخيل، وشهد ظهور الثدييات الحديثة كالخنازير البرية ذات الأرجل الطويلة، كما ظهرت القطط البروايلورس Proailurus حيوان صغير أكبر قليلاً من القطط المنزلية، وحيوان الكركدن الضخم، كما ظهر الفيل المائي، وكان فمه واسعاً وله نابان مفلطحان لهذا أطلق عليه حيوان البلاتيبلادون الذي كان يعيش على الأعشاب المائية. وكانت الطيور كبيرة، ومن بينها النسور والطيور العملاقة التي كانت تشبه النعام إلا أنها كانت أكبر منها حجماً. وكانت لا تطير بل تعدو، ووجد طائر الفوروهاكس العملاق وكان رأسه أكبر من رأس الحصان ومنقاره يشبه الفأس، كما زاد أعداد القردة.

عُثر على أحافير من هذا العصر بصفة خاصة في حفرة ميسيل منجم كان يُستغل في استخراج سجيل زيتي في ألمانيا، حيث عثر على أحفورة مستحاثه كاملة في الحفرة عرفت لاحقاً باسم آيدا[1]، وتعد الأحفورة الوحيدة المكتملة من الرئيسيات التي تمَ اكتشافها عبر العصور.

٣ . الأحياء في عصر الميوسين Miocene: شهد هذا العصر الكثير من الحركات البنائية للجبال عُرفت بحركة الألبية . الهيمالائية، وكان مناخ العصر أبرد من مناخ العصر السابق، وتشكلت صفحة كبيرة من الجليد فوق قارة القطب الجنوبي، وفي نصف الكرة الشمالي تحولت مساحات شاسعة من الأرض كانت مغطاة في السابق بالغابات الكثيفة إلى مروج عشبية، كما ظهرت الصحاري. واشتملت حيوانات العصر على عدد من الثدييات، منها وحيد القرن والجمال والقطط والخيول، وظهر في هذا الزمن حيوان الصناجة أو المستودون ضخم يشبه الفيل، والراكون وابن عرس. وعاشت في هذا الحين قرود كبيرة، وفي البحار تكاثرت الحيتان والفقمة، والأسماك التي يتميز بها عصر الميوسين أسماك القرش الضخمة ويسمى هذا القرش كاركارودون Carcharodon megalodon.

٤ . الأحياء في عصر الباليوسين Pliocene: أخر عصور الزمن الثالث، وفيه عاد الهدوء للأرض وواصلت القارات زحفها حتى استقرت في وضاعها الحالي تقريباً. وبقيت المناطق المعتدلة تشمل أوسع مدى واشتملت مناطق الغابات الرطبة، إضافة إلى ظهور المناطق الجافة، وفي نهايته ظهرت الغطاءات الجليدية في المناطق القطبية، وفيه تم انحصار أشجار كثيرة من النباتات، وظهور أنماط جديدة من النباتات المعتدلة وتطورت شكل الثدييات إلى أشكالها الحالية، وظهرت حيوانات الجربيات والقوراض، والحيوانات ذوات الخف والحافر، والقرود المتطورة، ويُعتقد أن فيه تم تدهور الزواحف الضخمة.

ب . زمن الحياة الحديثة (الرباعي) Quaternary (الأنتروبوجين): ما يميّز هذا الزمن هو حصول دورات متعددة من التغيرات المناخية، أدت إلى تشكيل جليديات واسعة الانتشار على الكرة الأرضية، أثرت هذه الدورات المناخية وما نجم عنها من جليديات وفترات جفاف في المجموعات الحيوانية والنباتية في البحار وعلى اليابسة. وحدوث معظم مراحل تطور الإنسان في

---

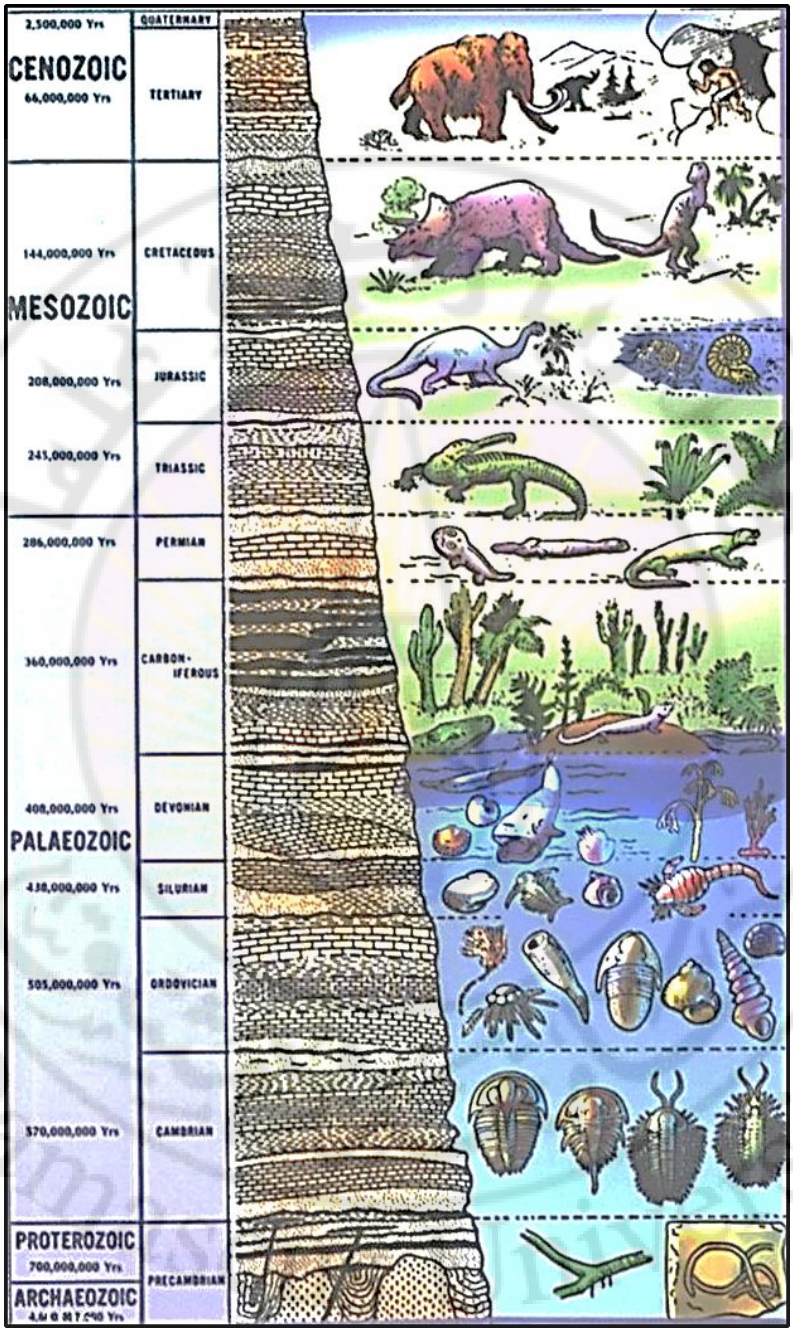
١ . آيدا كانت كائناً صغيراً لها ساقان أطول قليلاً من ذراعيها مما ساعدها على تسلق الأشجار. وعاشت في غابة مطيرة قريبة من حفرة ميسيل وقد ماتت نتيجة لاستنشاقها غاز ثاني أوكسيد الكربون المنبعث من الحفرة، وسقطت في الحفرة حيث حُفظت لملايين السنين بشكل جيد حتى تم اكتشافها.

هذا الزمن، اقترح تسميته بدور الأنتروبوجين Anthropogene period، اتخذ توزع القارات والمحيطات شكله الحالي تقريباً في الزمن الرابع، يُقسم إلى عصرين هما: البليوستوسين والهولوسين.

١ . **الأحياء في عصر البليستوسينPleistocene** (عصر الإنسان): هذا العصر قصير نسبياً، إنّ أكثر ما يُعرف عن هذا العصر أنه عصر الجليد الأعظم Great Ice Age تشكلت فيه بصورة متكررة أغطية جليدية واسعة الامتداد، كانت نباتات البليستوسين وحيواناته مشابهة للنباتات والحيوانات التي تعيش في الوقت الحاضر، إلا أنها تختلف عنها في التوزع المكاني، فقد أدى التغير في المناخ والبيئة إلى تكيفات تطورية جديدة، وإلى هجرات على نطاق واسع لأنماط المجموعات النباتية والحيوانية إلى مناطق أكثر ملاءمة لحياتها، كما أدى أحياناً إلى بعض حالات الانقراض، فقد انقرضت في نهاية البليستوسين، وحتى في الهولوسين، الثدييات الضخمة التي تكيفت مع الأوضاع المناخية الباردة مثل الماموث الصوفي، ووحيد القرن الصوفي، والماستودون، والمدرّع وغيرها من الحيوانات الأخرى، ولم يُعرف تماماً فيما إذا كان سبب الانقراض يعود إلى تغيّرات مناخية أو بسبب الصيد الجائر من قبل الإنسان. الشيء الأهم في عصر البليستوسين هو تطوّر أنواع جنس الإنسان ووصولها إلى النوع الحالي الإنسان العاقل Homo sapiens لذلك سُمي بعصر الإنسان، ويرجع تاريخه إلى نحو ثلاثة ملايين سنة ظهر الإنسان البدائي، قبل نحو ١٠٠ ألف سنة من ظهور الإنسان العاقل الحديث.

٢ . **الأحياء في عصر الهولوسين Holocene:** العصر الحديث Recent ، يُمثّل الفترة الأخيرة من الزمن الجيولوجي الرابع، منذ ١١٠٠٠ سنة وحتى الآن، آخر العصور الجيولوجية وقد بلغ فيه الأحياء أقصى درجة الكمال، وهو عصر الإنسان الحالي، وفي هذا العصر ظهرت الحضارة الإنسانية والكتابة، وأدى ذلك إلى ولادة المجتمع البشري .

وهكذا ظهرت ونمت وتطور الأحياء على سطح الارض منذ فترة ما قبل الكامبري وحتى وقتنا الحاضر، يوضح الشكل .٣. تطور الحياة على سطح الأرض، والجدير بالذكر أن بعض الكائنات الحية البدائية القديمة لا تزال قائمة حتى الوقت الحاضر تركزت في بيئة معينة، واكتسبت خصائص معينة تمكنها من الحياة والازدهار في ظل الظروف البيئية القائمة.



الشكل .٣. تطور الحياة على سطح الأرض

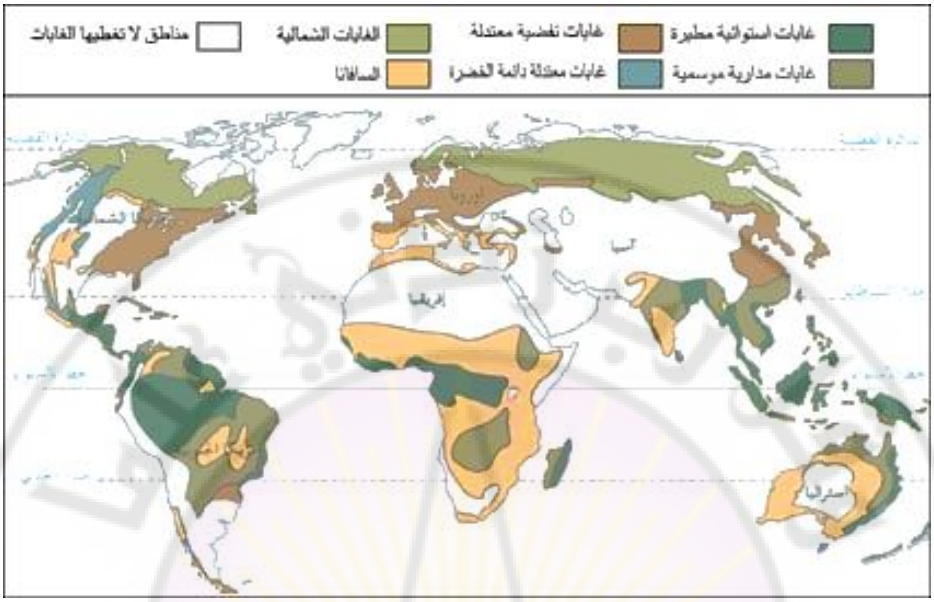
خامساً . البيئة الحيوية والنظام البيئي:

يُقصد **بالنظام البيئي** وحدة بناء الغلاف الحيوي، تتألف من مجموعة عناصر متوازنة، ومتفاعلة، ومُكملة بعضها لبعض، وتسير بانتظام لخلق واقع معين يتمثل في بيئة محددة، ولو حدث أن تم خلل في العلاقة بين هذه العناصر يختل النظام، فالنظام البيئي مجموعة عناصر حية، وعناصر غير حية متفاعلة معاً وظيفياً ضمن منطقة محددة، تكون هذه العناصر المُكونة للنظام متوازنة من حيث الانتاج والاستهلاك حتى يبقى النظام متوازناً، ويؤدي تنوع النظم البيئية إلى تنوع الأحياء في الغلاف الحيوي، حيث أن كل نظام بيئي له نظام حيوي مخصص له، ويدعم أشكال وأنواع مختلفة من الحياة، فعلى سبيل المثال البيئة الجليدية تدعم النظام الحيوي المناسب للدب القطبي والبطاريق، أما البيئة الصحراوية تدعم النظام الحيوي المناسب للثعالب والذئاب والثعابين وهكذا.

ولما كان المحيط الحيوي من الضخامة والتعقيد والتنوع إلى درجة تصعب معها دراسته كوحدة واحدة، على مستوى المحيط الحيوي العالمي، فقد أملت الاعتبارات العلمية أن تكون أبحاث الجغرافية الحيوية، موجه نحو تحليل النظم البيئية الحيوية المختلفة التي يتضمنها المحيط الحيوي العالمي، ولتسهيل دراسته يُقسم إلى بيئات أصغر متميزة بعضها عن بعض، وتُعرف هذه الوحدات الصغيرة بالنظم البيئية الحيوية، فما هو المقصود بالبيئة الحيوية والنظام البيئي الحيوي؟

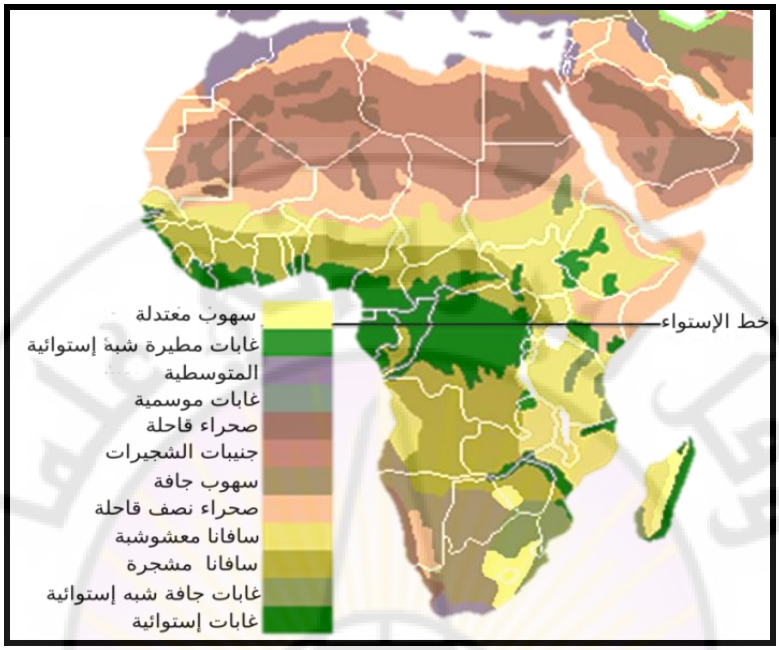
١ . البيئة الحيوية: يُقصد بالبيئة الحيوية كل ما يحيط بالأحياء من عناصر حيوية، وغير حيوية، التي تؤثر في نمو الكائنات الحية، وتطورها، وتوزعها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وقد يتسع هذا المفهوم ليشمل مساحة كبيرة جداً، وقد يضيق ليشمل منطقة صغيرة جداً، وبالتالي نستطيع أن نميز بين ثلاث درجات من البيئة الحيوية على أساس المعيار المساحي وهي:

أ . البيئة الحيوية الكبرى: هو مصطلح يعني **الأقاليم الحيوية (Biomes)**، وعادة ما ترتبط بإقليم مناخي معين مثل إقليم المناخ المداري المطير، أو إقليم الصحراء... لتشكل جميع الأقاليم على سطح الأرض المحيط الحيوي في الخريطة .١. الأقاليم الحيوية (Biomes).



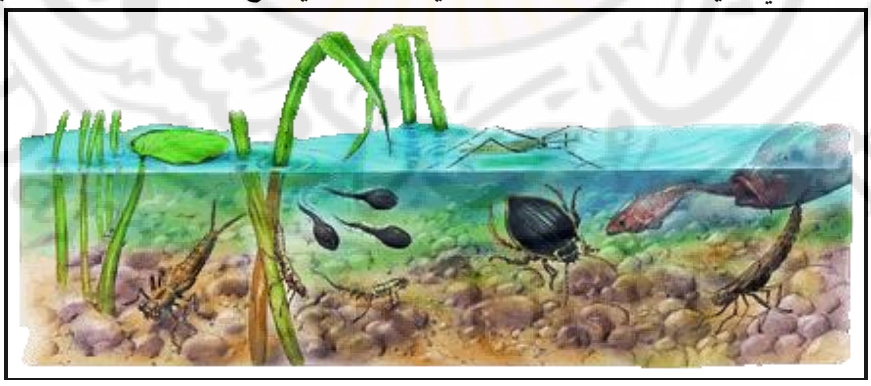
الخريطة .١. الأقاليم الحيوية (Biomes)

ب . البيئة الحيوية المحلية: هي جزء من البيئة الحيوية الكبرى، وهذا يعني أن البيئة الكبرى تنقسم إلى عدد من البيئات المحلية الأصغر، ويكون تحديدها مرتكزاً على التفصيلات التي تُستخدم كأساس للتقسيم أكثر من العموميات، وتكون أكثر أهمية وأثراً في الكائنات الحية لأنها ترتبط بها ارتباطاً مباشراً، ومن هنا يُطلق على المؤثرات التي تؤثر في الكائنات الحية بعوامل البيئة المحلية (Habitat Factors)، ويُصبح للمناخ المحلي، والتربة المحلية، ودرجة انحدار السفوح وغيرها من عناصر البيئة المحلية، أهمية في تحديد مساحة البيئة المحلية، وكثيراً ما تؤخذ عناصر أو مكونات البيئة المحلية لتفسير التغيرات أو الاختلافات الحيوية داخل الإقليم الحيوي الكبير. يبين الخريطة . ٢. البيئة الحيوية المحلية



الخريطة .٢. البيئة الحيوية المحلية

ج . الموئل الحيوي أو الموطن (Habitat . Micro) أو (Bio – tope) : أصغر وحدة مساحيه جغرافية في منطقة ذات ظروف بيئية متماثلة بحيث أنها توفر موطناً لتشكيلات معينة من الغطاء النباتي أو المجموعات الحيوانية، وتكاد أن تكون كلمة موئل حيوي مرادفة لكلمة موطن في سياق علم البيئة، ونستطيع من خلال طبيعة بيئة الموئل الحيوي أن نُفسر بعض الشذوذ الأحيائي الذي نصادفه داخل البيئة الحيوية المحلية. ويوضح الشكل . ٤. الموئل الحيوي.



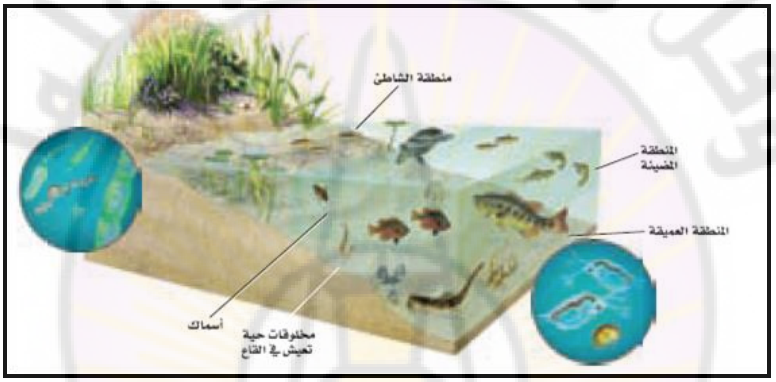
الشكل .٤. الموئل الحيوي

ويمكن تقسيم البيئة الحيوية إلى:

أ . البيئة الحيوية البرية (اليابسة): تتكون من الهواء والتربة، وتتمثل في مجموعة الكائنات الحية التي تعيش على اليابسة، من أشجار، وحشائش، وأعشاب، ونباتات صحراوية، والحيوانات المختلفة من طائرة، وزاحفة، وماشية، ومتسلقة.

ب . البيئة الحيوية المائية: تتكون من:

- البحار والمحيطات حيث تُشكل معظم الموئل المائي على سطح الأرض، وتحتوي على ثلاث مناطق رئيسة هي الرصيف القاري، والمنحدر القاري، والأعماق السحيقة، يوضح الشكل .٥. الموئل المائي للبحار والمحيطات.



الشكل .٥. الموئل المائي في البحار

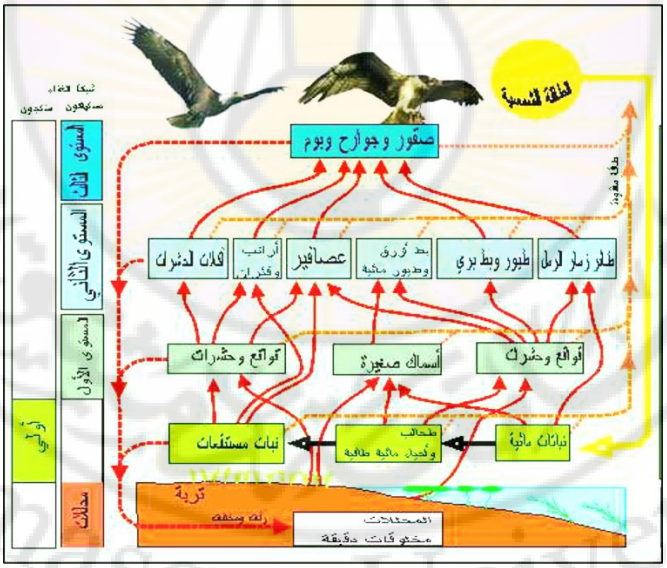
- المياه العذبة التي تشمل موائل المياه العذبة، في الجداول والأنهار، والمصبات، والبحيرات التي يمكن تقسيمها رأسيا اعتماداً على مقدار اختراق الأشعة الشمسية.

إذا كان الكائن الحي ابن بيئته، فإن النبات ابن البيئة وصورتها والدال على حقيقتها، فعلى الرغم من التشابه الكبير بين النباتات، والحيوانات، والإنسان في مقومات الحياة ومتطلباتها، إلا أن النباتات تختلف في آليات تحقيق هذه المقومات ووسائلها، وهي بخلاف الحيوانات والإنسان، لا تستطيع التنقل أو الحركة بحثاً عن الماء والهواء وعن الضوء والدفء والتربة الخصبة وعناصرها المعدنية، في حين تستطيع الحيوانات الحركة والتنقل لأبسط الأسباب وبآليات مختلفة تتغير من المشي إلى الطيران مروراً بالجري والزحف والسباحة.

وهكذا تخضع النباتات لأمر البيئة بأدق تغيرات عناصرها وعواملها ومقوماتها، وتقوم باصطفاءٍ طبيعي وتلقائي لنباتاتها التي ليس لها أي خيار سوى القبول بما توفره هذه البيئة، محاولة التساهل والتأقلم والتكيف والمقاومة، وإذا أخفقت كل هذه المحاولات يظهر التقهقر جلياً على النبات، ويستمر لينتهي بالموت والاختفاء من البيئة، ومن ثم فإن النبت تمثل صورة البيئة التي

تعيش فيها، حتى إن وجود بعض أنواع النباتات وتوزعها يرسم الحدود الجغرافية لهذه البيئة أو تلك المنظومة البيئية، إلى درجة تطابق الحدود الجغرافية والمساحية لتوزع بعض النباتات مع الحدود الجغرافية والمساحية لبيئاتها ونظمها البيئية والأمثلة كثيرة في هذا المجال، مما ساعد على استعمال النباتات في تمييز البيئات والنظم البيئية وتحديدها جغرافياً.

٢ . **النظام الحيوي:** هو نموذج مصغر عن البيئة في أشكالها المختلفة، والنظم البيئية تشمل مكَّونات حية ومكَّونات غير حية، ترتبط بعضها ببعض وتعمل بشكل منفصل عن الآخر في سلسلة متكاملة من مستويات الطاقة. ويُعد نظام كثير التعقيد نظراً إلى العلاقات المتعددة الرابطة بين الأنواع الحية المكونة له من جهة، وبينها وبين العوامل اللاحيوية من جهة أخرى، إنَّ الركيزتين الأساسيتين للاستمرار والتوازن البيئي هما: **المادة والطاقة**، فتفاعل الطاقة مع المادة غير العضوية يعطي مادة عضوية تبنى منها أجسام الأحياء، والتي تتحلل بدورها لتعود مرة ثانية إلى الحالة غير العضوية، وهكذا يتكرر استخدام المادة. والمادة هي في حالة دوران دائم بعكس الطاقة، وذلك أن الشمس تمد الأرض باستمرار بالطاقة. يوضح الشكل . ٦. دورة الطاقة والمادة.



الشكل . ٦ . دورة الطاقة والمادة

٣. **التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية:** على الرغم من الاختلافات الكبيرة بين النظم البيئية الطبيعية، إلا أنها تشترك في صفة واحدة وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات غذائية بين الأعضاء المختلفة.

تحتاج الكائنات الحية من حيوانات ونباتات إلى مكونات النظام البيئي غير الحي للبقاء حية حيث تستخدم الماء للشرب وصنع الغذاء والهواء للتنفس والتربة والصخور للحصول على مأوى. إذاً حياة الكائنات الحية تعتمد على مكونات النظام البيئي غير الحي وكذلك تعتمد على تفاعلها بعضها مع بعض، ويتكون النظام الحيوي بصفة عامة من أربع مجموعات هي:

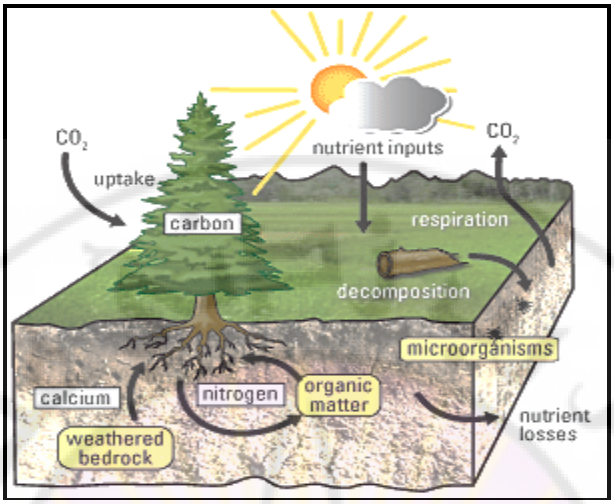
المجموعة الأولى: تتمثل في المكونات غير الحية أو غير العضوية Abiotic components: وهي ما يُطلق عليها مجموعة الثوابت لأن ما يؤخذ منها يعوض عن طريق المجموعة الرابعة (المحللات). وتشمل المركبات الأساسية كالماء، وغاز ثاني أوكسيد الكربون، والأوكسجين، والكالسيوم، والآزوت، والفوسفور، والأحماض الأمينية والأملاح المعدنية وغيرها.

المجموعة الثانية: تتمثل في العناصر الحية النباتية، ويُطلق عليها مجموعة **الكائنات المنتجة** (Producers) أو صانعة الغذاء، أو ذاتية التغذية، تعتمد على مجموعة الثوابت في صنع غذائها بنفسها، فهي ترتبط بالمجموعة الأولى ارتباطاً قوياً ووثيقاً.

المجموعة الثالثة: الكائنات الحيوانية التي تتغذى على الكائنات العضوية النباتية، وتُسمى **المستهلكات الأوائل** (Primary Consumers) وهي الحيوانات العاشبة، و**المستهلكات الثانوية** (Secondary Consumers) التي تعتمد في غذائها على حيوانات أخرى، وتُسمى الحيوانات اللاحمة (Carnivores) وهذه المجموعة ترتبط بالمجموعتين الأولى والثانية ارتباطاً وثيقاً.

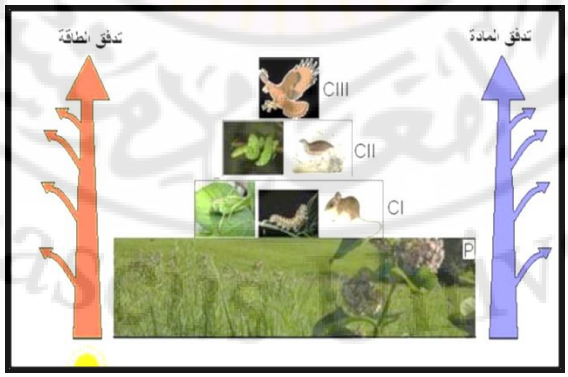
المجموعة الرابعة: تضمن **المحللات الكائنات المفككة (Decomposers):** وهي كائنات دقيقة جداً (مجهرية) وتتضمن هذه المجموعة البكتريا.

وتأتي أهمية تحليل المواد العضوية الميتة في العودة بالعناصر غير العضوية مرة ثانية إلى البيئة، ليُعاد استعمالها من جديد، وهكذا تُمتص المواد غير الحية داخل النظام البيئي الحيوي بوساطة النبات لتتحول إلى مركبات عضوية، وتُسمى العمليات التي تتم بين مجموعات أي نظام بيئي حيوي **بالدورة الغذائية** (Cycle of Nutrients) كما هو موضح في الشكل ٧..



الشكل ٧. الدورة الغذائية (Cycle of Nutrients)

٤. تبادلات الطاقة والمادة في الأنظمة البيئية الحيوية: الطاقة تعني المقدرة على القيام بعمل ما، ويُعد الإشعاع الشمسي المصدر الرئيس للطاقة، وتسير الطاقة في النظام البيئي الطبيعي في اتجاه واحد: أي من الطاقة الشمسية إلى المنتجات ثم إلى المستهلكات وأخيراً إلى الكائنات الحية المحللة. وفي كل خطوة تفقد قسماً من هذه الطاقة على شكل حرارة، إن الطاقة لا تفني ولا تتجدد، إنما تتغير من شكل إلى آخر. ومن الأمثلة على ذلك الطاقة الشمسية التي تتحول بوساطة عملية التمثيل الضوئي في النباتات الخضراء إلى طاقة كيماوية داخل المادة السكرية تستهلكها النباتات الخضراء، وتستهلك قسماً من هذه الطاقة الكيماوية أثناء عملية التنفس في الليل. ويوضح الشكل ٨. سريان الطاقة داخل النظام الحيوي.

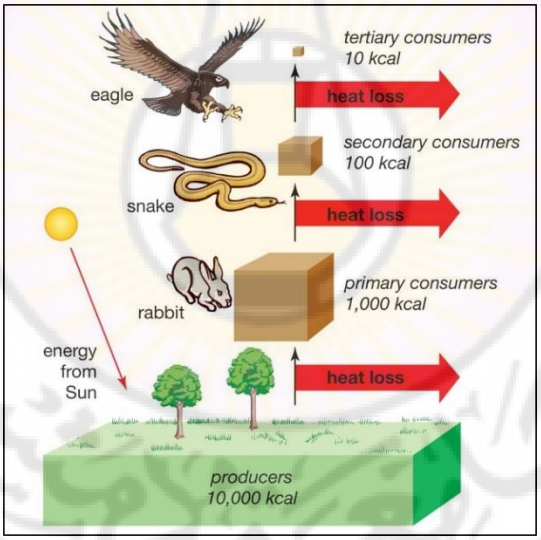


الشكل ٨. سريان الطاقة داخل النظام الحيوي

تحتاج الكائنات الحية للطاقة لتستطيع القيام بالعمليات الحيوية الأساسية في الجسم مثل إنتاج الغذاء، والنمو، والطاقة لا تنتقل كاملة من كائن حي إلى آخر، لذا نجد أن كمية الطاقة تقل بالتدريج كلما ابتعدنا عن النبات المنتج، ولا تصل إلى المستهلك الأخير إلاّ نسبة ضئيلة من أصل الطاقة التي حصل عليها النبات من أشعة الشمس، ويتم إهدار الطاقة عند كل مستوى من المستويات الغذائية لعدة أسباب:

- إن الكتلة الحية التي تأكلها المستهلكات لا يتم هضمها كلياً وإنما يمر بعضها في الجهاز الهضمي دون الاستفادة منها.
- يتحول قسم كبير مما تأكله المستهلكات إلى غاز CO_2 وطاقة تستخدمها في الحركة والتنفس والحفاظ على درجة حرارة حيث تتشتت هذه درجة الحرارة في البيئة المحيطة.
- يذهب قسم كبير من الكتلة الحية مباشرة الى الكائنات الحية المحللة على شكل فضلات.

ويوضح الشكل .٩. فقدان كمية الطاقة عند كل مستوى غذائي.



الشكل .٩. فقدان كمية الطاقة عند كل مستوى غذائي داخل النظام الحيوي

وتعد أبسط صور لسريان الطاقة في النظام البيئي الطبيعي هي: التمثيل الضوئي، والسلاسل الغذائية، والشبكات الغذائية، والأهرام الغذائية.

١ . **التمثيل الضوئي:** تُعد النباتات قاعد هرم الطاقة فالنباتات كائنات حية منتجة تصنع طعامها بنفسها بوجود عناصر أساسية هي الماء، والطاقة المستمدة من أشعة الشمس، وغاز ثاني أوكسيد الكربون في عملية تسمّى **بعملية البناء الضوئيّ** حيث يقوم الكلوروفيل وهي المادة الخضراء

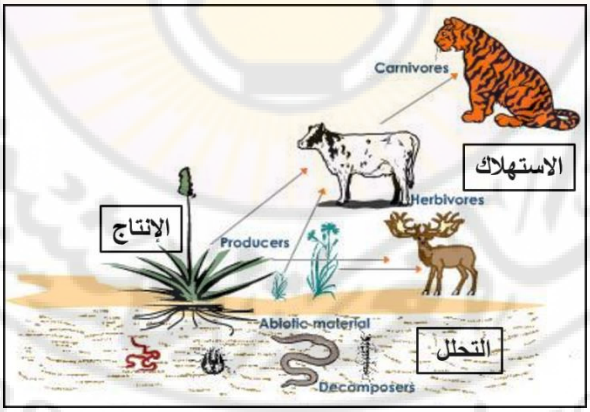
الموجودة في الورق على تحويل الطاقة الشمسية الى **طاقة كيمائية**، تعمل هذه الطاقة الكيمائية على تحويل غاز ثاني أوكسيد الكربون، والماء، إلى أوكسجين وسكريات بسيطة حيث يتم إطلاق الأوكسجين في الهواء، أما السكريات البسيطة توزع في الأوعية النباتية لتوفير النمو للنباتات .

٢ . **السلاسل الغذائية:** ترتبط جميع مكونات البيئة الحيوية بسلسلة غذائية في منظومة متكاملة تعمل بشكل ديناميكي، ويتم ذلك عن طريق انتقال الطاقة من مستوى إلى مستوى آخر بطريقة بسيطة وبشكل منتظم، وتُعد النباتات المستوى الأعلى، والمحللات تأتي في أدنى مستوى، ويوجد ثلاث آليات مرتبطة في السلسلة الغذائية تكمل بعضها بعضاً، يوضحها الشكل .١٠. آليات السلسلة الغذائية، وهذه الآليات هي:

أ . **الإنتاج:** وظيفة الحياة النباتية أو المنتجات، وتقوم النباتات بإنتاج الغذاء لنفسها، وذلك عن طريق عملية البناء الضوئي، وتُعد النباتات أيضاً غذاءً للكائنات الحية الأخرى.

ب . **الاستهلاك:** عملية تتم في عدة مستويات من مستويات الطاقة، وتعتمد على المستهلكات التي تتغذى على النباتات، ثم المستهلكات التي تتغذى على اللحوم، والإنسان كمستهلك يستهلك الاثنين معاً، النباتات واللحوم.

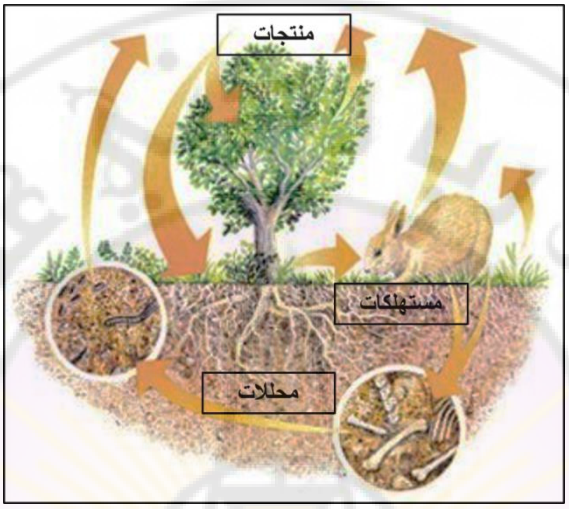
ج . **التحلل:** وظيفة المحللات، والتي تعمل على تحليل بقايا النباتات والحيوانات وغيرها من الكائنات الحية، والتحلل هو آخر مستوى من مستويات الطاقة.



الشكل .١٠. آليات السلسلة الغذائية في النظام البيئي الحيوي

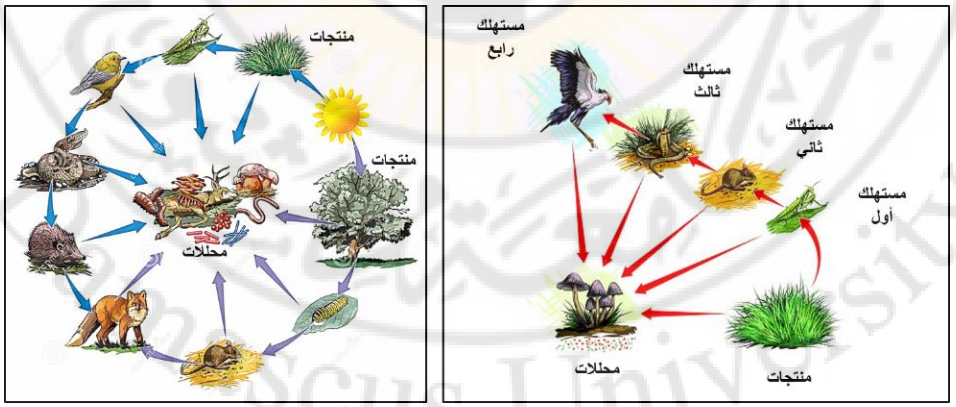
فالسلسلة الغذائية هي تحويل الطاقة الكيماوية أو طاقة الطعام المستمدة من الطاقة الشمسية، وانتقالها من كائن لآخر عبر مسارات تُعرف بالسلاسل الغذائية، يوضح الشكل .١١. مسارات الطاقة في السلسلة الغذائية، تبدأ السلسلة الغذائية دائماً بالنباتات الخضراء أو الطحالب التي

تتلقى طاقتها من الشمس، ويتحول قسم من الطاقة إلى مواد غذائية يستفيد منها النبات في نموه، وهذه الطاقة تنتقل عبر السلسلة الغذائية، من النباتات إلى بقية الكائنات الحية، ثم إلى المتعضيات أو الرميات التي تختزن بعضاً من الطاقة بحيث يتم إطلاقها من جديد.

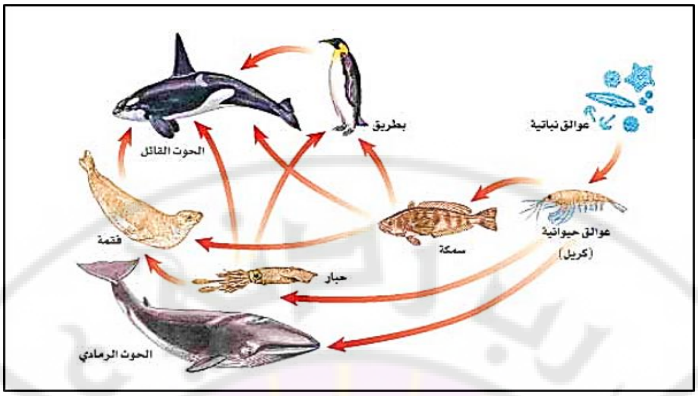


الشكل ١١. مسارات الطاقة في السلسلة الغذائية

وعدد المستويات الغذائية في النظم البيئية الحيوية غالباً لا تزيد عن ثلاثة أو أربعة مستويات على اليابسة، وقد تصل إلى خمسة مستويات وأكثر في البحار. ويوضح الشكلان ١٢و١٣ السلسلة الغذائية على اليابسة، وفي البحار.



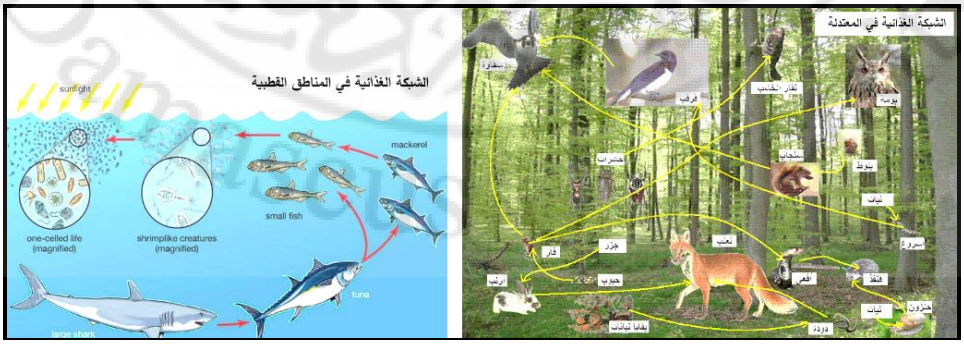
الشكل ١٢. السلسلة الغذائية على اليابسة



الشكل .١٣. السلسلة الغذائية في البحار

ويقوم كل كائن حي في السلسلة الغذائية بدور يختلف عن أدوار الكائنات الحية الأخرى، ويؤدي اختفاء أحد هذه الأنواع من الكائنات الحية إلى الإضرار بالسلسلة الغذائية كاملة، فهناك كائنات حية توجد في الطبيعة قد يعتقد البعض أنه من الأفضل لو تختفي كالبعوض مثلاً، إلا أن هذه الكائنات الحية لها دور في السلسلة الغذائية، فهي تعد طعاماً للأسماك والضفادع وبعض الطيور واختفاؤها قد يضر ببقية هذه الكائنات.

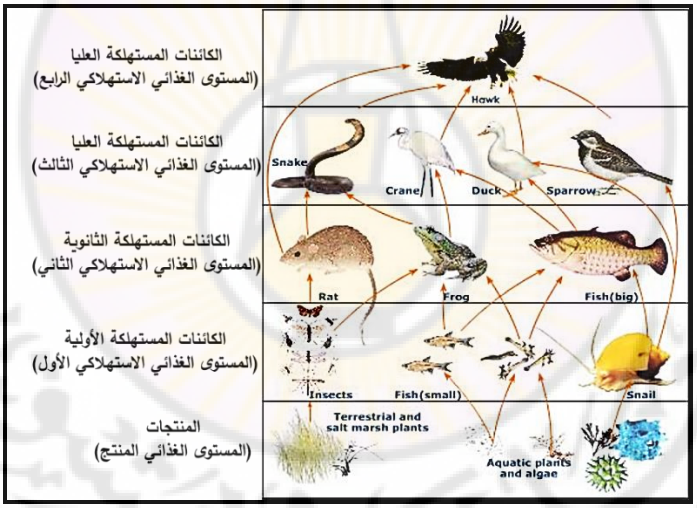
٣ . **الشبكات الغذائية (Food web)**: نموذج يمثل السلاسل الغذائية المتداخلة المتنوعة والمسارات التي تنتقل فيها الطاقة خلال مجموعة من الكائنات الحية. ومع أنه بالإمكان تتبع كل مسار أو كل سلسلة غذائية لوحدها، إلا أنه في الواقع تتشابك أو تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية (Food web)، لأن الكثير من المستهلك لا تتخصص بنوع واحد من الغذاء، وبالتالي يمكن أن يكون كائن ما جزء من سلسلتين غذائيتين، كما هو موضح في الشكل . ١٤. الشبكة الغذائية. وتوجد أبسط الشبكات الغذائية في المناطق القطبية نظراً لقلة الأنواع، وأعقدها في المناطق المعتدلة والاستوائية لكثرة عدد الأنواع.



الشكل . ١٤. الشبكة الغذائية

إن فهم ديناميكية الشبكات الغذائية يُمكن من الاستفادة منها في مكافحة الكائنات الحية الضارة مثل الحشرات الضارة وهو ما يُعرف بالمكافحة الحيوية (**biological control**)، والتعرف على بعض أنواع الكائنات الحية المهدد بالانقراض، كما يُفيد في توفير مؤشرات جيدة للسماح بنقل أو عدم نقل نوع معين من الكائنات الحية إلى بيئة جديدة لما قد تسببه هذه العملية من إخلال شديد بالتوازن البيئي وما قد يجره ذلك من كوارث تصيب الأنواع المحلية.

٤ . **المستويات الغذائية:** كل خطوة في السلسلة أو الشبكة الغذائية يُطلق عليها مستوى غذائي، وتحصل الكائنات الحية في كل مستوى غذائي على طاقتها من المستوى الغذائي الذي يليه باستثناء المستوى الغذائي الأول. وتصنف المستويات الغذائية في النظام البيئي من الكائنات المستهلكة العليا، والكائنات المستهلكة الثانوية، الكائنات المستهلكة الأولية، والمنتجات كما هو موضح في الشكل .١٥. المستويات الغذائية.



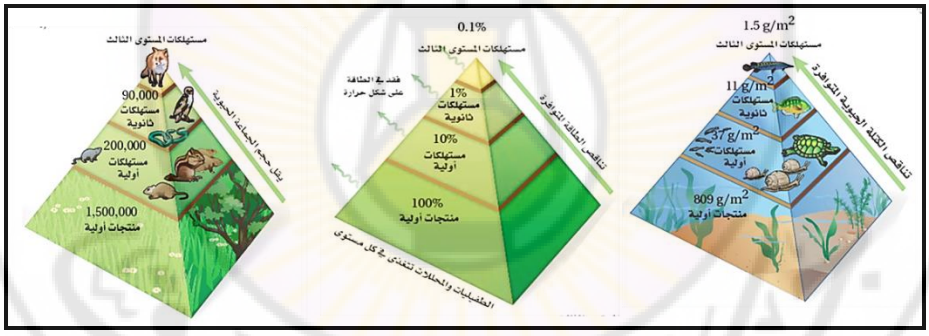
الشكل . ١٥. المستويات الغذائية

٥ . **الأهرام الغذائية:** يُمكن تمثيل العلاقات الغذائية على شكل أهرامات، وهي عبارة عن تدرج للمستويات الغذائية للكائنات الحية بحيث يتوزع كلّ حسب دوره الغذائي الوظيفي على شكل هرم، وتكون قاعدته الكائنات المنتجة، ويتبعها الكائنات آكلات الأعشاب، ثم مستويات مختلفة من الكائنات آكلات اللحوم، إلى أن نصل أقوى الكائنات المستهلكة في قمة الهرم، ويوجد عدد من الأهرامات الغذائية منها:

أ. هرم الأعداد: إن عدد الكائنات الحية يقل كلما اتجهنا من قاعدة الهرم إلى قمته، ويرجع ذلك إلى الفقد في الطاقة، وتحتل المنتجات قاعدة الهرم الغذائي، وهي الأكثر عدداً ثم تقل الأعداد باتجاه قمة الهرم الغذائي، وتنتقل الطاقة في الهرم الغذائي من القاعدة إلى القمة.

ب . هرم الكتلة الحيوية: كلما ارتفعنا في المستويات الغذائية يحدث نقصان في الكتلة الحية[1]، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة بيانياً بما يسمى هرم الكتلة الحية، وسبب نقصان الكتلة الحية عند الانتقال من مستوى غذائي لمستوى أعلى منه هو أن جزءاً كبيراً من الغذاء الذي تأخذه المستهلكات لا ينتقل إلى أنسجة أعضائها، بل يخرج على شكل فضلات، ويُحرق جزء آخر منه في الجسم لحصول الكائن المستهلك على الطاقة الكامنة فيه لاستعمالها في أنشطته المختلفة كالحركة والتنفس.

ج . الهرم الإنتاجي: يُعبر عن مخزون الطاقة، التي تكون وفيرة عند قاعدة الهرم الغذائي في المستوى الإنتاجي الذي تمثله المنتجات، ثم تتناقص تدريجياً بما مقداره ١٠ أضعاف في المستويات الغذائية العليا التي تمثلها المستهلكات. ويوضح الشكل ١٦. الأهرامات الغذائية.



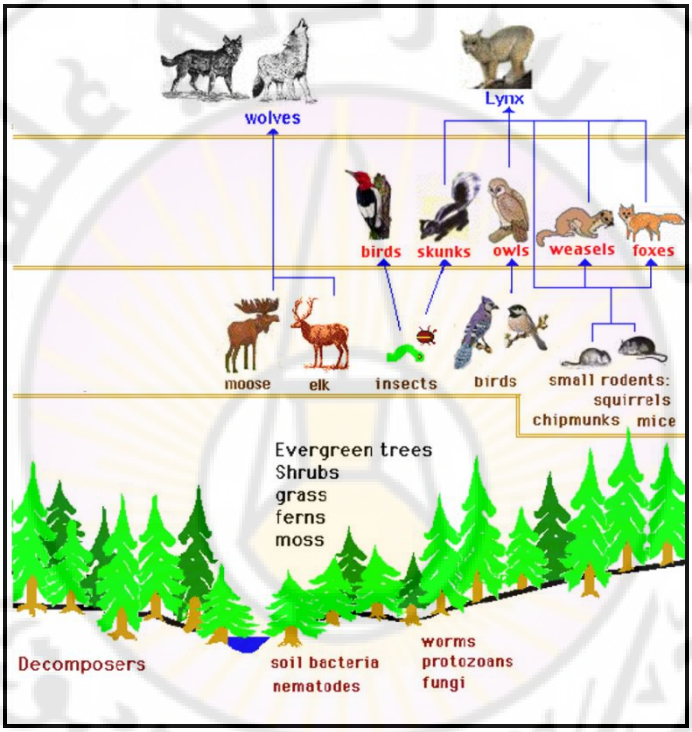
الشكل . ١٦. الأهرامات الغذائية

٦. التركيب الحيوي للبيئة (مستويات البيئة الحيوية):

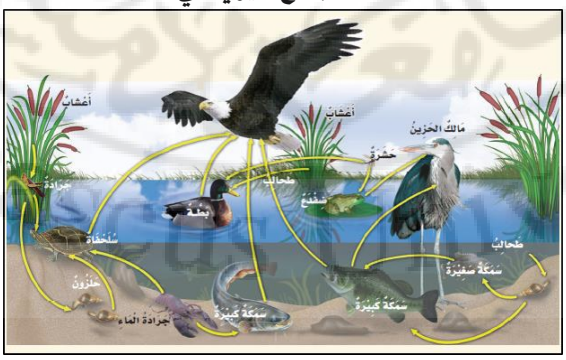
النظام الحيوي عبارة عن مجموعة من المجتمعات الحيوية Biotic community، ويُعَّرف على أنه تجمعات لكائنات حية تنتمي لأنواع مختلفة، تعيش في نظام بيئي حيوي وترتبط بينها علاقات غذائية. تحت ظروف بيئية معينة، فالمجتمع الحيوي قد يحتوي على نباتات وحيوانات وبكتيريا وفطريات، وقد يكون هذا المجتمع الحيوي كبيراً جداً مثل المجتمع الحيوي في غابة: يضم الأشجار العالية، والشجيرات، والأعشاب، وحيوانات متنوعة تشمل اللافقاريات، وزواحف،

١ . الكتلة الحية هي مقدار الكتلة الإجمالية للمادة العضوية الجافة في وحدة المساحة، غرام لكل متر مربع.

والأفاعي، وطيور متنوعة، وثدييات، والقوارض. كما في الشكل ١٧. مجتمع حيوي في الغابة. وقد يكون المجتمع الحيوي صغيراً جداً كما هو الحال في مجتمع بحيرة الذي يتكون من الطحالب، والأعشاب، والزنابق، والأسماك، والحشرات، والضفادع، والطيور ... الشكل ١٨. مجتمع حيوي في بحيرة.

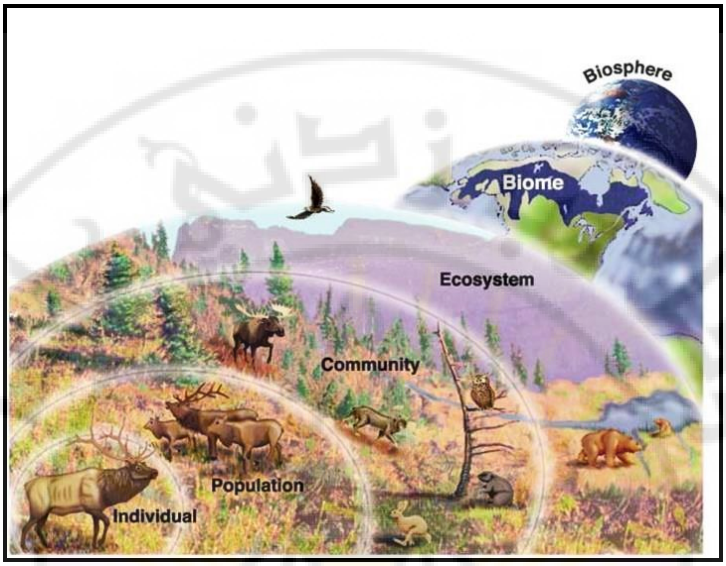


الشكل ١٧. مجتمع حيوي في الغابة



الشكل ١٨. مجتمع حيوي في بحيرة

ويمكن تعريف مستويات البيئة الحيوية الأساسية كما هو موضح بالشكل .١٩. التركيب الحيوي للبيئة وبما يلي:



الشكل .١٩. التركيب الحيوي للبيئة (مستويات البيئة الحيوية)

أ . النوع Species: يعد وحدة بناء المجتمعات الحيوية، ويشمل جميع الكائنات الحية المتشابهة وراثياً، والقادرة على التكاثر وإنجاب الأجيال المخصبة.

ب . الجماعة أو العشيرة Population: نُطلق على مجموع الأفراد التي تنتمي عادة إلى النوع نفسه المتفاعلة معاً، والتي تعيش في مكان واحد في الوقت نفسه الجماعة أو العشيرة.

ج . المجتمع Community: عبارة عن مجموعات من أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات التي تعيش معاً في منطقة معينة. المجتمع الحيوي Community Biotic هو المكون الحي من نظام بيئي معين، ويتكون من كل الجماعات في النظام البيئي الحيوي.

٧. نظام بيئي Ecosystem (إقليم حيوي)**:** وحدة مكانية تشمل كائنات حيه ومواد غير حيه متفاعله بحيث تؤدي إلى تبادل للمواد بين الأجزاء الحية وغير الحية، ويشمل النظم البيئية المتشابهة أو المرتبطة بعضها مع بعض تدعى الأقاليم الحيوية Biomes مثل إقليم الغابات الاستوائية وإقليم الصحاري ...

٨. المحيط الحيوي Biosphere: يشمل المحيط الحيوي جميع النظم البيئية المتشابهة (الأقاليم الحيوية). وتتكون من ثلاث أوساط هي الوسط المائي Hydrosphere، الوسط الأرضي

Lithosphere، الوسط الهوائي Atmosphere. ومن ناحية أخرى يمكن النظر إلى المحيط الحيوي على أنه إقليم بيئي طبيعي هائل Super Ecosystem يتكون من جميع أنواع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض، وتحت سطحها، وفي الغلاف الجوي، مع بيئاتها المختلفة التي تعيش فيها.

٩. التحمل عند الأحياء المدى الحيوي The Tolerance:

يُقصد بالمدى الحيوي قدرة الأحياء على النمو، والحياة بدون تلف أو تدمير بخلاياها داخل إطار الحدين الأعلى والأدنى لأي عنصر من عناصر الحياة.

أ . قانون الحد الأدنى law of minimum ليبغ Liebig law :

عبر العالم الألماني ليبغ (١٨٤٠ م) عن المواد الكيماوية اللازمة لنمو وديمومة النباتات والحيوانات في بيئتها الطبيعية، حيث أوضح أن: نمو النبات لا يُحدده إجمالي العناصر المتوفرة، ولكن يُحدده العنصر الأقل توفراً في بيئة النمو. شبّه ليبغ هذا القانون العوامل المحددة لإنتاج النبات، بالعناصر المغذية، والظروف البيئية، والتربة ...إلخ في صورة برميل ذو أركان خشبية مختلفة الأطوال والمحصول هو السائل الذي يملئ هذا البرميل، كما في الشكل ٢٠. برميل غير متساوي الأركان.

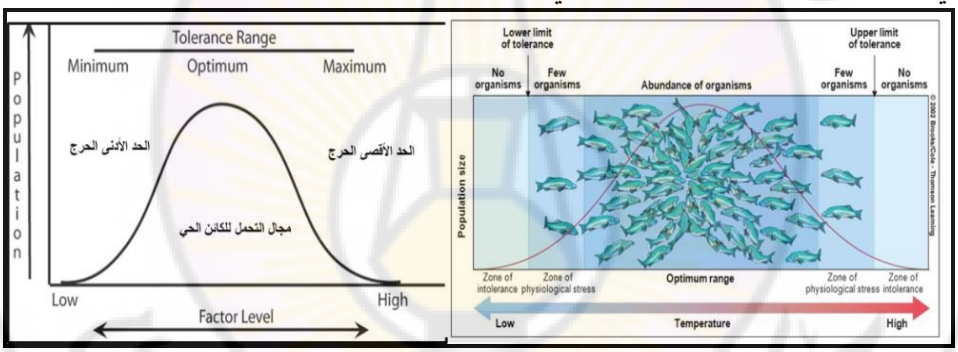


الشكل ٢٠. برميل غير متساوي الأركان والمحصول هو السائل الذي يملئ هذا البرميل

فإذا كان الوسط يحوي جميع العناصر بشكل غزير، عدا عنصراً واحداً يوجد بكمية قليلة، فإن هذا الوسط سوف يسمح بنمو النبات حتى ينضب هذا العنصر، وهكذا يتحدد النمو بسبب غياب عنصر واحد.

ب . قانون التحمل (الحد الأعلى) (law of maximum) (شيلفورد) Shelford law:

لقد قام شيلفورد في عام (١٩١٣ م) بتوسيع قانون الحد الأدنى (قانون ليبغ)، حيث ذكر أن أية كمية أو عامل يفوق الحد الأقصى الحرج أو الحد الأدنى الحرج يستطيع أن يوقف نمو وتكاثر الكائن الحي في بيئته الطبيعية، فإذا حدث أي تعدي عن حدود التحمل لنوع معين فإنه يؤدي إلى اختفاء هذا النوع من المنطقة طالما كانت الظروف قائمة، أما إذا وقعت أي قيمة بين الحد الأدنى الحرج، والحد الأقصى الحرج فإنها تكون في مجال التحمل للكائن الحي، كما هو موضح في الشكل .٢١. مجال التحمل للكائن الحي.



الشكل .٢١. مجال التحمل للكائن الحي قانون شيلفورد للتحمل

ج . قانون العوامل البيئية المحددة Law of Limiting Factors:

العامل المحدد هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي الذي يؤدي إلى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبيعياً حتى مع توفر جميع المتغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن. وهو المدى الذي يستطيع أن يعيش فيه الكائن الحي وعندما يتغير هذا المدى زيادةً أو نقصاناً فإن الكائن الحي يموت. ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصاناً أو زيادةً، وقد يكون العامل المحدد منافساً طبيعياً أو مفترساً من نوع آخر. ويندرج تحت قانون التحمل بعض المبادئ الأساسية:

- لكل كائن حي مدى تحمل للظروف البيئية المتعددة قد يكون ضيق أو واسع.
- قد يكون أحد الكائنات الحية واسع التحمل لعوامل معينة وضيق التحمل لعوامل أخرى.

- الكائنات الحية التي لها مدى تحمل واسع لمجمل الظروف البيئية المحيطة تكون واسعة الانتشار.
- لا تعيش الكائنات الحية في الوضع الطبيعي في الظروف المثالية من مجال التحمل وذلك لأن تأثيرات العوامل البيئية تتداخل بعضها مع بعض.

سادساً . الكمون عند النبات (Dormancy) والسبات عند الحيوان (Torpor):

يُقصد بالكمون أو السبات حالة من الخمول والكسل وشبه التوقف عن الحياة، تمر بها الأحياء نباتية أو حيوانية في فترة من دورة حياتها، تتسم بطبيعتها الحرجة أو القاسية، وهي عادة ما تكون ظروفاً مناخية حرارية قاسية (شدة البرودة أو شدة درجة الحرارة)، أو مطرية (شدة الجفاف أو ندرة الأمطار، القحط). إن لجوء الأحياء نباتية أو حيوانية للدخول في الكمون أو السبات هو أحد أهم طرق المقاومة التي يلجأ إليها الأحياء نباتية أو حيوانية ضد الظروف البيئية الصعبة.

١ . سكون النبات (كمون) (Dormancy): هو مرحلة حيوية ضرورية تمر فيها النباتات لاسيما المعمرة في أثناء الدورة السنوية لنموها وتطورها في فصلي الشتاء والصيف. ويمكننا تعريف حالة السكون (الكمون) بأنها عملية انخفاض شديد في النشاط الأيضي[١] النباتي، ويعد السكون النباتي تكيفاً بيئياً للنباتات اكتسبته في أثناء اجتيازها التاريخي لمراحل نموها وتطورها، وصار من خصائصها الوراثية، وهناك عوامل خارجية مثل درجة الحرارة والرطوبة اللتان تلعبان أيضاً دوراً أساسياً في إدخال بعض النباتات في حالة السكون، تختلف مدته بحسب الشروط البيئية.

إن أكبر التغيرات التي يمكن ملاحظتها في أثناء فترة الكمون، أن عملية التركيب الضوئي تقل إلى أدنى درجة، وربما تتوقف كلياً، وذلك لأن هذه العملية التي يصنع النبات بواسطتها غذاءه تتم عن طريق الأوراق من خلال اتحاد ثاني أوكسيد الكربون والماء عن طريق الطاقة الشمسية، ومن ثم تتوقف عملية صنع الغذاء لأن الحصول على الطاقة اللازمة يصبح غير ممكناً من بعد سقوط

---

١ . **عملية الأيض** هي إحدى العمليات الحيوية التي تحدث في خلايا جسم الكائنات الحية، تحافظ على الحياة، وهي المسؤولة عن إنتاج الطّاقة في داخل خلايا الجسم عن طريق تحويل الغذاء (الوقود) إلى طاقة لتشغيل العمليات الخلوية، وتحويل الغذاء (الوقود) إلى وحدات بناء للبروتينات، والدهون، والأحماض النووية، وبعض السكريات، وإزالة الفضلات الأيضية النيتروجينية، والوظيفة الرئيسة للأيض هي توفير الطّاقة اللازمة لوظيفة الجسم أو الحفاظ على الوظائف الحيوية ما يسمح للكائنات بالنمو والتكاثر، والمحافظة على تركيبها، والاستجابة للبيئة.

الأوراق التي تحوي مادة اليخضور، كما أن الأشجار التي لا تنفض أوراقها مثل أشجار الصنوبر، فإنها تُمارس نوعاً من الكمون نتيجة تجمد ماء التربة وتوقف حركته، وبالتالي الغذاء من التربة للنبات.

٢ . السبات أو البيات عند الحيوان (Torpor):

وتعني نوم الحيوان لفترة طويلة شهر أو لعدة أشهر، هنالك عدة أسباب تؤدي إلى دخول الحيوان في سبات، وبخاصة عندما تبدأ درجة الحرارة بالتغير، ويُمكّن السبات الحيوانات من البقاء على قيد الحياة فترات عدم توافر الغذاء. فبعض الحيوانات تذهب موسمياً لفترة طويلة من الخمول، وهناك حيوانات تدخل في سبات شتوي أي تنام كل فصل الشتاء. ومعظم التغيرات الحيوية التي تحدث خلال البيات الشتوي تكمن في انخفاض نشاط الجسم، واستهلاكه للطاقة، حيث تحتاج الحيوانات إلى توليد درجة الحرارة لكي تبقى دافئةً، وللحصول على درجة الحرارة فهي تحتاج إلى صرف الكثير من الطاقة لديها، إذ سيكونُ عليها حرق الدهون أو السكريات في الجسم. فمثلاً: تستطيع سناجب الأرض القطبية أن تعيش لتسعة شهور كاملة على الدهون المخزنة داخل جسمها دون الحاجة لتناول أي طعام.

وبعض الحيوانات تبيت خلال الصيف، في المناطق الجافة والصحراوية عندما يُصبح الغذاء شحيحاً جداً في الشهور الحارة من السنة لتدخل الحيوانات بحالةٍ شبيهةٍ بالبيات الشتوي، ولا تصحو من سباتها إلاَّ عندما تستشعر أن ظروف درجة الحرارة والرطوبة أصبحتا ملائمتين للنشاط وممارسة دورة الحياة.

سابعاً . الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية Biogeochemical Cyclers:

الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية عبارة عن مخطط يظهر الطريق والأسلوب الذي تدور فيه مادة كيميائية، سواء على شكل عنصر أو مركب كيميائي، وذلك في أغلفة الأرض الحيوية منها، وغير الحيوية مثل الغلاف الصخري، والجوي، والمائي، ويُقصد بالدورة مجموعة التغيرات التي تحدث على المادة الكيميائية التي تعود بها إلى نقطة البداية والتي يمكن أن تتكرر، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

ويُسمى انتقال هذه المواد الكيميائية من العالم الحيوي إلى العالم الجيولوجي، وبالعكس، بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (الدورات البيوجيوكيميائية)، حيث يُشير مصطلح الدورة البيوجيوكيميائية إلى العوامل الحيوية والجيولوجية والكيميائية التي تؤثر في الشكل الذي يتم فيه

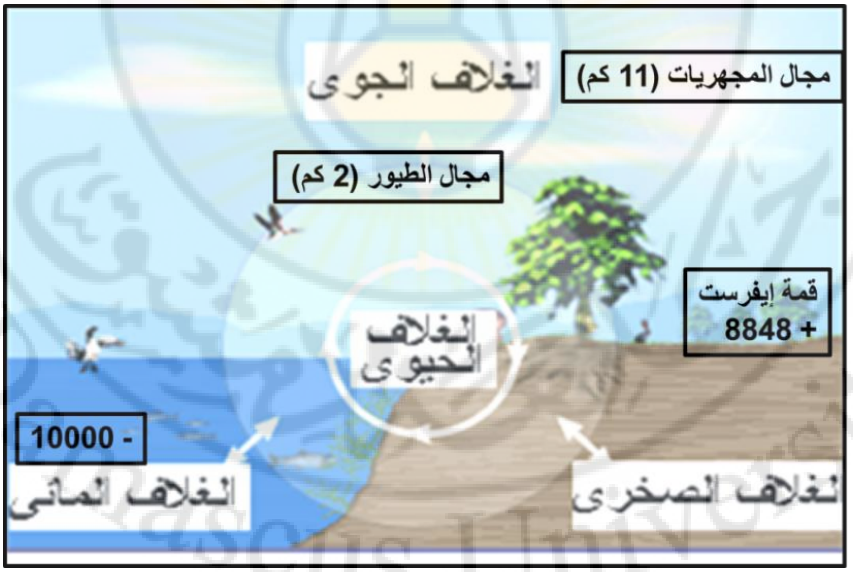
تدوير المادة، ولكل مركب أو عنصر كيميائي دورته الخاصة به. وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من الدورات التي يُمكن ملاحظتها في النظام البيئي هي: الدورة المائية Hydrologic cycle، والدورة الغازية cycle Gaseous، كدورة الكربون Co_2 (Carbon Cycle)، ودورة الأوكسجين(o_2)Oxygen Cycle، ودورة الآزوت (النتروجين) Nitrogen، والدورة الرسوبية cycle Sedimentary كدورة الفوسفور Phosphor Cycle، ودورة الكبريت Sulfur Cycle . ويُمكن التمييز بين دورتين أساسيتين للعناصر في الطبيعية هما الدورة الكبرى وتُسمى بالدورة الجيولوجية وهي دورة طويلة الأمد وتتم ببطء شديد وتستمر آلاف السنين، ويتم خلالها هجرة بعض المركبات وتراكمها في صخور القشرة الأرضية على شكل فحم، أو نفط، أو أحجار كلسية. والدورة الصغرى تُسمى **بالدورة البيولوجية (الحيوية)** وتُعد جزءاً من الدورة الكبرى، وتتلخص بأن المواد العضوية الموجودة في الماء والتربة تتجمع في النباتات وتُستهلك في بناء الجسم الحي، وبعد موته تقوم الأحياء الدقيقة (المحللات) بتحليل الأجساد الميتة وتفكيكها وتحويلها إلى مواد عضوية تدخل من جديد في الدورات الطبيعية.

الفصل الثالث

مجالات الجغرافية الحيوية

تهتم الجغرافية الحيوية بدراسة العلاقة المتبادلة بين مجموعة الأغلفة الأساسية المكونة لكوكب الأرض وهي: الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي، وينتج عن تفاعل الأغلفة تشكيل الغلاف الحيوي Bio–Sphere، ويتضمن الغلاف الحيوي جميع الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وفطريات، فهو ليس غلافاً مستقلاً وإنما متداخلاً مع الأغلفة الثلاثة السابقة .

تحتل الجغرافية الحيوية موقعاً وسطاً بين علمي الجغرافية والبيولوجية Bio Geography أي أنها تتناول جانباً من الدراسات التي يهتم بها علم الجغرافية Geography وعلم الحياة Biology، وتدرس الكائنات الحية التي تعيش في الجزء الذي يلتقي فيه الغلاف الصخري Lithosphere، والغلاف الجوي Atmosphere، والغلاف المائي Hydrosphere، ومنطقة الالتقاء هذه تُسمى نطاق الحياة Lifebelt. وتشمل أبحاث الجغرافية الحيوية سائر مظاهر الحياة الموجودة على الكرة الأرضية، والشكل .٢٢. يُضح المجالات الحيوية للغلاف الجغرافي الأرضي (Geosphere).



الشكل .٢٢. المجالات الحيوية

المجال الحيوي:

يتكون المجال الحيوي في معظمة من مادة عضوية، من الكائنات الحية النباتية، والحيوانية، والإنسان، وكائنات عضوية ميكروبية. ويُشير المجال الحيوي إلى جميع الكائنات الحية على كوكب الأرض، بدءاً من الأقل تطوراً كالبكتيريا، حتى الأرقى تطوراً كالثدييات، وبذلك يضم التنوع الحيوي على كوكب الأرض نحو ١,٧ مليون نوع كائن حي تم اكتشافها وتصنيفها من نباتات، وطحالب، وكائنات دقيقة، ولافقاريات، وغيرها من الكائنات الحية.

بشكل عام المجال الحيوي هو: عبارة عن المساحة اللازمة لنمو واستمرار الكائنات الحية، فهو المجال الذي يحدث فيه نشاط الكائنات الحية، وتمتد حدوده من ٣٠ . ٥٠ م فوق سطح البحر، ومن ١٠ . ١٢م في باطن التربة، ويشمل كذلك تلك الكائنات التي وجدت على سطح الأرض خلال العصور الجيولوجية المختلفة، ومن ثم تلاشت، وانقرضت كالديناصورات.

كما يُعرف المجال الحيوي بأنه: النطاق السطحي من الأرض سواء يابس أو ماء، والغلاف الجوي المتاخم لهذا النطاق السطحي، حيث تعيش فيه الكائنات الحية، ويمتد من الطبقة السفلى للغلاف الجوي بما يُقدر بنحو ١٣ كم، ويتركز معظم الأحياء قرب سطح الأرض بما لا يتعدى ٧٠ متراً، وبعدها يبدأ عدد الأحياء بالتناقص كلما ازداد الارتفاع، على الرغم من أن هناك عدداً قليلاً من الطيور يُحلق على ارتفاعات عالية مثل النسر الأمريكي (Condor)، الذي يستطيع الطيران على ارتفاع ٧ كم. وفي الوسط المائي يقتصر انتشار النباتات في المياه على الطبقات العالية حيث يمكن أن يصل ضوء الشمس، ولكن البكتيريا وجدت في أعماق المحيطات.

ولا شك أن الغلاف الحيوي للأرض تشكل بعد تشكل أغلفتها الثلاث، وبدأت الحياة على الأرض في منطقة الالتقاء بين الغلاف الصخري، والغلاف الغازي، والغلاف المائي.

أولاً . المجال الحيوي المائي (المجال المحيطي):

يُعرف المجال المحيطي بالمساحة المائية الشاسعة التي تتميز بزيادة كبيرة في نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها، ويشمل على مكونات غير حية وكائنات حية نباتية وحيوانية متنوعة في أشكالها وألوانها وطرق معيشتها، ويُقدر العلماء عدد الأنواع الحية التي تسكن بحار العالم بما يزيد عن ربع مليون نوع، وتعيشُ معظم حيوانات البحر بالقرب من سطح الماء، حيث يكون ضوء الشمس قوياً ودرجة حرارتها تدفئ المياه، فغالبية حيوانات البحر تتواجد إما على عمق بضعة أمتار تحت السطح، أو بمُحاذاة السواحل والشواطئ قريباً من اليابسة. وتتباين كائنات المجال المائي في طرق

تواجدها عبر البحار والمحيطات تبايناً كبيراً، ويمكن تقسيمها من حيث طرق معيشتها إلى ثلاث مجموعات رئيسيه هي:

١ . الكائنات القاعية أو القاعيات (Benthic organisms): تعيش فوق قاع البحر مباشرة، وهي تضم أنواع تنتمي إلى كثير من الشعب والطوائف النباتية والحيوانية، وتتباين تلك الكائنات في أشكالها وأحجامها وسلوك تكاثرها وتغذيته وطرق معيشتها وتلعب تلك الكائنات دوراً مهماً في السلاسل الغذائية، وتنقسم الكائنات القاعية من حيث طبيعة منشأها إلى:

أ . قاعيات حيوانيه Zoo benthos: تضم جميع الكائنات البحرية الحيوانية التي تعيش على قاع البحر بدءاً من الأوليات، واللاسعات، والديدان، والفقاريات كالأسماك.

ب . قاعيات نباتيه Phytobenthos: تضم جميع الكائنات البحرية النباتية مثل الطحالب، والأعشاب والحشائش البحرية، والفطريات، والأولانيات Protista (الطلائعيات)، والدياتومات، والسوطيات Flagellate ويضم إليها البكتريا والفيروسات.

٢ . الكائنات التي تعيش قرب القاع (Demersal animals): تنتمي جميع الكائنات التي تعيش قرب القاع إلى الأسماك وتعرف بأسماك قاع البحر، وهذه الأسماك تقسم حسب شكلها وأماكن معيشتها إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . **الأسماك المفلطحة Flat fishes :** تتميز تلك الأسماك بأجسام منبسطة، ومفلطحه، ولعلها اتخذت تلك الأشكال نتيجة تكيفها وتأقلمها على سكن قاع البحار والمحيطات، ومن أمثلتها أسماك السول أو ما يسمي سمكة موسى Sole fish ، وأسماك البلبيس(Plaice) وأسماك الهاليبوت (Halibut)، وأسماك الراي اللاسع (Rays)، وأسماك الشفنين Skates ، وتتميز تلك الأسماك بالمقدرة على التخفي ومحاكاة الوسط فتتلون بأشكال تشبه البيئة المحيطة.

ب . الأسماك المستديرة Round: تتميز بأشكال مستديرة ومن أشهرها سمكة القد، وسمكة البربوني وسمكة الهيك Hake، وسمكة الكات فيش (Cat fish)، وسمكة البياض والأسماك المستديرة قاطنة الشعاب المرجانية.

ج . أسماك الشعاب المرجانية: تضم هذه المجموعة آلاف الأنواع من أسماك الشعاب المرجانية التي تأتي إليها إما للتغذية أو الحماية أو التكاثر وأجسام تلك الأسماك منضغطة الجانبين ذات أشكال وتحورات مختلفة تمكنه من الهرب والتخفي وسط الشعاب المرجانية، منها أسماك الفراشة (utterfly fishes) والجراح (Surgeon fishes).

٣ . الحيوانات التي تعيش قرب السطح: تتميز حيوانات تلك المجموعة بأنها تقضي وقتاً كبيراً في السباحة قرب السطح وأن كانت تعود للقاع على فترات بين الحين والآخر، وتتنوع تلك الكائنات وتتباين فيما بينها من حيث الأشكال والأنواع فمنها سمكة الرنجه (Herring)، وأسماك التونه، والعديد من الأسماك العظمية مثل أسماك البوري (Mullets)، والبراكودا المفترسة (Barracud)، والغضروفية مثل القروش، وبعض الثدييات كالحيتان، والدلافين، والسلاحف البحرية.

تشكل الأحياء المائية أكبر قسم من الأحياء التي تعيش في المجالات الأخرى، ويعود التنوع الكبير للأحياء التي تعيش في المجال المائي إلى الأسباب التالية:

١ . إمكانية الحياة بأشكال مختلفة، وفي سائر الأعماق البحرية، فقد اكتشفت بعض أشكال الحياة في هوات المحيطات العميقة عند عمق ١١كم تحت سطح المياه ، فقد تم التوصل إلى وجود كائنات بحرية تعيش في خندق ماريانا (Mariana Trench) في المحيط الهادئ، حيث تعيش الحيوانات المائية في أعمق أجزاء الخندق في الظلام الدامس، والضغط العالي، وقد تمت مشاهدة سمك صغير فيه[١]، وفي عام ٢٠٠٩م تم بعث مركبة هروف إلى أعماق البحر، والتي أكدت على وجود حياة في أعماق البحار، وأن الكائنات الموجودة فيها تعتمد بشكل أساسي على المصادر الحرارية، وكبريتيد الهيدروجين. وتتميز بجلدها الهلامي، والذي يساعدها بشكل كبير على مقاومة الضغط الموجود في عمق البحر. أما بخصوص النباتات فإنه لا يوجد أي نوع من النباتات، لانعدام الضوء فيها.

٢ . **ينتشر المجال المائي على ما يقارب ثلاث أرباع مساحة الكرة الأرضية،** لكن نوعية الأحياء المائية وكميتها، تختلف من مكان لآخر تبعاً للعوامل البيئية الطبيعية، والحياتية المتباينة، واختلاف المواد المغذية المنحلة في الماء، ودرجة حرارة الماء، والإضاءة، والتيارات المائية، والعروض الجغرافية، والتنافس الحيوي.

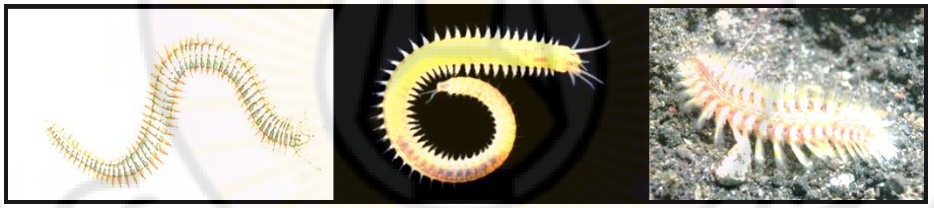
وتُقسم الحياة في البحار والمحيطات إلى ممالك مختلفة، تضم كل منها مجموعة خاصة من الكائنات الحية، وتتغذى هذه الكائنات على بعضها البعض، وعلى الأحياء النباتية المائية

---

١ . اكتشف باحثين من جامعة هاواي وجامعة نيوكاسل وجامعة واشنطن، أسماك تعيش على عمق ٨٠٠٠ متر تحت سطح المحيط، وتعود إلى صنف الأسماك الطحلبية أو من رخويات البحر، تشبه شرغوف مغطى بغلاف مخاطي، تمتلك تكويناً تشريحياً فريداً من نوعه، يسمح لها بالعيش في أحد أعمق الأماكن على كوكب الأرض، وسميت سمكة شبح (ghost fish) ويبلغ طولها نحو ١٠سم، وتتخذ شكل الثعابين.

الأخرى. وتأتي في المقام الأول مملكة الأحياء التي تعيش في **المنطقة الشاطئية** حيث يلتقي البحر باليابسة، حيث يضم جزء من الحياة البيولوجية البحرية التي تشمل الكثير من المجهريات، بما في ذلك معظم العوالق النباتية، والعوالق الحيوانية. تليها مملكة الأحياء التي تعيش في **منطقة البحار الضحلة** حول القارات يصل عمقها إلى ١٥٠م تقريباً، وفي هاتين المنطقتين تتجمع الغالبية العظمى من الكائنات الحية النباتية والحيوانية، ثم مملكة الأحياء التي تعيش في **منطقة الأعماق** المتوسطة، ومنطقة الأعماق الكبيرة في أعماق البحار والمحيطات حيث تُقسم إلى منطقتين: منطقة الضوء، ومنطقة الظلام الدائم. وتنتهي منطقة الضوء عند عمق ١٨٠م، وتحت هذا المستوى لا ينفذ إلا القليل من الضوء مما لا يساعد على نمو حشائش البحر التي تعد القاعدة الأساسية للهرم الغذائي للمجال الحيوي المائي. لقد استطاع العلماء أن يقسموا الحيوانات المائية إلى ٢٦ شعبة:

١ . **شعبة الحلقيات أو الديدان الحلقية:** توجد أنواع متعددة من الحلقيات تعد بالآلاف، تعيش في كل جزء من البحار والمحيطات من منطقة الشاطئ إلى مناطق الأعماق. الصورة .١. الديدان الحلقية



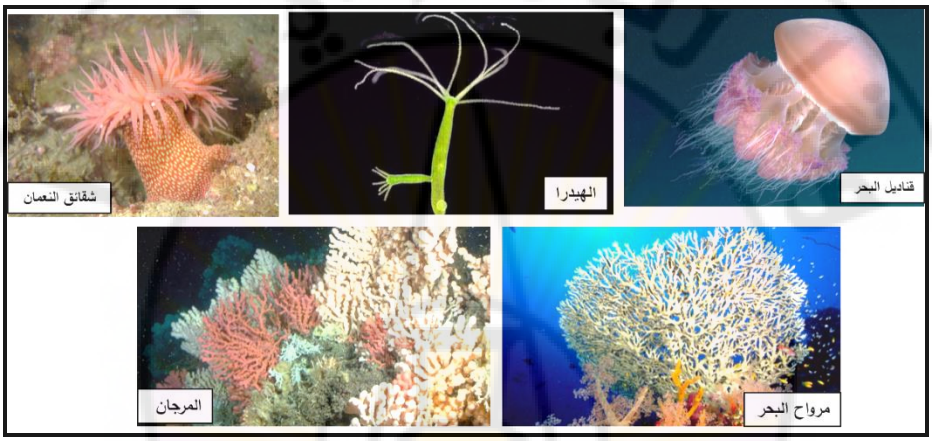
الصورة .١. الديدان الحلقية

٢ . **شعبة الإسفنجيات:** تقسم إلى الأوليات أي الحيوانات الأولية وحيدة الخلية، والعدديات أي عديدة الخلايا. الصورة . ٢. الإسفنجيات البحرية، ويُعد الإسفنج أكثر بدائية من العدديات، ثم وضعوه في المساميات، ثم إيجاد مملكة جديدة للإسفنجيات تسمى البارازوا parazoa.



الصورة .٢. الإسفنجيات البحرية

٣ . **شعبة الجوفمعويات:** تضم هذه الشعبة أنواعاً هائلة من اللافقاريات تعيش في الماء، وتتدرج من أشكال بسيطة إلى أنواع معقدة التركيب معظمها مستعمرات ذات هياكل كلسية صلبة كالشعاب المرجانية، وشقائق النعمان الزاهية الألوان، وقناديل البحر السابحة، وقد تم استبدال هذا التصنيف باللاسعات، وتنقسم إلى عدة طوائف منها: الهيدريات اللاسعة مثل هدريات البحر، وفنجانيات اللاسعة أو الكأسيات اللاسعة مثل قناديل البحر، وشعاعيات اللاسعة مثل مرواح البحر، وشقائق النعمان البحرية، والمرجان. الصورة .٣. شعبة الجوفمعويات



الصورة .٣. شعبة الجوفمعويات

٤ . **شعبة المفصليات:** وهي من أكبر الشعب، تتوزع بين اليابسة والماء ويعيش منها ما يزيد عن٣٥٠٠ نوع في البحر، ومن هذه الشعبة سرطانات البحر، والجمبري.الصورة .٤. شعبة المفصليات



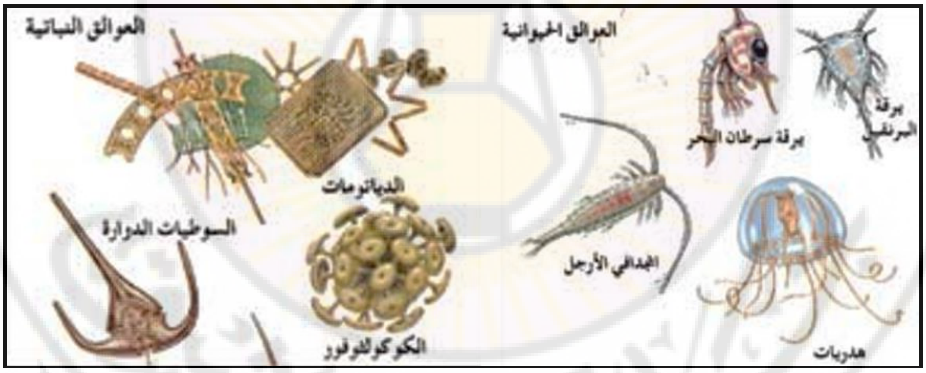
الصورة .٤. شعبة المفصليات

٥ . **شعبة الرخويات:** هي من الكائنات الحية التي تتكوّن جميعها من أجسام طرية، وتتألّف عادةً من رأس وقدم، وغالباً ما يغطي أجسادها الهيكل الخارجي الصلب، مثل القواقع والمحار، وتعد الرخويات واحدة من أكثر مجموعات الحيوانات تنوعاً في العالم. الصورة .٥. شعبة الرخويات.



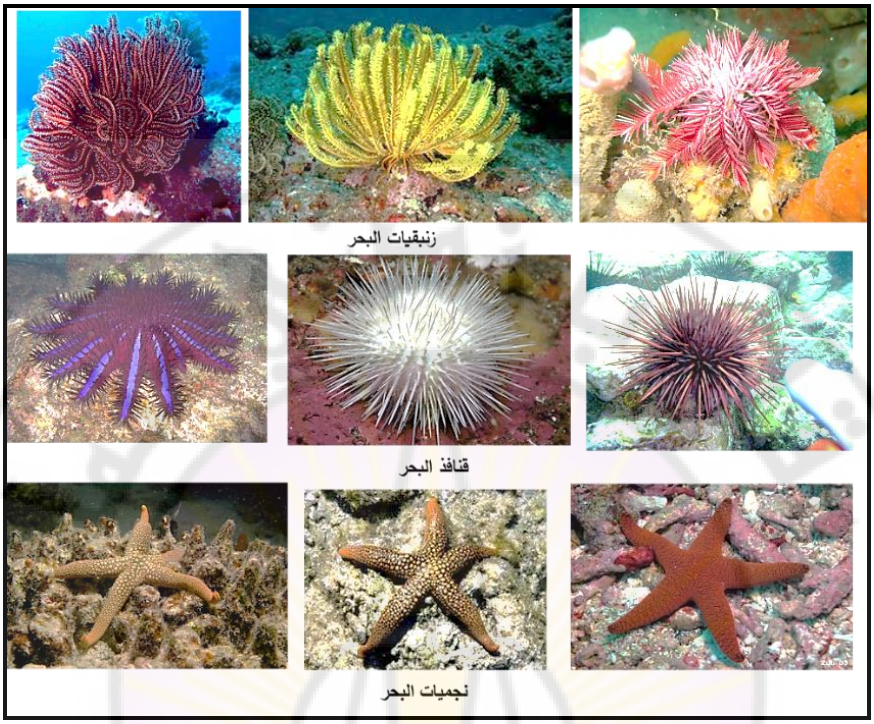
الصورة .٥. شعبة الرخويات

٦ . الهائمات أو العوالق البحرية Plankton (البلانكتون): هي مجموعة متباينة من الكائنات الحية الدقيقة المعلقة في مياه المحيط وتسمى بالبلانكتون الحيواني، ونباتات دقيقة تعرف بالدياتومات(diatoms) توجد طافية على سطح الماء مع أنواع أخرى من الطحالب(Algea) وتسمى بالبلانكتون النباتي. فيما يتميز البلانكتون الحيواني بأنه شفاف يمكن رؤية بعض أنواعه بالعين المجردة. الصورة .٦. العوالق البحرية (الهائمات).



الصورة .٦. العوالق البحرية (الهائمات)

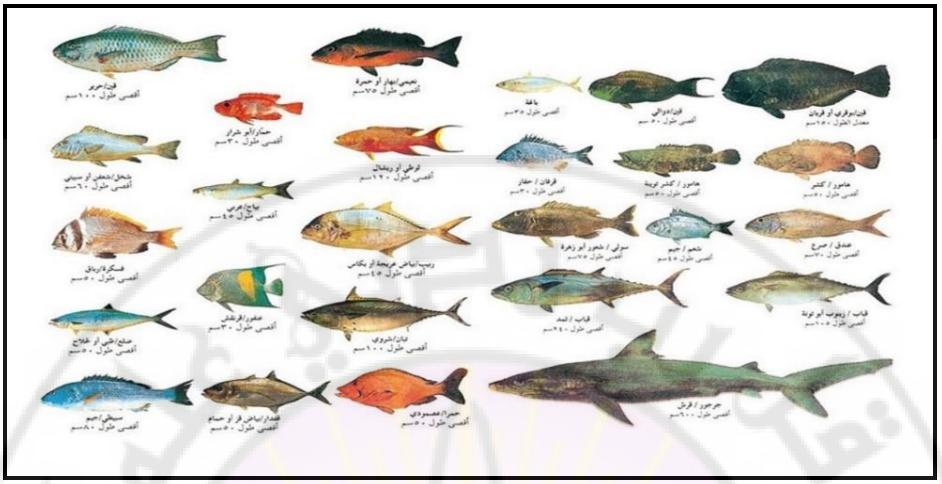
٧ . شعبة شوكية الجلد أو قنفذيات الجلد: سبب تسميتها شوكيات الجلد لأنها تحمل على جلدها أشواكاً مختلفة، الصورة .٧. شوكيات الجلد البحرية. ويعيش معظمها حياة حرة، ويميز منها مجموعتان: المتثبتات (Pelmatozoa)، وهي تتثبت على مرتكز ما بسويقة تنتهي بهُدّابات تثبتها على المرتكز كالزنبقيات، أو أشباه الزنبق (Crinoidea) التي تضم نحو ٦٥٠ نوعاً، والمتَجَوِّلات (Eleutherozoa) التي تكون حرة الحركة لأنها من دون سويقة، مثل القنفذيات التي تضم قنافذ، والنجميات التي تضم نجم البحر، والخيارات (Holothuroidea) مثل خيار البحر.



الصورة .٧. شعبة شوكيات الجلد البحر

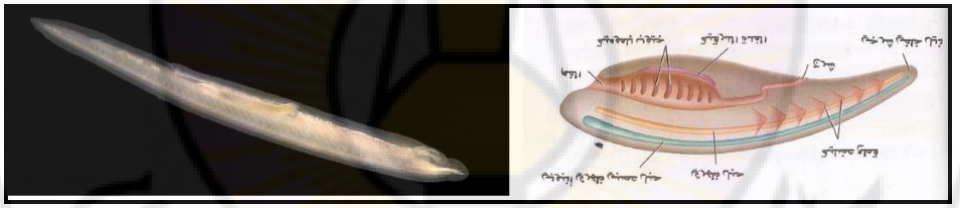
٨ . **شعبة الحبليات:** تُعد الحبليات من أكثر الكائنات الحيوانية شيوعاً وتكيفاً وانتشاراً، فهي تظهر تنوعاً كبيراً في الشكل، والبيئات، ولحبليات ثلاث خصائص مشتركة هي: امتلاكها حبل ظهري (هو حبل رفيع مرن، يمتد على طول جسم المخلوق الحي أثناء نموه)، وحبل عصبي (يقع فوق الحبل الظهري)، والشقوق الخيشومية في منطقة البلعوم، وقد تختفي في بعض المجموعات ويستعاض عنها بتراكيب تنفسية أخرى كالرئتين. وصنف العلماء الحبليات إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . **الفقاريات:** لها جمجمة وعمود فقري ولها حبل عصبي يمتد داخل العمود الفقري ويتضخم الجزء الأمامي منه مكونا الدماغ، وتشمل نحو ٦٤٠٠٠ نوع، وتعد الأسماك أكبر مجموعات الفقاريات التي تعيش في الماء، والحبليات الغضروفية مثالها سمك القرش. الصورة . ٨. الفقاريات التي تعيش في الماء.



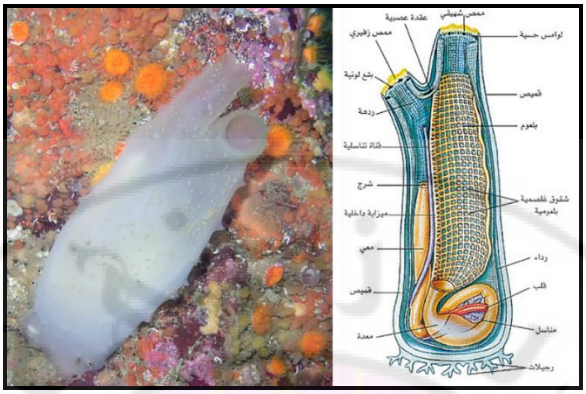
الصورة . ٨. الفقاريات التي تعيش في الماء

ب . حبليات الرأس: يمتد الحبلان الظهري والعصبي على امتداد طول الجسم ومنها السهيم حيوان بحري صغير ثعباني الشكل يعيش أغلب حياته مغروساً بالرمال عند شواطئ البحار مع بقاء نهايته الأمامية بارزة خارج الرمال، ويوجد من أنواعه ٢٣ نوعاً، الصورة .٩. حيوان السهيم.



الصورة .٩. حبليات الرأس حيوان السهيم

ج . حبليات الذيل: يوجد بها الحبل الظهري، والحبل العصبي في المنطقة الذيلية مثل الأسيديا هو كائن بحري كيسي الشكل يغطي الجسم غطاء جلدي جيلاتيني، يتكون الجسم من فتحة شهيقيه يدخل منها الماء المحمل بالغذاء والأوكسجين، وفتحة زفيريه يطرح منها الفضلات. الصورة . ١٠ . حبليات الذيل الأسيديا



الصورة . ١٠. حبليات الذيل حيوان الأسيديا

٩. الثدييات المائية الفقريات الراقية: الثدييات البحرية والتي تشمل الفقمة، والحيتان، والدلافين، وثعالب الماء ...، تشكل مجموعة متنوعة تبلغ نحو ١٢٩ نوع تعتمد في تواجدها على الماء، وهي لا تشكل تصنيفاً بيولوجياً مميزاً، وإنما تم جمعها وتحديدها على أساس اعتمادها على البيئة البحرية للعيش، بعضها يعتمد اعتماداً كلياً على البيئة البحرية في جميع مراحل حياتها على سبيل المثال الدلافين والحيتان، بينما الفقمة تعتمد على البيئة البحرية في التغذية، ولكن تولد على الأرض. ويمكن تقسيم الثدييات البحرية إلى أربع مجموعات هي:

أ . الحوتيات: وتشمل الحيتان والدلافين وخنازير البحر.

ب . زعنفيات الأقدام: فهي شبه مائية حيث تقضي معظم وقتها بالماء وتحصل على غذائها من الماء ولكن هي بحاجة للعيش على اليابسة للقيام بأنشطة مهمة مثل التزاوج ورعاية الصغار والراحة وتشمل حيوانات الفظ، والفقمات، وأسود البحر.

ج . الخيلانيات: حيوانات مائية تماماً فهي تسكن المحيط وتتغذى منه وتتكاثر به، وتشمل خراف البحر أو حيوانات الأطوم.

د . مشقوقات (ذوات الأصابع)، مجموعة من الحيوانات آكلة اللحوم، فهم أقل تكيفاً من بقية الأنواع بالنسبة للعيش بالماء كالدب القطبي وثعالب الماء. الصورة . ١١. مجموعات الثدييات البحرية.



الصورة . ١١. الثدييات البحرية

ونورد فيما يلي تقسيماً مبسطاً لتواجد الأحياء المائية على أساس اختلاف الأعماق:

أولاً . مجال المياه القليلة العمق (الرصيف القاري المنطقة المحصورة ما بين خط الساحل وعمق ٢٠٠م): تتأثر المياه القليلة العمق بالفعاليات البشرية، وتختلف درجة عذوبتها وملوحتها وحرارتها حسب درجة المؤثرات فيها، ويُمثل أكثر الأجزاء نشاطاً من الجانب الحيوي بسبب وصول نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي إليه، فتُساعد على نمو أنواع كثيرة من الأحياء النباتية الخضراء، التي تؤمن غذاءها ذاتياً كالحشائش المائية (الأشنياتيات)، والشيبيات، أما الأحياء الحيوانية التي تعيش في هذا المجال فهي الأسماك، والرخويات (الصدفيات)، والقشريات.

ثانياً . مجال المياه المتوسطة العمق (المنطقة المحصورة ما بين ٢٠٠ . ٥٠٠م): تُدعى أيضاً منطقة التمثيل الضوئي الضعيف، والتي تبدأ من أعماق ١٥٠م، وتنتهي على عمق ٤٠٠ أو ٥٠٠م، تكثر في هذا المجال النباتات المتعايشة مع غيرها، والمتطفلة على غيرها من النباتات كبعض أنواع البلانكتون (الهائمات) التي تُعد غذاء للأحياء المائية الأكبر التي تعيش بجوارها.

ثانياً . مجال المياه العميقة: يُقسم مجال المياه العميقة إلى ثلاثة أقسام هي: منطقة أعماق الأساس ما بين ٥٠٠ . ٤٠٠٠ م، ومنطقة الأعماق السحيقة ما بين ٤٠٠٠ . ٨٠٠٠ م، ومنطقة الهوات المحيطية ما بين ٨٠٠٠ . ١١٠٠٠ م.

ثانياً . المجال الحيوي الجوي (المجال الغازي):

يتكون الغلاف الغازي من غازات تُعد من مقومات الحياة للكائنات الحية كالأوكسجين والنتروجين، لهذا فإن أية تغيرات تطرأ على المكونات الطبيعية للهواء الجوي، تؤدي إلى تأثيرات سلبية في هذه الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات.

فالمجال الحيوي الجوي عبارة عن طبقة رقيقة تحيط بالكرة الأرضية لتحفظ لها عوامل الحياة، ويحيط بالأرض من جميع الجهات ويبدأ من سطح الأرض، حيث يمثل سطح البحر الحد الأسفل للغلاف الجوي ويرتفع إلى مالا نهاية في الجو. وتعد طبقات الجو القريبة من سطح الأرض (طبقة التروبوسفير) حتى ارتفاع ٢٠٠ م أغنى مناطق المجال الحيوي الجوي بالأحياء الحيوانية الطائرة والجرثومية والنباتية من حيث الكم والنوع.

واكتشف العلماء وجود ثلاثة أنواع جديدة من البكتيريا غير معروفة على الأرض، خلال دراسة قاموا بها على الطبقات العليا من الغلاف الجوي، وجدوا فيها أن هذه الكائنات لها القدرة على مقاومة الأشعة فوق البنفسجية. وأن البكتيريا الجديدة لا تطابق أي من أنواع البكتيريا الأخرى الموجودة على كوكب الأرض، حيث استطاع العلماء جمع عينات من هذه البكتيريا على سطح بالونات قاموا بإطلاقها في طبقة الستراتوسفير للغلاف الجوي، (وعادة ما تكون نسبة الأشعة في طبقة الستراتوسفير كافية لقتل معظم الكائنات الحية) وأطلقوا على أحد أنواع البكتيريا الجديدة اسم جاني باكتير هولي Janibacter Hoylei، رغم أن الاكتشاف لا يعطي معلومات كافية عن أصل الكائنات الدقيقة، إلا أنها تعد تشجيعاً للاستمرار في السعي لاكتشاف أصل الحياة.

ثالثاً . المجال الحيوي الصخري (المجال الأرضي):

يشكل الغلاف الصخري القشرة الأرضية الصلبة التي تشكل القارات وقيعان المحيطات، ويتباين سماكة القشرة الأرضية، حيث يزداد عمقها على اليابس وخاصة تحت المناطق المرتفعة بينما يقل عمقها في قيعان المحيطات، وتمثل اليابسة الأجزاء الصلبة من الغلاف الصخري، ويصل إلى عمق ثلاثة كيلو مترات تقريباً، حيث تنعدم الحياة بعد هذا العمق، بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وانعدام الهواء، وعدم توفر الغذاء، ويتكون هذا الجزء الصلب من الصخور التي تختلف في أنواعها، لاختلاف المعادن المكونة لها.

ومن الجدير بالذكر أن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي يرجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الأغلفة الأربعة لسطح الأرض، فالتربة جزء من الغلاف

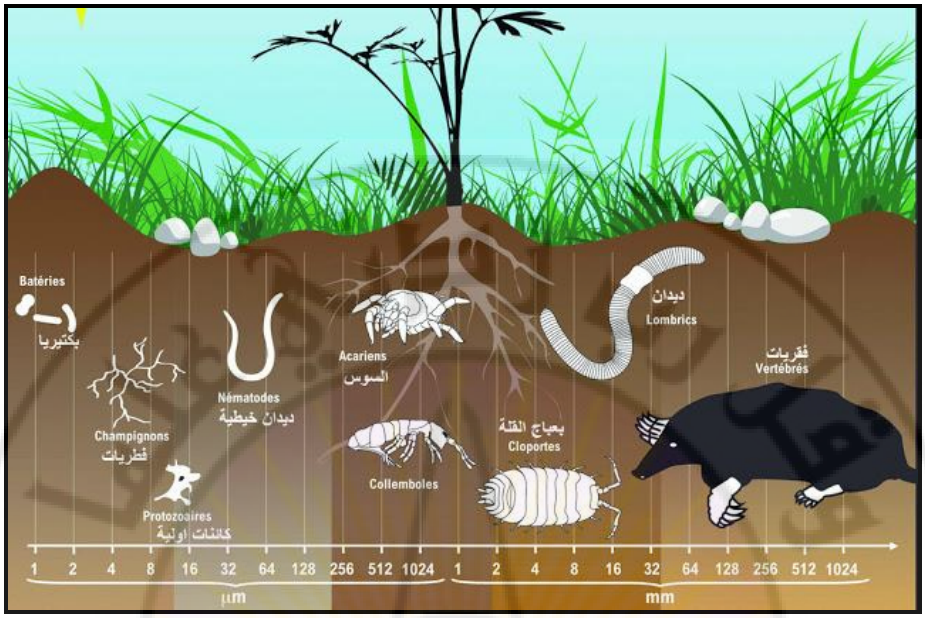
الصخري الأرضي الذي يمثل الطبقة المفتتة الهشة التي تلتقي فيها الحياة العضوية (النباتية والحيوانية)، بعالم المعادن (الماء والهواء)، وتُعد التربة إحدى النظم البيئية الأكثر تعقيداً في الطبيعة، وهي أكثر الموائل تنوعاً على الأرض: فهي تحتوي على مجموعة من الكائنات الحية المختلفة التي تتفاعل بعضها مع بعض، وتسهم في الدورات الطبيعية التي تجعل الحياة ممكنة، حيث يشكل تفاعل الكائنات الحية في التربة بعضها مع البعض، في النظام البيئي شبكة معقدة من النشاط الحيوي تُعرف **بشبكة العناصر الغذائية في التربة.**

إذا كانت العوامل المناخية تحدد مجال انتشار الكائنات الحية، فإن التربة هي المسؤولة عن تواجد نوع الكائن الحي في مواقع مختلفة ضمن المجال نفسه، فعمق التربة، وخصائصها، ونوعية الصخر الأم هي التي تحدد انتشار النوع، حيث تشكل التربة موطناً للكثير من الكائنات الحية ابتداءً بالجذور النباتية المرئية، مروراً بالحشرات الصغيرة والديدان، وصولاً للفطريات والبكتيريا والطحالب وغيرها من الكائنات المجهرية. حيث ترتع في هذا المجال الحيوي الأرضي الملايين من الكائنات الحية النباتية والحيوانية، بعضها يمكن رؤيته بالعين المجردة وبعضها الآخر لا يمكن رؤيته إلا بالميكروسكوب كالبكتريا النباتية، التي تعد أهم الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة بأعداد كبيرة جداً تُقدر ما بين ١ . ٤ مليون في الغرام الواحد من التربة، وفي التربة أيضاً بعض الحيوانات من اللافقاريات مثال ديدان الأرض وكثيرات الأرجل (أم الأربع والأربعين) والحلزون، وبعض الحشرات كالنمل والخنافس، ومن الفقاريات مثال بعض الأفاعي والعظايا والخلد والفئران وغيرها.

وتتوزع الكائنات الحية في التربة، كما هو موضح بالشكل . ٢٣. توزعين رأسي وأفقي:

١. التوزع الرأسي: تتوزع أحياء التربة بصورة غير متجانسة في قطاع التربة الرأسي نحو الأعلى والأسفل، إذ يتركز معظمها في طبقة البقايا العضوية، وهي السنتمترات الخمسة العلوية في أراضي الغابات أو الطبقة التي تلي السطح مباشرة في الأراضي الأخرى، وقد قدر أن نحو ٩٠٪ من الأحياء تنتشر في الطبقة العلوي في قطاع التربة.

٢. التوزع الأفقي: يختلف هذا التوزع تبعاً لاختلاف محتوى التربة من المواد العضوية، ولمستوى جفاف الأرض أو غمرها بالماء، كما يؤثر وجود النبات أو المحصول في أعداد الأحياء وأنواعها المنتشرة في المحيط الجذري rizosphere.



الشكل .٢٣. توزع الكائنات الحية في التربة

تؤدي الكائنات الحية في التربة العديد من الوظائف الحيوية في النظام البيئي للتربة، من خلال التفاعل المباشر مع النظم الحيوية، والغازية، والمائية، وهي مسؤولة عن دورة المغذيات، ويعود الفضل لها في إعادة تدوير المواد الميتة، وتنظيم حركة المادة العضوية في التربة، واحتباس الكربون في التربة، وتغيير التركيبة المادية للتربة، ونظم المياه، وتعزيز صحة النبات، فضلاً عن وظائف أخرى.

وعلى أساس الوظيفة التي تقوم بها الكائنات الحية في التربة يمكن تقسيمها إلى مجموعتين هما:

١. المجموعة التي تقدم المواد الأولية اللازمة لصناعة المادة العضوية في التربة وتشمل عموماً النباتات على اختلاف أنواعها وأصنافها، والتي تلعب دوراً مهماً في تشكيل التربة أكثر من الكائنات الحية الحيوانية وذلك من حيث أنها تُعد المصدر الرئيس للمادة العضوية، حيث تقدم هذه المجموعة المواد الأولية اللازمة لصناعة المواد العضوية، والتي ترتبط كميتها بتوزع الغطاء النباتي ونوعيته.

وتحتوي التربة على كائنات حية تعيش فيها، حيث قُدر أنه في كل ١٠ متر مكعب من التربة يوجد٢٠٠ ألف حشرة، و١٠٠ ألف نوع من العثة، ٢٥ ألف حيوان صغير، ومن الحيوانات التي تعيش في التربة نذكر منها:

النباتات: فالتربة وسط استنادي لمعظم النباتات الهوائية وفيها ينمو المجموع الجذري، وعن طريقه تمتص النباتات الماء، والأملاح المعدنية الضرورية للنمو. ويعيش **النمل** في أشكال مختلفة من المستعمرات في أنفاق داخل التربة. و**السمكة الرئوية:** يعد هذا النوع من الأسماك الأكثر احتمالاً للبقاء خارج الماء والتي يمكنها العيش في اليابسة لسنوات عديدة، تعيش هذه السمكة في غرب أفريقيا، لديها خياشيم، ورئة بدائية، وخلال مواسم الجفاف، تقوم بلف نفسها بشرنقة من المخاط داخل الوحل والطين، وتبقى كامنة هناك لعدة سنوات، وعند سقوط المطر، فإنها تخرج من الطين الذي كانت مختبئة بها. **ديدان الأرض** يمكنها أن تقضي الفصل الجاف مغروسة في أعماق التربة. وتشكل **الحشرات** المجموعة الأكثر تنوعاً من الكائنات الحية على سطح الأرض فهي تحوي ما يزيد على مليون نوع تم تصنيفها، حيث يُقدّر عدد الفصائل غير المصنفة بقرابة ٣٠ مليوناً، وتتواجد الحشرات في جميع البيئات تقريباً. **وحيوانات صغيرة من فصيلة الثدييات:** تعيش بشكل كامل تحت الأرض كالخُلد، وزبابة الخلد الشبيهة بالخُلد. كما تفضل **الزواحف** العيش تحت سطح الأرض في الجحور مثل السحالي والثعابين والضب. ويعيش **الغرير** في شبكة من الانفاق تحت سطح الأرض.

٢. المجموعة التي تقوم بصناعة المواد العضوية عن طريق تحللها للبقايا النباتية، وتشمل الحيوانات والكائنات الحية التي تعيش في التربة، والتي تتمثل بالأحياء الدقيقة التي تعيش داخل التربة، ويبين الشكل ٢٤. نماذج من هذه الأحياء الدقيقة.



الشكل ٢٤. نماذج الأحياء الدقيقة التي تعيش داخل التربة

وعلى الرغم من كثرة الأحياء الدقيقة (Organisms Micro) التي تعيش في التربة وتعدد أنواعها إلا أن أهمها ثلاثة أنواع هي:

أ .**البكتريا Bactria**: هي كائنات دقيقة جداً، تعيش عموماً في الآفاق العلوية من التربة حيث يتوفر الغذاء، وظروف درجة الحرارة والرطوبة المناسبة لنموها وتكاثرها، وبأعداد كبيرة جداً قد تصل إلى ثلاثة أو أربعة بلايين في الغرام الواحد من تربة الحشائش في الأحوال الملائمة.

ب .**الفطرياتFungis**: من الكائنات الحية غير ذاتية التغذية، ويؤثر محتوى رطوبة التربة في انتشار الفطريات، وعملها بالتربة لذلك ينخفض نشاطها بانخفاض درجة الرطوبة، ويؤدي التحسن

في مستوى الرطوبة إلى زيادة أعداد الفطريات، ومع ذلك فإن بعض هذه الفطريات يعمل في الظروف شبه الجافة، وتنتشر الفطريات بأعداد كبيرة في التربة إلى عمق يصل لأكثر من متر حسب المادة العضوية في التربة، وتتميز بقدرتها على تحمل حموضة التربة، لذا نجدها عموماً تسود في ترب الغابات الحامضية التي تقل فيها نسبة النتروجين.

ج .الاكتينوميسايت Actinomycets: أحياء دقيقة ولكنها تكون بأعداد أقل من البكتريا في التربة، وأصغر حجماً من الفطريات، وقد اكتشفت حديثاً أن البعض منها ينتج مواد تقتل الجراثيم، وتستعمل اليوم في انتاج البنسلين penicillin والستربتومايستين Streptomycin وكليهما أدوية طبية مهمة في القضاء على البكتريا التي تصيب الإنسان، أما وظيفة الاكتينوميسايت في التربة تحلل الأنسجة النباتية والحيوانية، فأنها مشابهة لوظيفة البكتريا ولكن تعمل بسرعة أبطأ في تحلل المواد العضوية وتثبيت النتروجين في التربة.

د . الطحالب Algae: تنتشر في كل الأراضي تقريباً، وتتميز الطحالب باعتمادها في تغذيتها على التغذية الضوئية الذاتية Photoautotrophs لوجود اليخضور في خلاياها. وتقوم بتثبيت النيتروجين ما يزيد من خصوبة التربة، وبعضها يتكافل مع الفطريات في الأشنيات لتفتيت الصخور، وإمداد التربة بالمزيد من المعادن الصخرية المفتتة والكربون، حيث تُعد من أهم الكائنات المسؤولة عن زيادة نسبة المحتوى الكربوني في التربة التي تعيش فيها.

الفصل الرابع

العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض

الأحياء كما نعرفها اليوم (نباتية أم حيوانية) هي نتاج عمليات طويلة وكثيرة متدرجة ومنتظمة من التطور والتغير والتبدل تحت تأثير العوامل البيئية المختلفة في كل من الماضي السحيق والقريب بل والحاضر أيضاً. إن معرفة العلاقات بين الكائنات الحية والوسط المحيط بها يلازمه شرطين:

الشرط الأول دراسة خصائص الوسط الجغرافي الذي تعيش فيه الكائنات الحية، أي العوامل الجغرافية غير الحيوية Abiotic التي تتعلق بالظروف البيئية الخارجية في بيئة الكائن الحي، وتشمل مجموعة العوامل الفيزيائية (الطبيعية) المتعلقة بالوسط الجغرافي.

والشرط الثاني دراسة تصرفات وردود فعّل الكائنات الحية التي تعيش في وسط ما والتفاعلات المتبادلة التي تحدث بينها، فلكل كائن حي بيئة معينة مرهونة بوجود كائنات حية أخرى، أي العوامل الحيوية Biotic أو التداخلات البيولوجية (الحيوية). وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في كامل المنطقة، ونتيجة لذلك تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع، وفيما يلي نُبين العوامل الجغرافية التي تؤثر في توزع وانتشار الكائنات الحية على كوكب الأرض.

أولاً . العوامل التاريخية والجيولوجية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

يتأثر توزع أي نوع أو مجموعة من الكائنات الحية بزمن نشأتها (متى؟)، ومكان هذه النشأة (أين؟)،

لذلك تعتمد دراسة التوزع الجغرافي للحيوانات والنباتات بشكل أساسي على البيانات من التاريخ الجيولوجي للأرض لذلك من دون معرفة تاريخ القارات، من المستحيل أن نفهم لماذا توجد الثدييات الجرابية في الوقت الحالي في أستراليا وأمريكا فقط.

لقد عاشت الحيوانات والنباتات ثلاث مراحل رئيسة في تاريخ الأرض تُعرف بالأحقاب (الدهور) وامتدت حُقب الحياة القديمة ما بين ٥٧٠ و٢٤٠ مليون سنة خلت، والحياة المتوسطة ما بين ٢٤٠ مليون إلى ٦٣ مليون سنة خلت، أما حُقب الحياة الحديثة فقد بدأت قبل نحو ٦٣ مليون سنة مضت، وأثناء كل من هذه الأحقاب حدثت تغيُّرات كبيرة في أنواع الحيوانات والنباتات التي عاشت على الأرض، وتقسم الأحقاب الثلاثة إلى عصور زمنية أقصر، وقد تكوّنت طبقات صخرية مختلفة في قشرة الأرض أثناء كلّ فترة، وتُزوّد هذه الصخور العلماء بمعلومات عن

التغيّرات في معالم سطح الأرض ومناخها، والصخور والأحافير الموجودة فيها، تمكن الباحثون من تحديد الحيوانات والنباتات التي كانت تعيش في كل عصر. فمن المعروف أن الحيوانات والنباتات التي ظهرت خلال العصور الجيولوجية القديمة لم تستمر حياتها إلى اليوم، بل معظمها انقرض بسبب التغيرات المناخية والجيولوجية، والمنافسة من جانب الأنواع الأخرى (التنافس الحيوي)، وغير ذلك من الأسباب. وأثناء كل من هذه الأحقاب حدثت تغيُّرات كبيرة في أنواع الحيوانات والنباتات التي عاشت على الأرض.

فالأحداث الجيولوجية . مثل غرق مناطق أرضية معينة . أدت إلى تدمير الطرق التي سلكتها الكائنات الحية القديمة خلال هجرتها، وقد أدت عدم صلاحية هذه الطرق للانتشار بعد ذلك إلى جعل حركة الأنواع الحديثة من الكائنات الحية محدودة، كما أدى هبوط مستوى البحار في الفترات الجليدية إلى بروز جسور قارية سهلت هجرة الحيوانات البرية إلى مختلف القارات، كما حدث بين سيبيريه وألاسكا عبر مضيق بهرنغ، وأرض دوغر أرض التي كانت تقع في جنوب بحر الشمال ربطت بين أوربا والجزر البريطانية خلال العصر الجليدي الأخير، وبين أوربا وإفريقيا عبر مضيق جبل طارق، وكذلك بروز جسور قارية بين آسيا وجزر جنوب شرقي آسيا وبين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية عبر بنما، أما الذوبان الجزئي في الفترات بين الجليدية (فترات دفء) لآخر جليدية من جليديات البليستوسين أدى إلى ارتفاع في مستوى البحار والمحيطات، وإلى تجاوز بحري غمر الجسور القارية التي كانت موجودة في البليستوسين، وهذا ما سبب انفصال الكتل القارية ببحار، مثل بحر بهرنغ، وبحر المانش، وبحر جاوة، وتوقف هجرة الحيوانات البرية، غير أن هذه التجاوزات سهلت من جهة أخرى انتقال الحيوانات البحرية بين البحار المتجاورة، وهو ما يفسر تميز الحيوانات اللافقارية في الماضي بمدى انتشار أكبر من الفقاريات.

كذلك يُعد طول العصر الجيولوجي عاملاً مهماً في التوزع الواسع لنوع معين وفصائل معينة من الكائنات الحية، وإن كان هذا التأثير لا يظهر أحياناً بسبب وجود حواجز طبيعية أو بيئية أو بسبب تدخل الإنسان أو لعوامل أخرى بالنسبة للنباتات بطيئة الانتشار، وتُفسر هذه العوامل انحصار الحيوانات أحادية المسالك[1] Monotremata، في قارة أستراليا وغينيا الجديدة. ووجود

---

١ . تتميز حيوانات أحادية المسالك بكونها ثدييه وتضع البيوض في الوقت نفسه، وتملك مسلكاً واحداً للتبرز والتناسل، وهناك نوعان من الثدييات التي تضع بيضاً، حيوان خلد الماء أو منقار البط (Platypus البلاتيبوس)

بعض الحيوانات في مناطق معينة دون أخرى مثل تركز الجرابيات[1] (الثدييات الكيسية) في قارة أستراليا، يوضح الشكل .٢٥. حيوانات أحادية المسالك الجرابيات، كما يفسر عدم نشأة الثدييات العليا في أستراليا وتطورها في المناطق القارية الأخرى، عقب انفصال قارة أستراليا عن قارة آسيا، وأن الثدييات المشيمية Placental mammals الوحيدة التي تمكنت من الوصول إلى قارة أستراليا فيما بعد كانت تلك التي تستطيع السباحة أو الطيران أو تلك التي حملتها السفن بطريق الصدفة، كذلك تفسر هذه العوامل وجود الأفاعي ذات الأجراس Rattle snakes في المكسيك وعدم وجودها في قارة آسيا بسبب اختفاء مضيق بهرنغ.



الشكل .٢٥. حيوانات أحادية المسلك

إن كانت هناك عوامل بيئية وجغرافية تسهم في تفسير توزع الأنواع الحية على سطح الأرض، ولماذا يكون على النمط الذي هو عليه، فهناك في المقابل عوامل تاريخية يعتقد العلماء أنها قد حدثت في عصور قديمة، وأسهمت في التوزع، فمن خلال دراسة التاريخ الطبيعي للكرة الأرضية،

يستوطن بحيرات وأنهار تسمانيا وأستراليا، والآخر النضناض أو آكل النمل الشائك (إيكيدنا Echidna) يوجد النضناض ذو المنقار القصير في استراليا وغينيا الجديدة أما النضناض ذو المنقار الطويل يقطن غينيا الجديدة.

١ . أشهرها، حيوان الكنغر، ودب الكولا، وشيطان تسمانيا، الدصيور أو السنور الجرابي، تتميز عن بقية الثدييات، بفترة حمل قصيرة، ومن ثم خروج مولود صغير جداً، غير مكتمل النمو، يتحسس طريقه إلى جراب بطني ومن داخل الجراب، يواصل فترة نموه وتطوره.

والمرتبط بالفترات الجيولوجية، نجد أن كثيراً من التغيرات الواسعة التي أدت لاختلاف توزع الكائنات الحية قد حدثت نتيجة تغير الظروف البيئية وأهمها:

أ . انقراض الأنواع الحية: أمر معروف في تاريخ الأرض، فالحفريات تدل عليه وأشهرها حفريات الديناصورات التي عُثر عليها في أماكن متفرقة من العالم، وحفريات أسد الكهوف الأوروبي التي عُثر عليها داخل كهوف أوروبا، وكذلك الكتب التي ذكرت لنا أنواعاً منقرضة في قرون حديثة مضت كطائر الدودو (طائر عاجز عن الطيران وقد كان مستوطن في جزيرة موريشيوس شرقي مدغشقر في المحيط الهندي)، وحيوان البَهضَم (كسلان الأرض العملاق) Megatherium أستوطن في أمريكا الوسطى والجنوبية في وقت متأخر من العصر الحديث حتى نهاية العصر الجليدي، وهو من أكبر الحيوانات الثديية البرية المنقرضة، ويأتي بالحجم بعد الماموث، وحيوان الباراسيراثيريم أو البهقرنوي paraceratherium وحش بلوخستان، أكبر حيوان ثديي مشي على اليابسة عاش في عصر الأليغوسين منذ ٢٣ مليون سنة مضت، اكتشفت عظامة لأول مرة في باكستان في منطقة بلوخستان .

كما أثبتت لنا الكتب المدونة توزع أنواع حية في قرون قديمة على مناطق لم تعد تقطنها في عصرنا الحديث، وهناك كتب عُنيت بالحيوانات ككتاب الحيوان للجاحظ، وكليلة ودمنة لابن المقفع، يُستنبط منها الكثير عن التوزع الحيوي للحيوانات، حتى أن هناك كتابات لأرسطو وهيرودوتس أثبتت أن الأسود الآسيوية كانت تتواجد في بلاد البلقان، ومن المعروف لدى العلماء أن الأنواع الثديية تحديداً تظهر وتنقرض بمعدل أسرع عن باقي أنواع الحيوانات، مما يُسهم في تقليل درجة انتشارها على سطح الأرض، ويجعل توزعها ينحصر في مناطق معينة.

يعترف العلماء الجيولوجيون والجغرافيون بأن الالتواءات والانكسارات والثورات البركانية التي حدثت خلال الأزمنة الجيولوجية قد طمست أغلب السجل الحفري للأنواع التي عمرت الأرض، وأضاعت بالتالي إمكانية كتابة تاريخ توزع الأنواع الحية والمنقرضة بشكل كامل. الصورة .١٢. حيوانات عملاقة منقرضة، والصورة .١٣. نباتات منقرضة



الصورة .١٢. حيوانات عملاقة منقرضة



الصورة .١٣. نباتات منقرضة

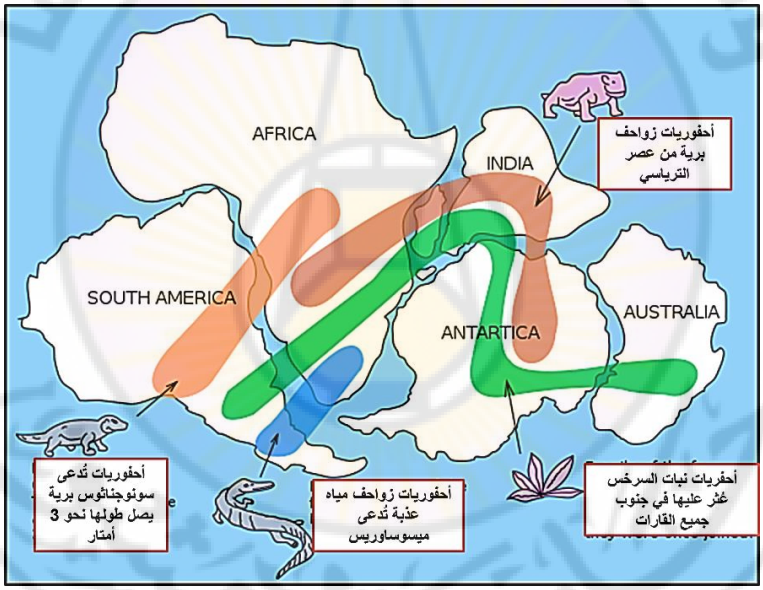
ب . الانجراف القاري (نظرية زحزحة القارات) فغنير: هي نظرية تفترض حدوث انفصال بين اليابسة في عصور قديمة، ثم زحزحة للكتل المنفصلة التي شكلت قارات العالم الحالية والجزر المنفصلة عنها إلى أن استقرت في مواقعها المعروفة.

يفترض كثير من العلماء أنه قد يكون من أسباب اختلاف الفونا الحيوانية والفلورا النباتية من إقليم لآخر ومن قارة لأخرى هو حدوث انعزال بيولوجي بعد الانجراف القاري والزحزحة المكانية، مما

جعل ظروف بيئية معينة أكثر ملاءمة لأنواع ما في موقعها الجديد، بينما انقرضت من الإقليم الأول.

إن علماء النبات أكثر اقناعاً بهذه النظرية من علماء الحيوان، فهناك تشابه بين نباتات أستراليا وجنوب افريقيا، وهناك اختلاف بين نباتات أستراليا وغينيا الجديدة. ويفسر الشكل رقم ٢٦. التغيرات في اختلاف توزع الكائنات الحية وفق نظرية الانجراف القاري والانقراض.

يشكل الانجراف القاري مع الانقراض ثنائياً يُسهم بشكل كبير في تفسير الكثير حول التوزع الكائنات الحية، على سبيل المثال: تنفرد قارة أستراليا بالثدييات الكيسية (الجرابية) كالكنغر، ونظراً أنه يستحيل من خلال حفرية أي حيوان تحديد ما إن كان مشيمي أو جرابي، فبالتالي لا يمكن مطلقاً نفي فرضية أن الجرابيات عاشت قبل الانجراف القاري في القارات الأخرى.



الشكل رقم ٢٦. التغيرات في توزع الكائنات الحية وفق نظرية الانجراف القاري والانقراض

٣ . الانتواع (Speciation): العامل التاريخي الثالث الذي قد يُسهم في تفسير التوزع الحيوي، وهو عملية تطورية تظهر بواسطتها أنواع جديدة من الكائنات الحية، وهناك أربعة نماذج جغرافية للانتواع في الطبيعة، وهي مبنية على مدى انعزال التجمعات المتنوعة بعضها عن البعض، وهي:

- **انتواع تباعدي Allopatric Speciation**: عزل جغرافي كامل بين أفراد المجموعة أو مجموعتين من النوع نفسه، بحيث يمنعهم عن التواصل الجنسي وتمرير جيناتهم، أي ينقسم التجمع لتجمعين منعزلين جغرافياً، وقد يحدث ذلك على سبيل المثال، بفعل تجزؤ الموطن بسبب

التغيرات الجغرافية كنشوء الجبال، أو انهيار أرضي أو ارتفاع مستوى الماء لعزل منطقتين، مع الوقت يحدث التغير في المحتوى الجيني بشكل مختلف لكل مجموعة، مثال عن انتواع تباييني (الحيوانات) الانقسام بين مجموعات سمك الخنزير Pork fish قبل ارتفاع برزخ بنما وهو عبارة عن شريط ضيق من اليابسة يقع ما بين البحر الكاريبي والمحيط الهادئ ويربط ما بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية قد تشكل قبل ٣,٥ مليون سنة، فالعزل الجغرافي هنا منع الانسياب الجيني بين مجموعات من النوع نفسه، ما أدى إلى أن كل مجموعة تطورت بشكل منفصل لإعطاء نوعين مختلفين.

مثال انتواع تباييني (النباتات): ظهور أكثر من ٣٠ نوعاً من نبتة عباد الشمس، الذي وصل جزر هاواي الواقعة في المحيط الهادئ قبل ٥ ملايين سنة، ومع الوقت تحول لأنواع مختلفة تماماً عن بعضها، هذا التنوع عُرف باسم السيف الفضيSilversword alliance، حيث أثبتت التحاليل الحيوية انحدار كل أنواع عباد الشمس من نبتة واحدة. الصورة . ١٤. انتواع تباين.



الصورة . ١٤. انتواع تباين عمك الخنزير والسيف الفضي

- **انتواع خارجي peripatric speciation:** تنعزل مجموعة صغيرة جغرافياً عن التجمع الرئيس الذي انعزلت عنه خارجاً، فيه تنشأ أنواع جديدة في تجمعات صغيرة منعزلة لدرجة تمنع أو تعيق تبادل الجينات مع التجمع الرئيسي الذي انعزلت عنه خارجاً، مثال ذلك: طائر أبو قلنسوة الذي يستوطن أغلب دول القارة الأوربية، حيث كشفت دراسة ألمانية في جامعة فرايبورغ الألمانية أن التركيبة الجينية للطيور المهاجرة التي تزور الحدائق الأوروبية شهدت تطورات، إذ تعرضت أجنحتها ومناقيرها لتغييرات، خلال ثلاثين جيلاً إلى درجة أنها تحولت إلى كائنات لها

مواصفات خاصة جديدة، وأفادت الدراسة أن طيور أبو قلنسوة التي كانت تتكاثر جنباً إلى جنب في غابات وسط أوروبا، اتخاذ بعضها مسارات هجرة شتوية مغايرة، ففي الوقت الذي هاجرت فيه إحدى المجموعتين في الشتاء إلى الجنوب إلى إسبانيا لتقتات على أشجار الزيتون وضروب من الفاكهة، فضلت المجموعة الثانية مسار أقصر في الهجرة، ذلك أنها هاجرت إلى الشمال الغربي إلى بريطانيا، حيث تجد ما يكفي من الطعام على أيدي محبي الطيور، نتيجة لذلك فإن الطيور التي تهاجر إلى بريطانيا لها أجنحة أكثر استدارة، وهو ما يساعدها على المناورة بشكل أفضل، لكنها تجعلها أقل قدرة على الهجرة لمسافات طويلة، كما أن مناقيرها أصبحت أكثر طولاً وتحدباً لتحاكي الطيور التي اعتادت أن تقتات على الطعام الذي توفره متاجر الحيوانات الأليفة، لكنها لا تصلح لتناول الفاكهة . مع مرور الوقت واختلاف فترات الرحلتين بدأت الأفراد من الرحلة نفسها يتزاوجوا مع بعض، نتج عنه بأن المجموعتين اختلفوا عن بعض تشريحياً، وبدأ العزل الجنسي تدريجياً. الصورة .١٥. الانتواع الخارجي طائر أبو قلنسوة.



الصورة .١٥. الانتواع الخارجي طائر أبو قلنسوة

- **انتواع محاذي parapatric speciation:** يشبه الانتواع الخارجي في أن العازل بين التجمعين هو تكاثري أكثر مما هو جغرافي، بسبب التغيرات في البيئة، مثال العشب الربيعي Anthoxanthum odoratum بسبب تلوث معدني ناجم عن وجود المناجم، فإن بعض أفراد العشب الربيعي كونوا مقاومة للتلوث المعدني، وفي النهاية وبعد حدوث التطور (الاصطفاء الطبيعي) حصل عزل تكاثري بين المجموعتين.
- **انتواع تماثلي sympatric speciation:** يحصل من غير عزل جغرافي، داخل أفراد المجموعة، وقد يكون السبب عزل سلوكي أو تزاوج انتقائي، كل فرد يختار فرد معين للتزاوج. في هذا الانتواع تتشعب الأنواع بينما تعيش في المكان نفسه، من الأمثلة: عملية الانتواع التي تسبب فيها زراعة أشجار التفاح في الولايات المتحدة، كانت بعض أنواع الذباب تضع بيضها داخل نسيج ثمار أشجار الزعرور البري Hawthworm، مع انتشار زراعة التفاح فضلت بعض أنواع الذباب أن تضع البيض على داخل نسيج ثمار التفاح، مع تتابع الأجيال نشأ نوع من الانفصال

وانقطع الانسياب الجيني بين النوعين ذبابة التفاح، وذبابة الزعرور البري، من دون أي عزل جغرافي .

مثال آخر هو تنوع أسماك البلطي الموجودة في بحيرة فيكتوريا رغم تواجدها في البحيرة نفسها حدث نوع من الانتواع دون عزل جغرافي، وكانت أحد أسباب هذا الانتواع هو التفضيل اللوني، فمن المعروف أن انكسار الضوء في مياه البحيرات يعطي الماء لون مائل للأزرق بقرب السطح، ومائل للأحمر بقرب القاع، فالأسماك التي عاشت بقرب السطح طورت إمكانيات للتعايش في بيئة لونها أزرق، للتخفي من المفترسات، أما الأسماك التي عاشت بقرب القاع طورت إمكانيات للتعايش في بيئة لونها مائل للأحمر، نتج في النهاية نوعين من السمك أزرق وأحمر، كل نوع من الذكور يُفضل إناثه من نفس لونها . الصورة ١٦. انتواع تماثلي.



الصورة ١٦. انتواع تماثلي (ذبابة التفاح، وذبابة الزعرور البري) (أسماك البلطي)

الانتواع التطوري: يفترض التطوريون أن الانجراف القاري وزحزحة القارات والجزر، قد أعقبه حدوث الانعزال الحيوي لبعض أنواع الكائنات الحية، ثم تلاه وعبر زمن طويل حدوث تعديلات في تلك الأنواع، بتأثير الانتقاء الطبيعي (الاصطفاء الطبيعي) Natural Selection، فاختلفت الأنواع القديمة ونشأ عنها أنواع جديدة، فيكون الانتواع التطوري يقف خلف توزع الكائنات الحية.

ثانياً . العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

إن لكل كائن حي احتياجات معينة وقدرة تحمل معينة للظروف البيئية بما يمكنه من إتمام دورة حياته بصورة عادية، وتشتمل هذه الاحتياجات على عناصر مختلفة من مكونات البيئة تقوم بتوفير الحد الأدنى الضروري واللازم لاستمرار الحياة للأنواع المختلفة، ومن ثم كثيراً ما تكون

خصائص الكائن الحي وسلوكه وتوزعه الجغرافي وانتشاره تعبيراً صادقاً لتأثير هذه العوامل ومن أهمها:

١ . **تأثير المساحة:** هناك ارتباط واضح بين المساحة الجغرافية وعدد الأنواع الحية، فإذا قارنا جزيرة كبيرة مثل جزيرة تسمانيا، بجزيرة صغيرة قريبة منها، تتفق معها في الخصائص المناخية والتاريخ الجيولوجي، نجد جزيرة تسمانيا تضم أنواعاً من النباتات والحيوانات أكثر مما تضمه الجزيرة الصغيرة، فقد تضم الجزيرة الكبيرة العديد من الثدييات المتنوعة مثل الحيوانات الكبيرة آكلة العشب، والحيوانات آكلة اللحوم، في حين لا تضم الجزيرة الصغيرة إلا القليل من الثدييات البرية الصغيرة.

وللمساحة أثر مباشر في حجم الأنواع الحية، فقد بينت التجارب أن حجم أفراد النوع الحي يختلف باختلاف المساحة المتاحة لها، مثال ذلك بعض أنواع الأصداف تكون أحجامها أكبر إذا أُتيحت لها مساحات أوسع، وقد تكون أشكال الحيوانات القزمية على الجزر الصغيرة هي رد فعل للمساحة المحدودة، ويتضح ذلك في الحيوانات الألبية القزمية المتنوعة التي كان لأجداها حجم أكبر ومدى اتساع أكثر في العصور الجليدية. وفيما يلي بعض التقديرات العامة عن آثر المساحة في الكائنات الحية تتفق مع اكتشافات علماء الحياة:

١. تحتاج الحيوانات الكبيرة الحجم إلى نطاق أكبر مما تحتاجه الحيوانات الصغيرة الحجم، التي تنتسب إلى السلالة نفسها.

٢. لا توجد الحيوانات الكبيرة الحجم على الجزر صغيرة المساحة.

٣. عدد الأنواع النباتية على الجزر أقل من عددها في المناطق القارية اليابسة المجاورة لها.

٤. المساحة المتاحة لها أثر مباشر في حجم الأنواع الحية التي تعيش فيها.

٥. تضم الجزر والواحات الصغيرة المعزولة عدداً أقل من الكائنات الحية، مما تضمه المناطق غير المعزولة، وإن تشابهت معها في حجمها.

٦. كلما زادت المساحة زادت وفرة الحيوانات بشكل عام، مع تساوي العوامل الأخرى المؤثرة في نمط حياتها.

٧. المساحات الواسعة ذات الخصائص البيئية المتجانسة تناسب نمو أشكال خاصة محددة، بينما المساحات ذات الظروف البيئية المتنوعة جداً تضم أعداد كبيرة غير محددة من الأنواع، كما تناسب نشأة ونمو أنواع فرعية.

وهكذا فإن نمط الانتشار الجغرافي الرئيس كان من المناطق الكبيرة إلى المناطق الأصغر، ومن القارات الأكبر إلى القارات الأصغر، ومن القارات إلى الجزر.

٢. المناخ وعناصره: لا شك بأن العلاقة بين عامل المناخ والكائنات الحية تُعد من أكثر العوامل تميزاً، حيث أن لعناصر المناخ تأثيراً مباشراً في خصائص الكائنات الحية (الحيوان والنبات)، وتوزعها، وكثافتها على سطح الأرض، إذ ترتبط الأقاليم الحيوية بعنصري المناخ الأساسيين درجة الحرارة والرطوبة، ولكن ليس معنى هذا أن المناخ يؤثر منفصلاً عن بقية العوامل الجغرافية الأخرى، إنما يكون الدور الذي يقوم به مباشراً في الكائنات الحية، وغير مباشر من خلال دوره وتأثير في التربة، والعوامل الحيوية التي تؤثر بدورها في الكائنات الحية.

وتتضح العلاقة بين المناخ والكائنات الحية في وجود تناقص واضح في عدد الأنواع النباتية والحيوانية كلما اتجهنا من الإقليم الاستوائي إلى الأقاليم القطبية، فهناك آلاف الأنواع من الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة، بينما لا تزيد الأشجار الموجودة في غابات الأقاليم الشمالية عن عشرات الأنواع. كذلك توجد أنواع عديدة من الحيوانات في أراضي الحشائش المدارية أكثر من الأراضي المعتدلة. كما يوجد تناقص عام في عدد نمط الحياة الحيوانية وأنواعها في الاتجاه نفسه.

وإذا نظرنا إلى المناطق المدارية في أمريكا الجنوبية نجد آلافاً من أنواع الحشرات من سلالات مختلفة، كما تضم غابات الأمازون الرطبة ما لا يقل عن ٢٥٠٠ نوع من الأشجار في حين لا توجد غير ستة أنواع فقط في جنوب القارة، وثلاثة أنواع من النباتات المزهرة الصغيرة في جنوب جزيرة تييرا ديل فويجو أو أرض النار[١]، بينما لا تحوي القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) إلا على الطحالب والأشنياتيات والفطريات ونوع واحد من الحشرات ذبابة القطب الجنوبي الحشرة الوحيدة الموجودة في بر القطب الجنوبي.

---

١ . أرخبيل يقع في أقصى جنوب أمريكا الجنوبية، بين المحيط الأطلسي والمحيط الهادي، أكبرها جزيرة تييرا دل فويغو Isla Grande de Tierra del Fuego، وتعدّ أقرب منطقة من القارة القطبية الجنوبية، وصل إليها ماجلان عام ١٥٢٠م، وكانت هناك نيران تُرى في الليل لذلك سماها أرض النار، ربما كانت تلك النيران ظاهرة الشفق القطبي التي لم تكن معروفة آنذاك.

فمن المعروف أن لكل نمط مناخي معين حياة نباتية وحيوانية، فإذا أخذنا بيئة التندرا على سبيل المثال نجد أن: من أكثر أنواع النباتات شيوعاً الأنواع الوسادية أي التي تنمو براعمها ملازمة ومتاخمة لسطح الأرض، بالإضافة إلى بعض الشجيرات القزمية، وترجع سيادة هذه الأنواع حتى تتمكن من مواصلة دورة حياتها في ظل ظروف الشتاء القاسية لاسيما عندما تحمل الرياح معها حبيبات الثلج التي يكون لها تأثيراً ضار للبراعم أو النباتات التي تحاول أن تعلو، فهذا الأسلوب من أساليب التأقلم والتكيف يختفي في مناطق المناخات الدافئة حيث يختفي أثر الثلوج، وتصبح الفرصة مهيأة للبراعم أن تعلو فوق سطح الأرض وتأخذ شكل الأشجار. ومن ناحية أخرى قد يؤدي البرد الشديد أو الجفاف الشديد في موسم معين إلى ممارسة الأشجار ظاهرة نفض أوراقها، وممارسة نوع من الكمون، كما هو الحال بالنسبة لأشجار الغابات النفضية المعتدلة الباردة والمدارية.

وتُظهر الحيوانات بدورها نوعاً من التأقلم مع أنماط المناخات المختلفة كمقاومة البرد الشديد من خلال الفراء أو ممارسة ظاهرة السبات (البيات السنوي) أو ممارسة السبات الصيفي لمواجهة الظروف الحرارية المرتفعة جداً والجافة كما في الصحاري المدارية.

وبما أن المناخ هو تفاعل جملة عناصر متداخلة ومكمله بعضها لبعض، وحتى نقف على طبيعة أثر كل عنصر من هذه العناصر في توزع الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) وانتشارها وخصائصها، فإننا سنتناول بالدراسة والتحليل كل عنصر من هذه العناصر، ولا يعني هذا الفصل في الدراسة لعناصر المناخ أن كل منها يعمل منفرداً عن بقية العناصر، إنما هي عناصر متداخله متكاملة:

١.٢. تأثير الضوء: يُعد الضوء من أهم العناصر غير الحيوية التي تؤثر في نشاط وتوزع الكائنات الحية، وعملياتها الحيوية وسلوكياتها، فالضوء من العناصر المحددة للنمو النباتي، أما بالنسبة للحيوانات ليس له أهمية تذكر فهناك أنواع تعيش في أعماق المحيطات في ظلام دائم وتام وكذلك بعض الفطور والبكتريا.

فمن المعروف أن الحياة النباتية تعتمد اعتماداً مباشراً على وجود الضوء، فهو أساسي في عملية التمثيل الضوئي التي تؤديها النباتات الخضراء، لصنع غذائها، ولما كانت الحياة الحيوانية تعتمد أساسا في وجودها على الحياة النباتية، فأننا نستطيع أن ندرك بسهولة أن الحياة الحيوانية نفسها تعتمد أيضاً على الضوء بطريقة غير مباشرة. وهناك جوانب مختلفة لتأثير الضوء وهي:

١.١.٢. أثر طول الموجات الضوئية (نوع الضوء): يلعب طول الموجة الضوئية دوراً في مدى امتصاصها، فالنباتات لا تستخدم الأشعة من كل أطوال الموجات، وأكثر الأشعة استخداماً هي الحمراء . البرتقالية ذات الموجات الطولية، يليها الأشعة البنفسجية والزرقاء، وأقلها استخداماً الأشعة الخضراء والصفراء.

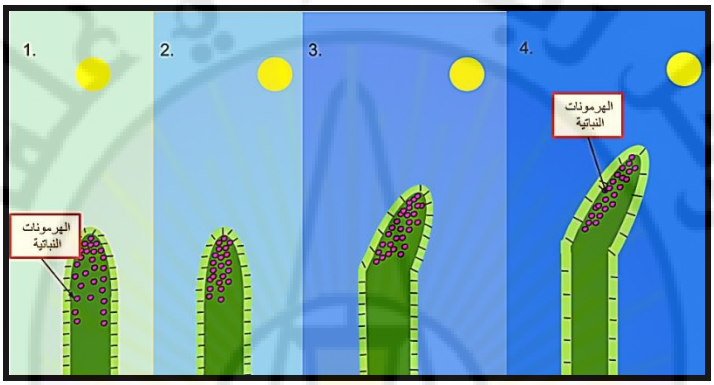
يُعد الضوء ذو اللون الأزرق أو الأحمر أهم الألوان لتكوين المادة الخضراء واكتمال تكوين الصانعات اليخضورية (البلاستيدات الخضراء) في حين تعكس الألوان الأخرى، وتؤثر ألوان الضوء في الهرمونات النباتية (الأكسينات) فاللون الأحمر يزيد من إنبات بعض البذور مثل بذور الخس. كذلك نجد أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء تساعد في تكوين اللون الأحمر في ثمار التفاح، أما الأشعة فوق البنفسجية تعد ضارة وتؤدي إلى تقزم النباتات، ولها تأثير في النباتات النامية على قمم الجبال

كما أن بعض الحيوانات مجهزة بجهاز مستقبل للضوء يسمح لها تمييز أطوال الأمواج المختلفة، أي تستطيع رؤية الألوان التي تلعب دوراً في سلوكها كالبحث عن الغذاء، والتعرف على الجنس، فالفراشات الليلية تنجذب نحو الضوء الغني بالأشعة فوق البنفسجية، كما أن النحل يحدد وجهة سيره وفقاً للشمس، حتى عندما تكون محجوبة في يوم غائم . ويعود ذلك إلى حساسية أعين النحلة المركبة لأشعة فوق البنفسجية التي تخترق السحب من الشمس.

٢.١.٢. أثر الشدة الضوئية: تختلف شدة الإضاءة بصفة عامة في منطقة ما باختلاف اليوم والموسم، فهي تزيد تدريجياً من شروق الشمس إلى منتصف النهار ثم تنخفض تدريجياً إلى غروب الشمس، وتكون مرتفعة في الصيف ومتوسطة الارتفاع في الربيع والخريف، ومنخفضة في الشتاء. كما تصل إلى أقصى ارتفاع لها عند خط الاستواء ثم تنخفض تدريجياً كلما اتجهنا إلى القطبين.

أ . أثر الشدة الضوئية في النبات: إن تغيرات شدة الضوء لها دور في عملية التركيب الضوئي، فعندما تكون الشدة الضوئية زائدة عن حاجة النبات لها تأثير ضار في النبات حيث يؤدي إلى توقف عملية التمثيل الضوئي عند بعض النباتات وقد تتلف مادتها الخضراء، لذلك نجد في المناطق ذات الضوء الشديد عادة ما تمارس أوراق النباتات حركة دوران أو تعديل في أوضاعها بحيث لا يتعرض للضوء الشديد إلا حافات تلك الأوراق.

كذلك تؤثر شدة الإضاءة في عملية النمو النباتي الانتحاء الضوئي لأن هذه الهرمونات النباتية (الأكسينات) المسببة للنمو تتحرك النبات نحو الضوء. يوضح الشكل .٢٧. ظاهرة الانتحاء الضوئي. وللضوء التأثير الجوهري في التعرق النباتي (النتح) حيث يزيد في الضوء، ويقل في الظلام، وذلك بسبب دور الضوء في حركة الثغور، حيث تنفتح ثغور الورقة النباتية بصفة عامة، عند تعرضها للضوء، وتستمر مفتوحة تحت ظروف الإضاءة المستمرة، ما لم تصبح بعض العوامل الأخرى محددة، وتغلق الثغور عند تعرضها للظلام.



الشكل .٢٧. ظاهرة الانتحاء الضوئي وتوزع الهرمونات النباتية (الأكسين)

كما أن للضوء تأثيراً واضحا في **التمنطق Stratification** في الغابات، حيث تتركز نباتات الظل في الأسفل والنباتات الشجرية ذات الأوراق العريضة إلى الأعلى، ويعد الضوء مسؤولاً عن خلق نظام الطبقات الرأسية، فعلى سبيل المثال الغابة المدارية المطيرة نموذجاً عن نظام الطبقات الرأسية (التمنطق):

أ . الطبقة العليا: تُسمى طبقة التاج أو المظلة، وتتكون من الأشجار الطويلة التي تستفيد من الضوء لنموها للوصول إلى أوج نموها، ونسبة كثافة الضوء ١٠٠%.

ب . الطبقة الثانية: تتمثل في طبقة الأشجار الأقل طولاً، وعادة ما تتكون من الأشجار التي تنتمي إلى مجموعة الأشجار السابقة التي لم تتح لها الفرصة بعد لاستكمال أوج نموها، وتنتمي إلى الأنواع التي تتحمل قلة الضوء، ونسبة كثافة الضوء ٥٠% وتحجب ٤٠% من الضوء.

ج . الطبقة الثالثة: طبقة الشجيرات التي تنمو في ضوء منخفض نسبة كثافة الضوء ٥ . ١٠ %.

د . الطبقة الرابعة: طبقة الأنجم وتتمثل بالنباتات الأرضية الأعشاب، والسراخس، وهي أنواع تحتاج إلى كمية ضوء قليلة نسبة كثافة الضوء ما بين ١ . ٥% وقد تختفي هذه الطبقة تماماً من الغابات الكثيفة حيث تصبح أرض الغابة معتمة جداً كثافة الضوء أقل من١%.

ب . أثر الشدة الضوئية في الحيوانات: يطال هذا التأثير بعض الأنواع الحيوانية، مثلاً الإضاءة الشديدة تؤدي إلى توقف نمو ذبابة الخل وتسبب موتها. والكثير من الحيوانات تظهر تفضيلاً للدرجة المثلى من الضوء، انجذاب ضوئي ايجابي أو سلبي، الحشرات الليلية تنجذب نحو الضوء، الصرصار يركض في غرفة مظلمة وسرعان ما يختبئ عند إشعال الضوء.

هناك عدد من الحيوانات يطلق عليها اسم الحيوانات النهارية وهذه الحيوانات تخرج نهاراً للسعي وراء الغذاء مثل معظم الطيور وبعض الثدييات وقد لوحظ أن كثير من هذه الحيوانات النهارية تتخذ أوضاع النوم عند كسوف الشمس بدلاً من بقاءها نشطه طول اليوم كالمعتاد أثناء النهار كما لوحظ أيضا أن أسراب الجراد المهاجر ينقطع عن الطيران مباشرة وتهبط إلى الأرض إذا ما حدث أن اختفت الشمس وراء السحب الكثيفة ولكنها سرعان ما تواصل الطيران مرة أخرى عندما تظهر الشمس من وراء السحب الكثيفة.

وهناك أيضاً العديد من الحيوانات التي يطلق عليها الحيوانات الليلية وهي تختبئ في مخابئها في ضوء النهار فإذا أقبل الليل تخرج من المخابئ سعياً وراء غذائها ومن هذه الحيوانات الليلية عدداً كبيراً من الثدييات والخفافيش وبعض الطيور مثل البوم. كما تؤثر شدة الضوء في هبوط العوالق الحيوانية من الطبقات السطحية للبحار إلى الأسفل لعمق يصل إلى نحو ١٠٠م لتتجنب الضوء الشديد، بينما تصعد العوالق النباتية إلى السطح للقيام بعملية التركيب الضوئي، كما أن لضوء القمر ارتباطاً وثيقاً في بعض الكائنات الحية، ومن الأمثلة على ذلك دورة التناسل للديدان البحرية حيث تبين أنها تصل فترة البلوغ عندما يكون القمر في الربع قبل الأخير حيث تبدأ بالتجمع في أسراب وتسبح إلى سطح البحر ليتم الإخصاب وتكوين اليرقات. لذا يعد هنا شدة الاستضاءة للقمر هي العامل المحدد في تكاثر مثل هذه الحيوانات.

٣.١.٢. أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي)Photoperiodic response : الفترة الضوئية هي عدد ساعات الإضاءة في اليوم وتختلف من موقع إلى آخر ومن موسم إلى آخر. حيث تكون الفترة الضوئية ثابتة عند خط الاستواء، أي يكون للنهار المدة نفسها طول العام، بينما تراوح عند القطب الشمالي ما بين صفر شتاء إلى ٢٤ ساعة صيفاً.

وتؤثر الفترة الضوئية تأثيراً مباشراً في سلوك الكائنات الحية (النبات والحيوان) سواء فيما يتعلق بعملية الإزهار، وإنبات البذور في النباتات، أو هجرة الطيور والحشرات والأسماك من بيئة إلى أخرى، وكذلك تتحكم الفترة الضوئية بالعديد من الدورات التناسلية في الثدييات، والطيور عن طريق التحكم في الإنتاج الهرموني لديها وبالتالي تؤثر في بقائها.

أ - أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي) في النبات: إن التزهير والنمو الخضري، وانبات البذور، وتساقط الأوراق، والسكون ما هي إلا مظاهر استجابة النبات للفترة الضوئية. تحتاج النباتات الخضراء للضوء للقيام بعملية التركيب الضوئي وصنع الغذاء، ولكن معدل حاجتها للضوء يختلف من نوع لآخر، فالنباتات الصحراوية تحتاج إلى فترة ضوء طويل لاستمرار حياتها، بينما نباتات الظل التي تعيش في الغابات تحتاج إلى فترة ضوء قصير لأنها لا تستطيع تحمل ضوء الشمس القوي، وبالتالي تختلف النباتات حسب حاجتها إلى طول الفترة الضوئية في مجموعات ثلاثة هي:

- **نباتات النهار الطويل (LDP) Long – Day . plants** : تحتاج إلى أكثر من ١٢ ساعة وهي النباتات التي لا تزهر إلا بعد تعرضها لفترة إضاءة تزيد عن حد معين مثل: نبات زهر الجميل (فوشيا)Fuchsia hybrid (قرط السيدة)، ويُزهر نبات السبانخ ونبات بامياء الزهور السورية Hibiscus syriacus. الصورة . ١٧. نباتات النهار الطويل.



الصورة . ١٧. نباتات النهار الطويل

- **نباتات النهار القصير(SDP) Short – Day – plants**: تحتاج إلى أقل من ١٢ ساعة وهي عبارة عن نباتات تحتاج إلى نهار قصير لكي تزهر، فالعامل المؤثر في الإزهار هو طول فترة الظلام وهي أساساً نباتات ليل، لذلك تُسمى بالنباتات ذات الليل الطويل، ومن أمثلتها نبات سالف العروس (الأمارانتس) Amaranthus caudatus، السبانخ الصينية Chinese spinach، ونبات الغريب البري (الأقحوان الهندي) Chrysanthemum indicum، والداودي (الأراولا) Chrysanthemum morifolium، ونبات الأقحوان أو ذهبي الزهر Chrysanthemum. الصورة . ١٨. نباتات النهار القصير.



الصورة . ١٨. نباتات النهار القصير

➢ **نباتات محايدة (NDP) Neutral – Day – plants:** هي عبارة عن نباتات لا تتأثر بطول فترة الإضاءة وتزهر نباتات تحت أي ظرف، غير تابعة لنظام الفترة الضوئية. مثل الغارديني Gardenia jasminoides، والأقحوان الأذريون Calendule offcinalis، ونبات البندورة، ونبات القطن، ودوار الشمس، تعرف بنباتات النهار المحايد. الصورة . ١٩. نباتات محايدة.



الصورة . ١٩. نباتات محايدة

ب . أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي) في الحيوان: تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بعامل الفترة الضوئية، فمنها من يستطيع العيش بعيداً عن الضوء، كما تعيش بعض الأحياء البحرية كحيوانات القاع في أعماق المحيطات والبحار في ظلام دامس، أو في أعماق التربة والكهوف المظلمة. وبالتالي تتأثر أعضاء البصر عند الحيوانات سلباً عند انعدام الضوء لذا يلاحظ بأن بعضها الذي يعيش في ظلام دامس يكون أعمى أو ضعيف البصر. وبعضها يحتاج الضوء لحياته. كما هو الحال في هجرة الطيور والحشرات والأسماك حيث تهاجر عندما يقصر النهار، فالطيور تهاجر شمالاً عندما يطول النهار وجنوباً عندما يقصر.

لقد وجد الباحثون أن الضوء هو العامل الأساسي في تكوين الحبيبات الصبغيه في الجلد فيلاحظ أن الحيوانات في أعماق البحار يكون لون جلدها أسود أو أحمر قاتم، وحيوانات الكهوف التي تقضي حياتها داخل الكهوف المظلمة تكون أجسامها خالية من الأصباغ وذلك لأنها تعيش بعيدة عن الضوء. وكذلك التلون الوقائي الذي يشاهد في كثير من الحيوانات ويعمل على إخفائها عن الأنظار ينتج من تكوين أصباغ مختلفة في الجلد بفعل الأشعة الضوئية، فمثلاً يتغير لون فراء

الأرانب القطبية من اللون البني صيفاً إلى اللون الأبيض شتاءً، وبعض أنواع الحرباء تميل لتغيير لونها تبعاً لكثافة الأشعة الشمسية الواردة.

٤.١.٢. أثر الضوء في النواحي الشكلية (المورفولوجية) للنبات: يمكن معرفة تركيب الضوء من خلال مقارنة الأشجار أليفة الضوء وأليفة الظل: فالأشجار أليفة الظل تتميز بتيجان كثيفة مؤلفة من عدة طوابق وأوراقها الداخلية الظليلة تتابع نشاطها في التركيب الضوئي. أما الأليفة الضوء فتكون تيجانها خفيفة مفتوحة وأوراقها معرضة للشمس مباشرة. تفقد الأشجار الأليفة الظل أغصانها الجانبية ببطء، أما الأليفة الضوء تفقد أغصانها الجانبية بسرعة لاسيما إذا كانت تنمو بشكل كثيف. الغابات المتحملة للظل تحتوي على عدد من الأشجار في الهكتار أكثر مما تحتويه الغابات كثيفة الضوء من العمر نفسه والارتفاع. النمو الطولي عند الأشجار أليفة الضوء يكون أسرع منه عند الأشجار أليفة الظل لاسيما في المراحل الأولى من العمر.

٢.٢. تأثير درجة الحرارة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

تُعد درجة حرارة الهواء وكذلك درجة حرارة التربة العنصر المناخي الأكثر فعَّالية في تحديد الأقاليم الحيوية، ودرجة تواجد الأحياء وأشكالها وتوزعها، كونها مصدر القدرة (الطاقة) الرئيس لكل الكائنات الحية الضرورية لاستمرار حياتها. فهي أساس عملية التركيب الضوئي، وتتحكم درجة الحرارة في توزع وانتشار الكائنات الحية حيث أن لكل كائن حي درجة حرارة مثلى للنمو فضلاً عن مدى معين من درجة الحرارة. فهناك كائنات تعيش في المناطق الباردة وكائنات تعيش في المناطق الحارة. ولكل نبات أو حيوان حدود تحمل معينة يمكن أن يعيش ويزدهر، لقد قام العالم شارأرس Char Aras بدراسة تأثير درجة الحرارة في أنواع مختلفة من الحشرات أكلات الأخشاب سكو لوتس Scolytes فتبين أنها تستطيع العيش في درجة حرارة تراوح ما بين– ١٥ و + ٥٠ م°، ولكنها لا تكون نشطة إلا في درجة حرارة تراوح ما بين + ٥ و٤٠ م°، وتكون درجة الحرارة المثلى لنشطها ما بين ١٨ و٢٩ م°.

كما أن درجة الحرارة الأنسب ليست درجة واحدة بالنسبة لجميع النباتات، فمثلاً : بعض النباتات المدارية تبلغ أوج نموها في درجة حرارة تزيد عن ٣٠م°، في حين أن بعض النباتات القطبية تنمو في درجة حرارة تعلو بضع درجة فوق درجة التجمد، وهناك بعض الكائنات النباتية الدقيقة أو الطحالب تستطيع العيش في مياه الينابيع الحارة التي قد تصل درجة حرارة مياهها نحو ٩٠م°، كما أن بعض الطحالب القطبية والحزازات الأشنيات تستطيع أن تعيش في درجة حرارة ٦٥م°،

ويتفق معظم العلماء على أن درجة الحرارة ٦م° ضرورية كحد أدنى لنمو النبات في المناطق المعتدلة ولذلك تسمى هذه الدرجة **صفر النمو** لأغلب النباتات في المناطق المعتدلة، ويقل صفر النمو عن هذا في المناطق الباردة، ويزداد في المناطق الحارة.

ويتحدد في ضوء صفر النمو طول فصل النمو الذي يختلف طوله وقصره من منطقة لأخرى، ففي المناطق الاستوائية والمدارية يتضمن السنة كلها، ويأخذ في القصر كلما اقتربنا من القطبين، ويكاد يختفي في المناطق القطبية المتطرفة التي تتسم بانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي طوال السنة. ونتيجة لهذا التباين الحراري وعلاقته بطول فصل النمو أو قصره، أصبحت درجة الحرارة في العروض العليا تمثل العنصر المناخي الحرج بالدرجة الأولى في نمو الأحياء وتوزعها وتحركاتها، في حين يقل هذا الأثر الحراري في العروض الدنيا (المدارية) حيث تصبح الأمطار العنصر الحرج والأكثر تأثيراً.

١.٢.٢. تأثير درجة الحرارة في النباتات: تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في كل الوظائف الحيوية للنبات، وعلى العموم تؤدي زيادة درجة الحرارة في حدود معينة إلى زيادة معدل التنفس، كما ينخفض معدل امتصاص الماء في كثير من طراز النباتات إذا انخفضت درجة حرارة التربة إلى درجة قريبة من الصفر أو دون درجة التجمد، ويزداد معدل النتح مع زيادة درجة حرارة الهواء المحيط بالمجموع الخضري، كما تؤثر درجة الحرارة في الانبات إذا لم توجد عوامل محددة أخرى فإن بذور أي نوع نباتي تنبت في مجال معين من درجة الحرارة تختلف من نوع لآخر، إن تحمل الكائنات الحية لدرجة الحرارة الصغرى (الدرجة الدنيا) والعظمى (الدرجة القصوى) يختلف حسب الأنواع من جهة، وحسب مراحل نموها من جهة أخرى. فعند الحدود الدنيا أو القصوى لدرجة الحرارة يمكن أن يتوقف النشاط الحيوي للكائنات الحية أو تدخل في حالة من الحياة البطيئة. وطبقاً للاحتياجات الحرارية للنباتات قسم رونكير Raunkiaer الغطاء النباتي بشكل عام إلى الطرز الآتية:

- **النباتات المحبة للحرارة المرتفعة Thermophiles**: تضمن الأنواع التي تتحمل أو تتطلب لنموها درجة حرارة عالية على مدار السنة، حيث تنمو وتتم دورة حياتها في درجة حرارة تراوح بين٣٠ .٤٥ م°، وهي نباتات المناطق الحارة والرطبة (نباتات المناطق الاستوائية)، ونباتات المناطق الحارة والجافة (النباتات الصحراوية).
- **النباتات المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles**: تتضمن الأنواع التي توجد في العروض الوسطى (نباتات البحر المتوسط) التي تأقلمت مع التغيرات الحرارية الفصلية بين الصيف

والشتاء، إذ تنخفض درجة الحرارة شتاءً لتراوح بين ٦ . ١٨ م°، وترتفع صيفاً إلى أكثر من ٢٢ م°، ولا تستطيع مقاومة درجة الحرارة العالية ولا المنخفضة.

- **النباتات المحبة للبرودة Psychrophiles:** التي تعيش في المناطق الباردة (المناطق الشمالية من الكرة الأرضية) تنمو وتتم دورة حياتها في أوساط تراوح درجة حرارتها بين صفر و١٠ م°، ومثل هذه النباتات لا تستطيع تحمل درجة الحرارة العالية.
- **نباتات الانجماد Hekistotherms Plants** (نباتات المناطق القطبية): تتمثل في بعض الطحالب القطبية كالحزازات والأشنياتيات وبعض النباتات التي تستطيع أن تنمو في ظل درجة الحرارة منخفضة تصل إلى –٦٥ م°، ويطلق عليها الثلجيات. وهي نباتات المناطق الباردة والمناطق الألبية، تستطيع أن تقاوم الشتاء القاسي الطويل جداً.

أ . تأثيرات درجة الحرارة المرتفعة في النبات: درجة الحرارة العظمى (القصوى): هي أعلى درجة حرارة يمكن للكائن الحي أن يتحملها، فإذا زادت عن هذا الحد فإن نموه يتوقف أو يموت، والنباتات التي تستطيع أن تتحمل درجة حرارة عالية مع نقصان كمية الماء في الوسط المحيط تدعى نباتات مقاومة للجفاف، ليس درجة الحرارة العظمى أهمية تذكر على حياة الكائنات الحية كما هو عليه الحال في درجة الحرارة الصغرى، فنادراً ما تموت الأشجار أو تصاب بأذى بمجرد ارتفاع درجة الحرارة. يعود السبب في موتها تحت تأثير الجفاف إلى ما يلي:

١ . الاختلال في التوازن بين الماء الممتص والماء المفقود من قبل النبات: عند ارتفاع درجة الحرارة يتزايد معدل فقد النبات للماء عن طريق النتح ويبدأ النبات في الذبول عندما يصبح التوازن المائي له سالباً (كمية الماء المفقودة عن طريق النتح تفوق كمية الماء الممتصة بوساطة الجذور) غالباً يموت النبات بسبب توقف العمليات الحيوية التي تعتمد على الماء.

٢ . الاختلال في توازن العمليات الاستقلابية: حيث تزداد كمية الطاقة المصروفة على التنفس وهذا يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من المواد المغذية فيصبح النبات عاجزاً عن تأمين تلك المواد أو قد تتخثر المكونات البروتينية بدرجة الحرارة العالية فتؤدي إلى موت الخلايا ومن ثم موت النبات.

ج . تأثيرات درجة الحرارة المنخفضة في النبات: درجة الحرارة الدنيا (الصغرى): هي أخفض درجة حرارة يستطيع النبات تحملها، فإذا قلت عن هذا الحد يتوقف نمو النبات، والنباتات التي

تتحمل درجة حرارة دنيا هي نباتات مقاومة للبرد. وتتعرض الأنسجة النباتية في درجة حرارة منخفضة لبعض الأضرار مثل:

١ . **تجمد البروتوبلازم:** انخفاض درجة الحرارة يؤدي ترسب البروتينات المكونة للبروتوبلازم[١] الخلوي، ما يؤدي إلى موت النبات.

٢ . **الجفاف الخلوي:** إن الماء الموجود في الخلية يبدأ في الانتشار باتجاه الفراغات الخلوية الموجودة بين الخلايا حيث يتجمد، وباستمرار خروج الماء من الخلية يفقد البروتوبلازم الماء حيث ينهار نتيجة تجمع البروتينات، وتأثيرات درجة الحرارة المنخفضة لا تقتصر في أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة كالأوراق والسيقان والثمار بل يكون هناك تأثير في الجذور.

٣. الجفاف الفيزيولوجي: يعود موت النسج النباتية لتشكل البلورات الجليدية داخل الخلايا، فتكون ذات رؤوس حادة ما يؤدي لتمزق الخلايا، وموت النسيج النباتية تحت تأثير الصقيع بسبب فقدانها للماء ما يسبب جفاف الأنسجة وصعوبة انسياب المواد الغذائية عبر الماء من التربة وهذا ما يطلق عليه الجفاف الفيزيولوجي.

٢.٢.٢. تأثير درجة الحرارة في الكائنات الحيوانية: تلعب درجة الحرارة دوراً رئيسياً في الحياة الحيوانية من حيث توزعها في المناطق المختلفة، أو من حيث نشاطها واستمرارها، والتحركات والهجرات الموسمية، وعلى الرغم أن بعضها يستطيع أن يتحمل درجة حرارة عالية، وأخرى درجة حرارية منخفضة إلا أن وجودها مقيد بدرجة حرارة تراوح بين الصفر المئوي أو أقل بقليل كحد أدنى، ودرجة حرارة ٥٠ م° كحد أقصى، وخارج هذه الحدود تصبح الحياة الحيوانية صعبة وتتعرض بعض الحيوانات للموت، ويلجأ بعضها إلى السبات أو الهجرة.

وهناك عدة حالات يظهر فيها تأثير درجة الحرارة واضحاً تماماً مثال ذلك: انتشار الحيوانات المرجانية بوفرة على الساحل الشرقي للقارة الأفريقية (ساحل البحر الأحمر) حيث المياه الدافئة، في حين لا تعيش على الساحل الغربي للقارة الأفريقية وذلك لأن هذا الشاطئ معرض للتيارات الهوائية الباردة التي تصل من الشمال. كما أن طائر البطريق لا يستطيع أن يعيش إلا في المناطق الثلجية (بيئة التندرا)، في حين ذبابة تسي تسي لا تعيش إلاَّ في المناطق الاستوائية. كما تؤثر درجة الحرارة في نشاط الحيوانات، فمع انخفاض درجة الحرارة نجد أن الحيوانات ذات

---

١ . البروتوبلازم Protoplasm: هي مادة الحياة الموجودة في خلية الحيوان أو النبات ، وهو مركب من عدة مواد منها الماء والأملاح وغيرها من المواد العضوية.

الدم البارد تُخفف من نشاطها، ويظهر أيضاً لدرجة الحرارة تأثير في حجم الحيوانات، حيث يُلاحظ أن بعض الثدييات والطيور يقل حجمها من منطقة الاستواء إلى المناطق القطبية، ومن بين الأعضاء التي تختلف بسبب درجة الحرارة مثلاً الأذنين، والأنف، والأرجل ... كما هو الحال عند الثعالب، والأرانب تبين الصورة ٢٠ . اختلاف أعضاء الثعلب القطبي والصحراوي، والأرنب الصحراوي والقطبي.



الشكل رقم ٢٠. اختلاف أعضاء الثعالب والأرانب القطبية والصحراوية

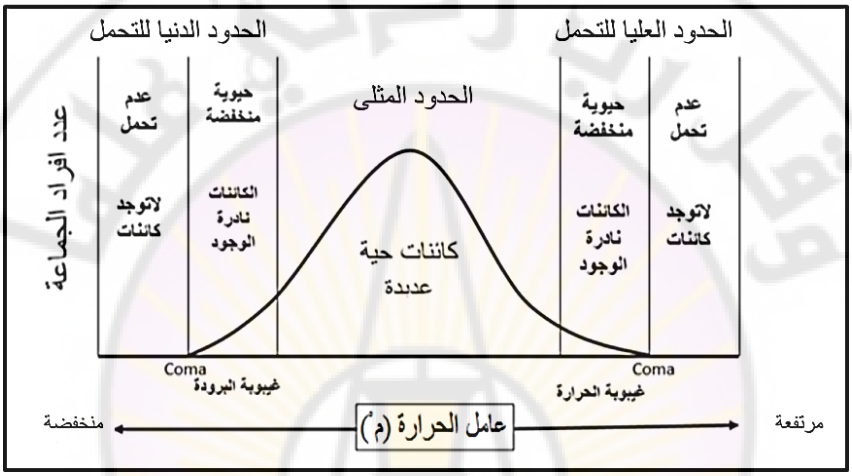
وحسب تأثير درجة الحرارة في أجسام الحيوانات تنقسم إلى مجموعتين:

١. الحيوانات ذات درجة حرارة متغيرة Poikilothermic animals: درجة حرارة أجسامها تتغير ارتفاعاً أو انخفاضاً تبعاً للتغيرات الحرارية اليومية أو درجة حرارة الوسط الذي يحيط بها.

٢. الحيوانات ذات درجة حرارة ثابتة Homeothermic animals: تحتفظ دائماً بدرجة حرارة ثابتة لا تتغير تبعاً للمؤثرات الحيوية، بمعنى أن درجة حرارة الجو أو البيئة التي تحيط بها مهما ارتفعت درجة حرارتها أو انخفضت فإن أجسام هذه الحيوانات تظل محتفظة بدرجة الحرارة الخاصة.

٣.٢.٢. الكائنات المتساهلة (المرنة) وغير المتساهلة (غير مرن) لدرجة الحرارة:

عندما نقول عن كائن ما أنه متساهل (مرن) في التغيرات لدرجة الحرارة، فهذا يعني أن الكائن الحي (النبات والحيوان) قادر على تحمل التغيرات الحرارية، أما إذا كان الكائن يستطيع العيش ضمن حدود ضيقة من درجة الحرارة فإنه يدعى غير متساهل (غير مرن) للتغيرات الحرارية. ويعبر الشكل . ٢٨. عن الأحياء المتساهلة (المرنة) وغير المتساهلة (غير المرنة) لدرجة الحرارة.



الشكل .٢٨. الأحياء المتساهلة (المرنة) وغير المتساهلة (غير المرنة) لدرجة الحرارة

ففي الحدود الدنيا أو العليا للتساهل يكون عدد أفراد الجماعة منعدماً أو قليلاً جداً، مقارنة مع المساحة المثلى والتي يكون فيها تأثير درجة الحرارة مثالياً لنمو أفراد الجماعة.

وهناك العديد من الكائنات الحية التي يمكن أن تصنف ضمن نطاق الكائنات المتساهلة أو المرنة إزاء التغيرات الحرارية نذكر منها: يستطيع النمر تحمل مناخ سيبيريا والمناخ الاستوائي. وكذلك أشجار السنديان العادي يمكن مصادفتها على ارتفاع ابتداءً من ٢٠٠م فوق سطح البحر في الجبال الساحلية السورية وحتى ارتفاع ١١٠٠م فوق سطح البحر رغم انخفاض درجة الحرارة، وأيضاً الأشنياتيات الزرقاء تعيش في ينابيع تتجاوز درجة حرارتها ٨٥ م°، وبعض أنواعها الأخرى يمكن أن تعيش على ارتفاع ٦٠٠٠ م في جبال هيمالايا.

٤.٢.٢. تكيف الكائنات الحية مع درجة الحرارة: يُعرف التكيف على أنه قدرة الكائنات الحية المختلفة على التكيف في الأوساط الطبيعية التي تتواجد فيها، من خلال اعتمادها على الصفات الجسمية والسلوكية والمظهرية والتركيبية المختلفة، بحيث تتمكن بوساطة هذه الصفات من ممارسة النشاطات الحيوية اليومية لها بشكل طبيعي، وتتنوع هذه الخصائص وتتباين من كائن

حي لآخر. بسبب تباين الوسط أو اختلافه بشكل مفاجئ، فعند إدخال كائن ما إلى بيئة جديدة فإنه يتأقلم مع تلك الظروف فنقول عنه كائن متكيف للدلالة على أن هذا الكائن استطاع القيام بكافة وظائفه الحيوية واستطاع الانسجام مع بيئته الجديدة.

أ . تكيف النباتات مع درجة الحرارة: إن أثر درجة الحرارة يكون واضحاً في النيات لاسيما في العمليات الفيزيولوجية للنباتات، وينعكس ذلك على شكل النبات بذاته، فقد لوحظ هذا الأثر على نبات **الملفوف** حيث تلتف أوراقه في بداية الخريف عند انخفاض درجة الحرارة. ويفسر ذلك فيزيولوجياً لقلة التعرق بسبب قلة امتصاص الجذور للماء وهذا ينتج عن انخفاض حرارة التربة. وكذلك تم إثبات ذلك بنبات **الهندباء** حيث وضع هذا النبات في درجة حرارة مختلفة مع ثبات شروط الرطوبة والإضاءة فلوحظ أن النبات المزروع في درجة حرارة وسطية ١٧ م°، له أوراق تامة غير مفصصه، أما إذا زرع النبات في درجة حرارة ٥ م°، فإن شكل الورق يكون ضيق ومفصص ويفسر ذلك بنتيجة النظام المائي الذي يقل بسبب نقصان درجة الحرارة. تُغطي معظم النباتات **الصحراوية** أوباراً بيضاء كثيفة تعكس أشعة الشمس لتقليل التعرق في النباتات وهي إحدى مميزات النباتات الجفافية.

ب . تكيف الحيوانات مع درجة الحرارة: يمكن ملاحظة التكيفات في فراء ثدييات المناطق الباردة (نمر سيبيريا مثلاً) تكون أكثر ثخانة من فراء ثدييات المناطق الحارة (نمر الهند). كما أن هناك بعض الكائنات الحية تستطيع أن تتأقلم مع الحياة في درجة الحرارة إما بتغير درجة حرارة جسمها مع تغير درجة الحرارة الخارجية كما في الجمل فعلى الرغم من أنه من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة إلا أن درجة حرارة جسمه ترتفع في النهار إلى ٤٠ م° وتنخفض في الليل إلى ٣٥ م°، فضلاً عن أن الحيوانات تستطيع أن تغير أماكنها بانتقالها إلى مناطق ذات درجة حرارة أقل يسكن الماعز الجبلي أعالي الجبال صيفاً وينزل في الشتاء إلى المناطق الأقل ارتفاعاً حيث تكون درجة الحرارة أقل قساوة، كما أن بعض الثديات كالرنة، والثور القطبي، والدب القطبي، والفقمة يمكنها أن تعيش وتتكاثر في درجة الحرارة المنخفضة حيث يمكنها أن تحتفظ بحرارة جسمها ثابتة بفضل العزل الحراري عن طريق الفراء أو الريش الكثيف أو الطبقة الدهنية تحت الجلد، أو تتأقلم مع الحياة في درجة الحرارة العالية بالنشاط الليلي للهروب من درجة الحرارة العالية في النهار كما في الزواحف وكثير من القوارض وبعض الحشرات، أو تهاجر كالطيور، أو تدخل في حالة من السكون أو السبات حتى تعود الظروف لتصبح أكثر ملاءمة لها .

٣.٢. تأثير الرطوبة (الماء) في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض: يُعد الماء أساس الحياة، فهو يؤثر في الفعاليات الحيوية لكل الكائنات الحية، فنشاط العمليات الحيوية يتم بوسط مائي، ويكون تأثير الرطوبة أكثر وضوحاً وأثراً في المناطق المدارية والمعتدلة الدافئة حيث تمثل الضابط في النمو النباتي بينما يقل أثر الرطوبة الجوية في العروض العليا (الباردة)، حيث يصبح العنصر الحراري أهم من عنصر الرطوبة كضابط مناخي.

١.٣.٢. أشكال الكائنات الحية بالنسبة للرطوبة: تقسم إلى أربع فئات:

أ . الكائنات المائية: تعيش في الماء بشكل دائم مثل: الأسماك والحيوانات المائية، أما النباتات المائية فتنمو وتتطور إما في وسط مائي كامل أو في تربة غدقة مشبعة بالماء.

ب . الكائنات الأليفة للرطوبة: هذه الكائنات لا تستطيع العيش إلا في الأوساط الرطبة مثل: ديدان الأرض، وأغلب حيوانات المغاور والسراخس الحقيقية.

ج . الكائنات متوسطة الألفة للرطوبة: هذه الكائنات تحتل مكاناً وسطاً بين الكائنات الجفافية، والكائنات الرطبة، وبشكل عام هي متساهلة (مرنة) إزاء تغيرات الرطوبة. فمنها ما هو أقرب إلى النباتات الجفافية مثل: الزيزون Tilia، ومنها ما هو أقرب إلى الكائنات الأليفة للرطوبة مثل: النباتات الموجودة في المناطق المعتدلة ذات الرطوبة المتوسطة منها أشجار البلوط Quercus، والسنديان العادي Quercus calliprinos، والبطم الفلسطيني Pistacia palaestina، والبرمائيات Amphibia التي تعيش في المناطق حيث المصادر المائية كثيرة ومتوفرة، وسهلة الوصول إليها، مثل الضفادع، والتماسيح.

د . الكائنات الجفافية (أليفة الجفاف): تشتمل الكائنات الموجودة في مناطق شح المياه وقلة الرطوبة، فالنباتات تأقلمت مع البيئة الجافة، والحيوانات مكيفة لمجابهة ندرة الماء، فالكثير منها يحصل الرطوبة اللازمة له من طعامه، وهي مهيأة في غالبيتها بطبقة تمنع التبخر، كما في الحشرات والعنكبوتيات، والكثير من حيوانات البيئة الجافة ذات نشاط ليلي (فلا تظهر نهاراً).

٢.٣.٢. تأثير الرطوبة: تؤثر في توزع الكائنات الحية حسب البيئات المختلفة، فالسرخسيات تتواجد في مناطق ذات رطوبة عالية، وتكثر الزواحف في الصحراء على الرغم من قلة الرطوبة، في حين أن الضفادع لا تستطيع العيش في البيئات الجافة بعيداً عن الماء.

أ . تأثير الرطوبة في النباتات: تُعد الرطوبة من عناصر المناخ الرئيسة المؤثرة في نمو النبات الطبيعي، فهو يحتاج للمياه التي يمتصها من التربة بوساطة جذوره لصنع غذائه في أوراقه، كما أن الماء يعمل كمذيب للعناصر الغذائية والغازات والتي تنتقل بين خلايا النبات، فعملية التمثيل

الضوئي تتم بوجود الماء كما يعمل الماء على تحلل النشاء (الأميلوز) إلى سكر في عملية إنبات البذور، وبالإضافة إلى ذلك فإن المياه تعمل على ضبط درجة حرارة جسم النبات بعملية النتح.

لقد أجريت تجارب عديدة لمعرفة تأثير رطوبة الهواء في التشكيل النباتي، وذلك من خلال مقارنة بين خصائص لنباتات تعيش في جو رطب وأخرى تعيش في جو جاف، فوجد أن الهواء الرطب يجعل سوق النباتات طويلة وخلايا البشرة[1] في الأوراق كبيرة، مقارنة مع نباتات تعيش في جو جاف. والنسج النامية في الهواء الجاف تكون أكثر مقاومة وقساوة وخلاياها أصغر حجماً وأثخن غلافاً مما هي عليه النسج النامية في الهواء الرطب. كما يُساعد الهواء الجاف على زيادة التعرق، مما يؤدي لطرح كمية كبيرة من الماء تفوق ما تمتصه الجذور من التربة، مما يسبب اختلال الأعمال الحيوية في النبات. كما يزيد عدد الأشواك بينما الرطوبة تزيل هذه الأشواك أو تعيدها إلى الشكل الذي اشتقت منه، كما في نبات البربريس: هو نبات ذو أشواك تتجمع على شكل باقة في الساق تتحول الأوراق إلى شكل شوكي فلا يبقى على الأغصان إلا الأشواك مجتمعة، أما في الهواء الرطب فتزول هذه الأشواك وتعود الأوراق لتأخذ شكلها.

وتصنف النباتات الطبيعية حسب حاجتها للماء إلى ثلاثة أنواع رئيسة وهي كالآتي:

- **النباتات المائية Hydrophytes :** تعيش مغمورة كلياً تحت سطح الماء، ومن أمثلتها نبات الألوديا، أو تكون جذورها مغمورة بالمياه مثل نباتات المانجروف Avicennia، ونبات ورد النيل Eichhornia، ونبات النيلوفر Nymphaea alba، ونبات الشمبلان المغمور Ceratophyllum demersum، فضلاً عن نباتات المستنقعات كالقصب (الأسل) والبردي. الصورة ٢١. نباتات مائية.

١ . البشرة: الجلد الفوقي، طبقة تحيط بالأوراق، والجذور، والأزهار، والفاكهة، والبذور، وعادةً ما تكون شفافة، وتحمي النبات من فقد المياه، وتنظم تبادل الغازات، وتفرز المكونات الأيضية.



الصورة .٢١. نباتات مائية

- **النباتات الوسطية Mesophytes (المتغيرات):** هي مجموعة نباتية مهيأة فيزيولوجياً للعيش في بيئة تتميز بوجود فترة مطر (رطوبة) وفترة جفاف. حيث تُظهر نوعاً من التأقلم والتكييف يتفق مع بيئتها المتغيرة بين فصل رطب وآخر جاف. كما هو الحال في معظم نباتات المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير، والشوفان، ونباتات الزينة كالورد، ونبات الياسمين الساحلي (كاميليا)، ونبات اللبلاب هيدراHedra helix وشجرة الكينا Eucalyptus spp، وشجرة الأكاسيا Acacia spp وشجرة الدفلة Nerium oleander. الصورة .٢٢. النباتات الوسطية (المتغيرات).



الصورة .٢٢. النباتات الوسطية (المتغيرات)

- **النباتات التي تكيفت مع البيئة الجافة (النباتات الجفافية) Herophytes :** تتضمن الأنواع القادرة على مواجهة وتحمل فترة طويلة من الجفاف من خلال ما تملكه من وسائل التأقلم والتكييف، فتُصبح أوراقها صمغيه أو شمعيه لتقلل من كمية المياه المفقودة بعملية النتح، مثل شجرة المال(Money Plant) Crassula ovata (دمعة الطفل)، أو تكون أوراقها وسيقانها محتوية على عصارة مائية تُخزنها في موسم هطل الأمطار كنبات الصبير Cactus، أو تكون

ثغورها على السطح السفلي للورقة وفي منطقة الظل لتقلل من كمية المياه المفقودة، أو يكون نمو المجموع الجذري كبيراً حيث يمتد إلى عمق كبير في التربة بحثاً عن الماء أو تنتشر على مساحه كبيرة لتحصل على أكبر كمية من المياه كما في نبات المسكيت السوري prosopis fracta، والعاقول Alhagi maurorum. الصورة .٢٣. النباتات الجفافية.



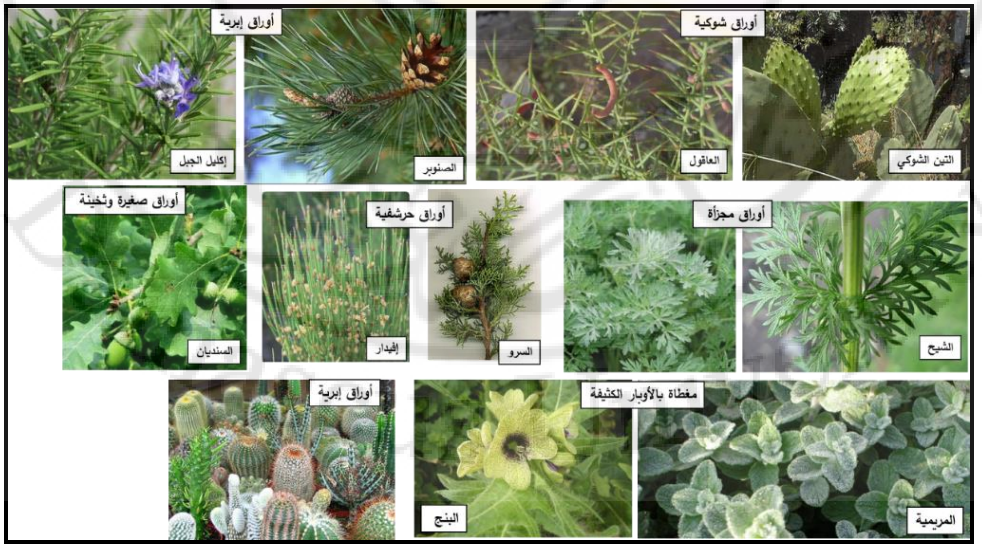
الصورة .٢٣. النباتات الجفافية

ب . تأثير الرطوبة في الحيوانات: تحصل الحيوانات على الماء إما بطريقة مباشرة من خلال شربها للماء أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الماء الموجود في الغذاء، وكذلك الماء المتولد في الجسم نتيجة لعمليات التمثيل الغذائي. ترتبط الحيوانات أساساً مع وجود النباتات في أحيان كثيرة لما تعتمد عليها كمصدر لغذائها أو موطنها. لذا فإن ما ذُكر من تأثير الرطوبة في النباتات وانتشارها وتحديد نوعيتها يمكن أن يؤثر في الحيوانات كذلك.

ونستطيع أن نتبين العلاقة بين الرطوبة والأحياء الحيوانية من الأمثلة الآتية: تكثر الحشرات (البعوض) في المناطق الرطبة، بينما تقل في المناطق الجافة. كما تنتشر في المناطق الرطبة الكثير من الحيوانات المائية مثل فرس النهر، والجاموس، والتمساح، والثعبان المائية، والديدان، والقواقع في حين يعيش البعض الأخر في المسطحات المائية المختلفة كالأسماك والحيتان. وفي المناطق الجافة حيث يندر الماء، تأقلمت حيوانات هذه البيئة مع ندرة الماء ففي المناطق الصحراوية نجد أنواعاً من الحيوانات لا تشرب الماء فالفأر الصحراوي لا يشرب الماء بينما يحصل عليه من خلال تغذيته على جذور النباتات، ومنها ما يتحمل العطش لمدة طويلة الإبل، ويمكن لبعض الحشرات كالجراد الهجرة بحثاً عن الماء والغذاء.

ج . تكيف النباتات مع الرطوبة: أهم التكيفات بالنسبة للنباتات مع الرطوبة نذكر:

١. المجموع الخضري: تؤثر الرطوبة في شكل النبات وطبيعة أوراقه، فإذا أخذنا الغابات المدارية الرطبة مثلاً نجد أن أشجارها تتسم بأوراقها العريضة جداً، تُمكن الأشجار من امتصاص أكبر كمية ممكنه من الرطوبة المتاحة في التربة، والتخلص بسرعة من المياه الزائد عن حاجة النبات عن طريق النتح، بينما الأشجار التي تنمو في بيئات جافة نسبياً فإن أوراقها تكون ثخينة، وقاسية، والمسام عميقة، وبوجود طبقة شمعية أو برية لتقليل ظاهرة النتح. وتُعرف ظاهرة تغير أشكال أوراق النباتات **بالتحور**، تتحور بعض النباتات في شكلها الظاهري لتلافي الأجواء الحارة أو الجافة. قد تكون على هيئة أشواك كما في نبات التين الشوكي، والعاقول، والسلة، أو بشكل أبر كما في نبات إكليل الجبل، والصنوبر، أو تكون مجزأة لأجزاء ضيقة كما في نبات الشيح، وفي كثير من الحالات نجد الأوراق تضمر ولا يبقى منها إلا حراشف كما في نبات إفيدرا Ephedra والسرو. أو تحور الأوراق إلى مخزون مائي كالنباتات الصحراوية التي تحتفظ بنسبة كبيرة من الماء في أنسجتها العصارية كالصبار، أو مغطاة بالأوبار الكثيفة تعمل على تقليل شدة التعرق وتعكس وتنثر الأشعة الشمسية الساقطة على الأوراق، مثل نبات البنج أو السكران Hyoscyamus. أو ذات أوراق صغيرة وثخينة كالسنديان، أو تلتف الأوراق لتشكل جوفاً، وأثناء الرطوبة تنبسط من جديد كنبات العذم للتقليل من شدة التعرق، الصورة ٢٤. التحور بشكل الأوراق النباتية.



الصورة ٢٤. التحور بشكل الأوراق النباتية

٢. المجموع الجذري: يؤدي توفر الرطوبة إلى التأثير في طبيعة الجذور النباتية، ففي البيئات الرطبة، حيث الرطوبة متاحة للنبات في الآفاق العلوية من التربة تتسم الجذور بضحالتها وقلة امتدادها، أمَّا في البيئات الجافة وشبه الجافة، تتسم بعض جذور النباتات بطولها، وتوغلها نحو طبقات المياه الجوفية مثل: نبات العاقول Alhagicameloroum تصل جذوره إلى أعماق تصل حتى١٥متر.

كما تؤثر قلة الأمطار وفترة هطلها القصيرة في المناطق الجافة وشبه الجافة في حياة النبات إذ تنمو نباتات حولية سريعة النمو حيث تنمو وتزدهر وتلقي بذوره خلال بضع أيام وهو عمر الفترة الرطبة.

د . تكيف الحيوانات مع الرطوبة: تحاول الحيوانات التقنين من صرف الماء الذي حصلت عليه بكل الوسائل الممكنة من خلال لجوء بعض الأنواع الحيوانية إلى الحياة الليلية والاختباء أثناء النهار. فعلى سبيل المثال فإن اليربوع وهو من القوارض الصحراوية الصغيرة يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز ٣٣م° (وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير) ويسد جحره بسداد ترابي فيحفظ رطوبة ما يزفره من الهواء. وهناك بعض الأنواع الحيوانية تختار نباتات معينة للأكل ترتفع في نسبة ما تحتويه من الماء، أو تأكلها في فترات الساعات المبكرة الأولى من النهار، وهي الفترة التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة.

كما أن بناء جسم بعض الأنواع الحيوانية ملائم للبيئة فمثلاً هناك حيوانات تخفض التعرق كالإبل، أو كساء الجسم يكون قاسياً حيث تمتلك بعض حيوانات الصحراء غطاءً خارجياً على هيئة حراشف تمنع تبخر الماء أو امتلاك بعضها قشيرة كتيمه، ويعد الإفراغ السبب الرئيسي في خسارة الماء عند الحيوانات، لتقلل فقد الماء، حيث تقوم بعض الحيوانات إعادة امتصاص الماء من البراز خلال المستقيم، أو إخراج البول على شكل حمض البول. كما عند كثير من الحشرات. ولتفادي التعرض للجفاف استطاعت الحشرات من التغلب على تأثير عامل الرطوبة لامتلاكها صفائح صلبة من مادة الكيتين (الهيكل الصلب الذي يغطي أجسامها) تمنع الأنسجة الداخلية من الجفاف، مما يقلل من تبخر الماء من أجسامها. وهناك بعض الحيـوانات لا تشرب الماء كالكنغر البري[١].

---

١. يوجد لديه مصنع لتركيب الماء إذا أكل نوع من الحبوب موجودة في بيئته بعد هضمها في الجهاز الهضمي تنتج غاز الهيدروجين، وكما هو معروف أن الماء مكون من ذرتي هيدروجين وذرة أوكسجين (H_2o) هو يحصل على

قد لا يكون لارتفاع كمية الرطوبة في منطقة جغرافية ما أي مدلول حيوي إلا إذا أخذنا بالحسبان عامل درجة الحرارة، فدراسة التأثير المشترك للرطوبة ودرجة الحرارة يعطي أساس تأثير عامل المناخ في الكائنات الحية، وقد أجريت عدة دراسات على الحشرات الضارة ضمن شروط مخبريه، تفيد في مكافحة الآفات. قام هميلتوت Hamilton بدراسة الجراد الرحال وكان يغير الرطوبة ودرجة الحرارة في وسط التربية (المخبر)، ودرس تأثير هذه التغيرات في الظواهر الفيزيولوجية. فقام هميلتوت بعمل تجربتين مختلفتين التجربة الأول: في درجة حرارة ٣٢,٢م° ورطوبة ٧٠%، والثانية: في درجة حرارة ٣٧,٨م° ورطوبة ٧٠%، فوجد أن درجة الحرارة تزيد في خصوبة الجراد الرحال عندما تتساوى الشروط الأخرى حيث: ازداد عدد البيوض من ٣ بيوض في اليوم عند درجة حرارة ٣٢,٢م° إلى ٥ بيوض في اليوم عند درجة حرارة ٣٧,٨م° إلا أن درجة الحرارة هذه أدت إلى تقصير فترة حياة الجراد البالغ.

فكمية الأمطار قد تكون مضللة في معظم الأحيان، لذلك لا بد من معرفة فعاليتها، ذلك أن فعالية كمية من الهطل مقدارها ٢٥٠ ملم في العروض المدارية الحارة تختلف عن فعاليتها في العروض المعتدلة الباردة. وكمية الهطل الصيفي مقدارها ٣٠٠ ملم تختلف من حيث فعاليتها عن فعليتها من الهطل الشتوي.

٤.٢. تأثير الرياح: يعد الهواء عامل ثانوي ومحلي الأثر في توزع وانتشار الكائنات الحية على سطح الأرض، ويكون تأثير الرياح كبيراً ومباشر في الغطاء النباتي الطبيعي أكثر مما تؤثر في الأحياء الحيوانية، لما لها من قدرة ومرونة على الحركة والتنقل لمسافات بعيدة، وتؤثر الرياح في الوسط المحيط للكائنات الحية من ناحيتين:

الناحية الأولى: تلعب **حركة الهواء** دوراً في توزع وانتشار الكائنات الحية على سطح الأرض من حيث أنها عامل أساس في نقل غبار الطلع والبذور، وتحدد توزع الأمطار وبالتالي تؤثر في توزع الكائنات الحية.

الناحية الثانية: تركيبه الكيميائي المؤلف من غازات ضرورية لاستمرار حياة الكائنات الحية خاصة (o_2) الضروري لتنفس الأحياء و(co_2) الضروري للنباتات الخضراء ونسبة بخار الماء في الجو تجعل الهواء رطب أو جاف حسب المناطق الجغرافية.

الأوكسجين من الهواء فيقوم مصنع المياه الداخلي بتركيب ذرتين من الهيدروجين الناتجة من الجهاز الهضمي وذرة من الأكسجين الناتجة من الجهاز التنفسي ويكون الماء داخلياً.

١.٤.٢. التأثير الفيزيولوجي للرياح في النباتات: تؤثر الرياح في بعض العمليات الفيزيولوجية للنباتات فشدة التعرق تزداد بزيادة حركة الرياح، فالرياح القوية والمتواصلة تؤدي إلى الحد من درجة النمو النباتي من خلال زيادة معدل التبخر، وزيادة معدل النتح.

فإذا قارنا شدة التعرق لأوراق نبات زيبرينا zebrina المعرضة للرياح وشدة التعرق لأوراق نفسها في الوسط الهادئ نجد أن شدة التعرق تزداد من٣ إلى ٤ مرات في أثناء هبوب الرياح عما هي عليه في الوسط الهادئ.

كما تزداد شدة التعرق عندما تكون الرياح جافة وحارة وتسبب فقدان كمية كبيرة من الماء لدرجة لا تستطيع الجذور امتصاص كمية كافية لتعويض الكمية المفقودة عن طريق التعرق مما يسبب ذبول النباتات، وجفاف الثمار.

إن تأثير الرياح واضح في عملية تبادل الغازات ما بين الغلاف الجوي وورقة النبات عبر الثغور، فالرياح الخفيفة تنشط التنفس والنتح والبناء الضوئي عند النباتات عن طريق تجديد الهواء وغاز CO_2 من حول الأوراق، أما الرياح الشديدة والمستمرة على النباتات تؤدي إلى انخفاض عملية التركيب الضوئي وبالتالي نقص في تركيب المواد العضوية وهذا ما يلاحظ في الأنواع النباتية النامية في مناطق الرياح المستمرة.

كما تؤثر سرعة الرياح واتجاهها في شكل النباتات، فإذا كان هبوب الرياح من اتجاه واحد وباستمرار فإن شكل النباتات يأخذ شكل يشبه العلم كما هو موضح في الصورة ٢٥. فالأوراق والأغصان المعرضة للرياح تجف وتموت بينما المحجوبة عنها تتابع نموها مما يعطي الشجرة **شكل علم**. ونلاحظ هذه الظاهرة على شاطئ البحر وأعالي الجبال الساحلية.

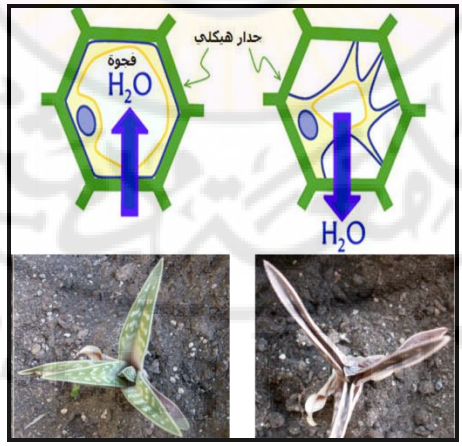


الصورة ٢٥. شكل العلم لتأثير هبوب الرياح من اتجاه واحد

٢.٤.٢. التأثير الميكانيكي للرياح في النباتات: يكون الضرر الميكانيكي للرياح على النباتات التي تتلقى الصدمة الأولى، عندما تحمل الرياح ذرات الرمال، فتصطدم بالجذع فتزيل اللحاء من

الأشجار مما يؤدي لموتها، كما أن الأشجار التي تتأثر بالرياح الثلجية من الناحية العلوية غالباً تأخذ الأغصان شكل خاص لها منبسط أو مسطح أو قصيرة، وعندما تنمو الأشجار في منحدر فالأغصان العلوية تصبح موازية لسطح الأرض.

تقاوم النباتات أثر الرياح بالمجموع الجذري المتطور فكلما كان المجموع الجذري عميقاً كلما كان التأثير الميكانيكي للرياح قليلاً، أما النباتات ذات المجموع الجذري السطحي تكون شديدة التأثر بالرياح الشديدة. كما تزيد الرياح القوية من عملية التذرية والحت مما يؤدي إلى نقل (تعرية) الآفاق السطحية للتربة لاسيما المناطق الجافة مما يؤدي إلى كشف جذور النباتات التي تحول دون نمو كثير من أنواع النباتات وأحياناً موتها. إن الأثر الميكانيكي للرياح في المجموع الخضري يكون بشكل أكبر في الأوراق العرضية والكبيرة منه في الأوراق الإبرية والصغيرة.
كما أن النبات الذي يتعرض إلى رياح جافة بصفة متكررة يكون أقل حجماً (متقزم) مقارنة بنبات من النوع نفسه ينمو في منطقة لا تهب فيها الرياح، ويعود سبب التقزم إلى أن الخلايا ليس بها ماء كاف لتتمدد إلى حجمها الكامل، كما أن نقص الرطوبة يعيق انقسام الخلايا. الشكل ٢٩. الأثر الميكانيكي للرياح في الخلايا النباتية. وللرياح تأثير ضار في النبات يعود إلى المواد التي تحملها الرياح، فعلى سبيل المثال الرياح التي تهب في المناطق الساحلية من البحر تحمل الملح والرمل والتي يمكنها قتل البراعم والأوراق، وتؤثر الرياح في تكسير الأغصان في الأشجار والشجيرات ويمكن أن تؤدي أحياناً إلى اقتلاع الأشجار من جذورها.



الشكل ٢٩. الأثر الميكانيكي للرياح في الخلايا النباتية

إلى جانب أضرار الرياح فإن لها فوائد وأهمها تساعد الرياح في عملية التلقيح الهوائي وذلك ينقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى وتساعد الرياح على انتشار البذور وثمار العديد من النباتات إلى مسافات بعيدة مما يوسع رقعة انتشارها، كما أن الرياح تؤدي دوراً إيجابياً في تكوين الغطاء النباتي فمثلاً رياح الشنوك (كلمة هندية امريكية تعني صاهرة الثلوج) التي تتصف بارتفاع درجة حرارتها لانحدارها وانضغاطها بشدة من على السفوح جبال الروكي توفر كمية من المياه يسمح بنمو الحشائش على السفوح التي تقع في ظل الرياح الغربية.

٣.٤.٢. تأثير الرياح في الحيوان: تأثير الرياح في الحيوانات أقل من تأثير في النباتات وذلك لقدرة الحيوانات على الانتقال، ولكن تؤثر الرياح في النشاط الحيوي لبعض الأحياء الحيوانية، كالحشرات، فالبعوض على سبيل المثال لا يستطيع الطيران عندما تتجاوز سرعة الرياح (١٢كم/سا)، ويتوقف الجراد الرحال أمام الرياح، وتختار ذبابة المنزل الأماكن الهادئة لتستقر، ونمل الحصاد لا يترك جحره عندما تكون هناك رياح. كما تؤثر الرياح في عدم قدرة الطيور على الطيران في الأيام التي تكون فيها الرياح شديدة، وللرياح تأثير خاص في هجرة الطيور، حيث تقوم الرياح الثابتة الاتجاه بنقلها في طريقها دون جهد كبير من الطيور. فطيور السمامات تُوجه نفسها نحو تيارات الرياح لتسمح لها بحملها معها، ما يسمح لها بأن تنام وهي تُحلق. ويؤدي اتجاه الرياح دوراً كبيراً في هجرة الطيور، فالرياح الجنوبية المعتدلة مناسبة للطيور المهاجرة شمالاً إذ تدفعها برفق للشمال، وعند اشتداد الرياح وهبوب العواصف، أو تغير اتجاه الرياح تضطر الطيور في هذه الحال للهبوط والمكوث انتظاراً لتغير اتجاه الرياح. كما تؤثر الرياح في انتقال وتوزع وهجرة الحشرات والكائنات الدقيقة، مثل الجراد ينتقل عبر الرياح، كما تنقل الرياح الآفات الحشرية من النبات المريض إلى النبات السليم، وتنقل الرياح بذور وبيوض ويرقات الكائنات الحية ما يسهم في انتشارها، كما يزداد حدوث عملية التعرق في الحيوانات بزيادة سرعة الرياح.

٣ . تأثير التربة: يرتبط التواجد النباتي بوجود التربة، فالتربة هي مكان نمو وتطور الغطاء النباتي، فالعلاقة بينهما هي علاقة جذرية، وتعد دراسة التربة من أهم المواضيع التي تهتم بها الجغرافية الحيوية، غير أنها لا تدرس التربة، من وجهة علم التربة، وإنما تبحث عن مدى ملاءمة تربة ما لنوع من الأنواع النباتية والحيوانية. وإذا كان للتربة تأثير غير مباشر في الحياة الحيوانية عن طريق الحياة النباتية، فإن لها تأثير مباشر في بعض الحيوانات التي تعيش فيها أو في جحورها.

ومن التربة يحصل النبات على ما يحتاج إليه من المواد الغذائية والماء والهواء، ويعتمد عالم الحيوان في غذائه ومقومات حياته على النبات، وفي الوقت نفسه ترجع النباتات والحيوانات إلى التربة مخلفاتها وبقاياها التي يتم تحليلها بوساطة الكائنات الحية التي تعيش فيها، وبذلك تعاد العناصر المعدنية التي أخذها النبات والحيوان من التربة مرة أخرى إلى التربة. ويقول روبنسون: (التربة تمثل موطن الكثير من الكائنات العضوية، حيث يتم فيها نشاطها الحيوي الذي يعد مسؤولاً عن إعادة دورة المواد الغذائية من المواد العضوية وغير عضوية).

والحقيقة التربة ليست وسطاً ساكناً، بل هي عالم حافل بالحركة والنشاط، فهي وسط حيوي له أهميته وقيمته في دراسة الجغرافية الحيوية، كعامل مؤثر في الكائنات الحية، وسنقوم بتوضيح دور التربة كعامل مؤثر في الكائنات الحية من خلال تركيبها الفيزيائي والكيميائي.

١.٣. الخصائص الفيزيائية للتربة وتأثيرها في توزع الكائنات الحية: يؤثر العديد من الخصائص الفيزيائية تأثيراً مباشراً في الكائنات الحية التي تعيش في التربة ومن أهم الخصائص الفيزيائية التي تؤثر في توزع الكائنات الحية وانتشارها نذكر:

١.١.٣. عمق التربة: تختلف التربة بعمقها، حيث يتفاوت عمق التربة بين بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار، ويؤثر هذا التباين في عمق التربة في أنماط وخصائص النباتات التي تنمو فيها، ففي مناطق الغابات المدارية المطيرة حيث التربة الضحلة تتسم الأشجار بجذورها الضحلة (جذور سطحية) بشكل لا يتناسب مع ضخامة وطول جذوعها التي تزيد عن ٣٠ متراً. ويظهر أثر تباين عمق التربة بشكل واضح على سفوح الجبال، ففي المناطق الجبلية ذات الأمطار التي تسمح كميتها بنمو الأشجار، تختفي الأشجار وتسود الحشائش حيث نجد أن السفوح شديدة الانحدار يقل عمق التربة إلى حد كبير نتيجة شدة الانجراف. أما على السفوح قليلة الانحدار يزداد عمق التربة فتكثر الأشجار بشكل واضح، ولا نستطيع أن نفسر هذا التباين في الصورة النباتية رغم تساوي كمية الأمطار إلا بالرجوع إلى عوامل أخرى وهي عمق التربة. وبالتالي يلعب عمق التربة دوراً مهماً في حياة الكائنات الحية، فكلما زاد عمق التربة كلما ازداد محتواها المائي والعناصر الغذائية الموضوعة تحت تصرف الكائنات الموجودة فيها مثال: ديدان الأرض يمكنها أن تقضي الفصل الجاف مغروسة في الأعماق، فإذا كانت التربة سطحية لا تستطيع ذلك. إن تأقلم النباتات مع عمق الترب يعود إلى أشكال نمو الجذور المتعلقة بطبيعة النباتات معمرة أم حولية، عشبية أم شجيرية أو شجرية، فالحوليات تتصف بحجم جذري بسيط تنمو في الترب السطحية، في حين

تتواجد النباتات المعمرة في الترب الأكثر عمقاً. أما الأشجار والشجيرات فالترب العميقة هي الأصلح لنموها وتطورها، ويمكن أن تصل جذورها إلى أعماق تزيد عن ٢ إلى ٣ م.

٢.١.٣. قوام التربة (نسيج التربة): أي محتوى التربة من غضار، ورمل، وسلت. إن رطوبة التربة ودرجة تهويتها يتوقفان على قدرة الترب على خزن الرطوبة بداخلها والاحتفاظ بها أكبر فترة ممكنة من ناحية، وضمان درجة مناسبة من التهوية من ناحية أخرى. وكل ذلك مرتبط بنسيج (قوام) التربة وهنا تتدخل التربة كعامل طبيعي في الكائنات الحية داخل الأقاليم الحيوية. فالترب الرملية في المناطق الرطبة تعد تربة جافة نسبياً لأنها تحتفظ بكمية أقل من المياه إذ ما قورنت بالترب الطينية. وفي المناطق الجافة وشبه الجافة ينعكس الوضع وتصبح الترب الرملية بصفة عامة رطبة نسبياً إذا ما قورنت بالترب الطينية التي تميل أن تكون جافة نسبياً. إذ تزداد قدرة الترب الرملية في هذه المناطق القليلة الأمطار على تسرب أكبر كمية من المياه، والاحتفاظ بها قبل أن تتعرض للتبخر أو الانسياب السطحي، بينما تقل قدرة الترب الطينية على هذا التسرب، لأن الترب الطينية بطبيعتها صعبة النفاذية لا تسمح للمياه أن تتسرب بسرعة داخلها، ومن ثم يضيع جزء كبير من الأمطار بالتبخر من ناحية، والجريان السطحي من ناحية أخرى قبل أن تتوغل في التربة.

وبالتالي التربة الرملية تشكل وسطاً يلائم عدد قليل من النباتات، وتكون غير ملائمة لنمو البذور لعدم توفر الماء اللازم في الطبقة السطحية لتغذية البذور في بداية إنباتها، ومن النباتات التي تستطيع العيش فيها: الصنوبر الثمري، والسنط، والطرفاء، والخرنوب. أما الترب الطينية الثقيلة ذات النفاذية الضعيفة كتيمه للماء والهواء في الأقاليم الرطبة جداً قد تخلق بيئات مستنقعية، ويرتبط بها صور نباتية تسودها الحشائش والنباتات المائية مغايرة بذلك للنطاق الشجري المحيط بها، كما هو الحال في جنوب السودان.

كما يؤثر قوام التربة في تحديد نوعية النباتات وتوزعها داخل الإقليم الحيوي حتى لو تساوت كمية الأمطار الهاطلة، ففي إقليم الغابات النفضية في غربي قارة أوروبا ووسطها نجد أن شجرة البلوط تسود في بريطانيا وفرنسا حيث الترب الطينية الثقيلة، بينما تسود أشجار الزان حيث توجد الترب الكلسية والخفيفة، أما في مناطق التربة الرملية والضحلة تنتشر أشجار البتولا.

ولحجم حبيبات التربة أهمية بالنسبة للأحياء الحيوانية التي تعيش بالتربة أو تحفر فيها، فعلى سبيل المثال: يرقات الحشرات لا تستطيع العيش في التربة ذات القوام الحصوي، وتتطلب تربة

ناعمة كغشائيات الأجنحة (من أكبر رتب الحشرات) التي تحفر حجوراً لتسكن صغارها مثل الجراد الذي يغرس بيوضه في التربة. الصورة ٢٦. جراد يغرس بيوضه في التربة.



الصورة ٢٦. جراد يغرس بيوضه في التربة

والقشريات التي تعيش في رمال البحر تشترك بصفة واحدة تماثل في الشكل، فجسمها متطاول لتستطيع الانسلال بين حبيبات الرمل وطبقة الماء التي تغطيها. الصورة ٢٧. قشريات في رمال البحر.



الصورة ٢٧. قشريات في رمال البحر

كما يوجد حيوانات بحرية تظهر تفضيلاً مختلفاً تجاه نوعية الرمل. فمنها يفضل الرمل الخشن، أو الرمل الناعم، ومنها يفضل السلت كالديدان الحلقية عديدة الأشواك، التي تعيش مدفونة في الرمال مثل دودة الرمل النيرس(Neris). الصورة ٢٨. حيوانات بحرية تعيش في الرمل



الصورة ٢٨. حيوانات بحرية تعيش في الرمل

٣.١.٣. لون التربة: يعد اللون من أهم الخصائص الفيزيائية المميزة للترب، وأكثرها استخداماً في الوصف، وكان تصنيف الترب يعتمد على اللون، ويتأثر لون التربة بنوع المعادن المكونة للمادة الأم والتربة، حيث تتصف كل تربة بلون مميز، ولكل لون دلالة معينة.

تحتوي التربة الداكنة (بني داكن أو رمادي داكن) في تركيبها المعدني على عنصر المنغنيز أو تكون غنية بالمادة العضوية، تحتوي كمية كبيرة من النتروجين وغالباً ما تكون عالية الخصوبة. والتربة الحمراء لونها الأحمر دليل على أن نسبة أكاسيد الحديد مرتفعة في التربة، كما أن الاحمرار يكون مؤشراً على أن التربة جيدة التهوية وجيدة الصرف، والتربة الصفراء فيها أكاسيد الحديد ولكن نتيجة للرطوبة والأمطار يتحول لون التربة للأصفر. وفي المقابل نجد أن اللون الفاتح أو البيضاء يعني قلة المواد العضوية وقلة الخصوبة بصفة عامة وانخفاض نسبة أكاسيد الحديد في التربة، وارتفاع نسبة مركبات الكالسيوم فيصبح لون التربة أبيض، والتربة الزرقاء دلالة على سوء الصرف وتغدق التربة، حيث يشير إلى أن التربة رديئة التهوية ورديئة الصرف. فلكل نوع من هذه الترب نباتات تجود فيها من حيث النمو والإزهار، فاللون هو انعكاس لما يحدث داخل التربة من تفاعلات وتأثيرات.

٤.١.٣. هواء التربة: يرتبط هواء التربة بقوامها، والتهوية تعد مهمة بالنسبة لتنفس وامتصاص جذور النباتات للماء. حيث يكون الامتصاص في الترب ذات التهوية الجيدة أسرع من الترب ذات التهوية السيئة. كما أن تركيز الأوكسجين (o_2) تكون نسبته أقل منها في الهواء، وغاز ثاني أوكسيد الكربون (co_2) تكون نسبته في التربة أعلى من الهواء، وتختلف الأنواع النباتية من حيث متطلباتها لنفاذية التربة للهواء، فالأشجار المخروطية حساسة لقلة نفاذية التربة للهواء، في حين أشجار الكينا تنمو في الترب الرملية ذات التهوية الجيدة.

٥.١.٣. ماء التربة (رطوبة التربة): رطوبة التربة هي كمية الماء المتوفرة في التربة والمتاحة للكائنات الحية، فهو ضروري لمختلف التفاعلات الكيميائية، وللنشاط الحيوي في التربة، وإذابة الأملاح. ويختلف الجهاز الإعاشي لنبات الذي يعيش في منطقة رطبة عن الجهاز الإعاشي لنبات يعيش في منطقة جافة، إن هذا الاختلاف ناتج عن تحورات طرأت على أعضاء النبات بغرض البحث عن الماء والتقليل من فقدانه لمقاومة الجفاف وأهم تحورات الجهاز الإعاشي لنبات نذكر:

أ . الجذور: كلما انخفض معدل الرطوبة في الآفاق السطحية من التربة ازداد تعمق الجذور النباتية، وتكون جذور النباتات في المناطق الجافة كثير التفرع، حيث تتفرع في كل الاتجاهات أفقياً وشاقولياً، وطويلة، وتتغلغل داخل التربة لأعماق بعيدة بحثاً عن الماء، مثل نبات العاقول، ونبات الشيح، أو تنمو الجذور بشكل أفقي وسطحي مثل نباتات الأرطى Calligonum والإيريموسبارتون Eremosparton تمتد جذورها الأفقية أكثر من ٣٠ متراً بعيدة عن منابتها.

ونبات الصبار جذوره سطحية للاستفادة من الرطوبة لأنه ينمو في بيئات رملية خفيفة، حيث الهطل المطري قليل والتبخر كبير، بينما في الترب الرطبة يكون تفرع الجذور قليل لوفرة الماء والعناصر المعدنية، وإن ازدياد الرطوبة في التربة (التربة الغدقة) يؤدي إلى توقف نمو الجذور نهائياً، بسبب عدم توفر الأوكسجين.

ب . الجزء الهوائي: في الترب الجافة والحار تكون جذوع الأشجار لحمية لتدخر الماء في أنسجتها، وغطائها الغشائي يمنع تبخر الماء مثل نبات الصبار، أو تحمي نفسها ضد البخر باتخاذ قشرة سميكة أو غطاء من الفلين، أما أوراقها تكون صغيرة، وقليلة، ومتحورة إلى أشواك كالنبات الشوكي السدر، أو ملتفة حول نفسها مثل نبات الحلفاء، أما في الترب الرطبة تكون سيقان النباتات طويلة ورفيعة، والأوراق عريضة كثيرة العدد ذات مساحة كبيرة للقيام بعملية النتح.

كما تؤدي رطوبة التربة إلى تقصير فترة النمو الخضري ودفع النباتات للتزهير المبكر وهذا ما يُعرف بالارتباع، حيث أن الإزهار والإثمار يتأخران في السنوات الرطبة، بينما نجد العكس في السنوات الجافة، حيث تقصر فترة النمو الخضري ويتطور النبات ويُزهر مبكراً.

كما تعد رطوبة التربة عامل أساسي في وجود بعض الحيوانات، فالكائنات التي تتواجد في التربة الرطبة تختلف عن مثيلاتها في التربة الجافة، مثال ذلك ديدان الأرض لا تتواجد إلا في الترب الرطبة. وحشرة الترميت الإفريقية (النمل الأبيض) تحفر سراديب عميقة في التربة لتزويد مستعمراتها بالماء. كما أن الرطوبة العالية للتربة تقتل الكثير من يرقات الحشرات.

٦.١.٣. الجفاف وأثره في الغطاء النباتي: يقصد بالجفاف نقص ماء التربة الميسر للنبات الذي يؤدي إلى نقص كمية الماء الداخلي للنبات بدرجة تقلل من نموه. وبالرغم من أن ضرر الجفاف يسببه أساساً نقص ماء التربة إلاَّ أن الضرر يزداد بالعوامل الجوية المختلفة مثل درجة الحرارة المرتفعة، والرطوبة المنخفضة، والرياح التي تزيد من سرعة النتح، وهناك نوع آخر من الجفاف هو **الجفاف الفسيولوجي Physiological Drought** الذي ينتج عنه نقص ماء النبات الناتج عن تجمد التربة، أو حدوث الغرق وقلة امتصاص الأوكسجين اللازم لتنفس الجذور، فيقل بذلك امتصاص الماء رغم توفره في التربة حيث يعاني النبات الجفاف لعدم قدرته على امتصاص الماء في التربة.

٧.١.٣. درجة الحرارة المتراكمة للتربة Accumulated Temperature: يقصد بدرجة الحرارية المتراكمة مجموع درجات الحرارة التي تزيد عن المتوسط الأصغري اليومي لدرجة الحرارة، والذي يُمكن أن تنمو فيه النباتات بشكل طبيعي، ويُقدر هذا المتوسط عند معظم الباحثين في مجال البيئات المناخية الحيوية ومن بينهم فلاديمير بيتر كوبن Wladimir Peter Koppen وأوستين ميلر A.Austin Miller بنمو ٦ م° وهو يُمثل صفر النمو عند النبات، وعلى هذا الأساس يمكن أن تُحسب درجة الحرارة المتراكمة ليوم واحد أو أسبوع أو شهر أو لأي فترة زمنية حسب القانون التالي: **م = (ح −٦ م°) × الفترة الزمنية**

وتؤثر درجة حرارة التربة بفعَّالية في نمو النباتات ونشاط الأحياء الدقيقة وتطورها، فهي تؤثر في العمليات الطبيعية، كالنفاذية، وامتصاص الماء والمواد الذائبة فيها، وفي انحلال المركبات المعدنية وانحلال الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، وسرعة نمو الجذور، وإنبات البذور إلخ، ويعتمد معدل هذه العمليات على تغير درجة حرارة التربة، إذ ترتفع معدل هذه العمليات بارتفاع درجة حرارة التربة، وتنخفض بانخفاضها، لذلك يختلف نمو النباتات وأنواعها بين فصول السنة. ويعود الفضل لدرجة الحرارة المتراكمة في نمو الغابات الصنوبرية في الأقاليم الباردة في العروض الشمالية رغم قصر طول فصل النمو.

إن درجة حرارة التربة لها تأثير شديد في معدل امتصاص الماء من قبل النبات، فمعدل امتصاص الماء من التربة ينخفض بانخفاض درجة حرارتها ويزداد بارتفاعها. وهو ما يُعرف **بالجفاف الوظائفي Physiological Drought**. ويقصد به ندرة المياه أو الرطوبة المتاحة للأحياء، وهذه الندرة إما تكون نتيجة لشح الأمطار الساقطة مع شدة ارتفاع درجة الحرارة، مما يقلل من قيمة الأمطار الفعلية إلى أدنى مستوى ممكن، كما في المناطق الصحراوية، وإما تكون نتيجة لانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر، حيث تهبط القيمة الفعلية للرطوبة إلى ما دون الصفر كما في المناطق القطبية بسبب تجمد التربة.

٢.٣. الخصائص الكيميائية للتربة وتأثيرها في الكائنات الحية: يُعد التكوين الكيميائي للتربة من أهم خصائصها تأثيراً في توزع النباتات، فإذا كانت العوامل المناخية تحدد مجال انتشار نوع نباتي ما، فإن التربة هي المسؤولة عن تواجد نوع نباتي في مواقع مختلفة ضمن المجال نفسه، فالنباتات الحساسة لوجود ملح الصوديوم Nacl أو زيادة نسبة الكلس في التربة، لا تنتشر في البقع التي تتميز بهذه الخصائص وإن كان المناخ ملائماً.

تختلف الترب كيميائياً بين ترب حمضية، وأخرى قلوية، وثالثة ملحية ورابعة متعادلة، ولكل نوع من هذه الترب كائنات حية تجود فيها. ونستطيع على هذا الأساس أن نقسم الترب إلى:

١.٢.٣. الترب الكلسية: تتصف هذه الترب بأنها غنية بمكونات الكلس وهي ترب قلوية أو قاعدية وهي أحياناً ذات خصوبة عالية وتصل قيمة PH التفاعل الأرضي ٨ وأكثر، وتتواجد عادة في الأقاليم ذات الهطل الخفيف ٢٥٠ ملم، وتتضمن الترب السوداء، والترب البنية، والترب الصحراوية. إن ازدياد كمية كربونات الكالسيوم $Caco_3$ في محلول التربة يؤدي إلى تبدلات في خصائص التربة مما يؤثر في التغذية المعدنية للنباتات ومن هذه التبدلات: ارتفاع قيمة PH التربة يؤدي إلى تثبيت الحديد وبالتالي صعوبة حصول النبات عليه. وتثبيت الفوسفور بشكل غير قابل للامتصاص، فعلى سبيل المثال تتحمل شجرة الفستق الحلبي وجود الكلس في التربة إلى نسبة تتراوح من٥٠ . ٦٠%، كما توجد بعض الأنواع تنفر من الكلس مثل الكستناء حيث تصفر الأوراق، وينخفض نمو الأشجار، كما أن أشجار البلوط والسنديان والملول تنمو في الترب الكلسية.

أما تأثير الكلس في الحيوانات فهو يعد عنصراً أساسياً لبناء العظام والأسنان بتكوين فوسفات الكالسيوم، كما أن بعض الحيوانات تحتاج إلى الكلس بشكل أساسي كما في مزارع الدواجن المقامة على أرض فقيرة بالكلس، فيضاف مسحوق صنعي كي تصنع الدجاجة بيوض صلبة. كما لو حظ في هضبة سيناء تواجد معديات الأرجل التي تبني قواقع كالحلزون بشكل غزير ومتنوع على الأتربة الكلسية بينما تختفي في المناطق ذات الترب الغرانيتيه.

٢.٢.٣. الترب المعدنية: تتسم الترب المعدنية بوجود نسبة كبيرة من أكاسيد الحديد والألمنيوم، ولكن ينقصها الكلس وهي تربة حامضية ذات خصوبة منخفضة وتصل قيمة PH إلى نحو ٤ أو أقل. إن زيادة الحموضة في التربة تعيق أو توقف المعدل الذي تمتص جذور النباتات بوساطة المواد الغذائية من التربة. وتتمثل الترب الحامضية في تربة التندرا، والبودزول، والتربة الحمراء والصفراء، وشبه المدارية، والترب المدارية الحمراء (لاتريت). فبعض النباتات لا تعيش إلا في التربة الحامضية كأشجار الغار الجبلي، والصنوبريات أليفة الحموضة بسبب كون جذورها تحوي على فطر الميكوريزا التي تسهل لها التغذية الآزوتية. في حين ينخفض نمو بعض الأشجار في الأتربة الشديدة الحموضة لانخفاض التغذية الآزوتية، وهذا يظهر بوضوح في أشجار الزان التي تخشى حموضة التربة، ولدرجة الحموضة في التربة أثر مهم في نشاط وغزارة أنواع الكائنات الحية الدقيقة فيها، فهناك أنواع من الفطريات تفضل أن يكون وسط التفاعل حامضي.

٣.٢.٣. الترب المتعادلة: تربة وسط بين التربتين السابقتين فهي ليست حامضية ولا قلوية وتكون قيمة PH فيها نحو 7 وهي أنسب الترب للنمو النباتي، ونشاط الكائنات الحية الدقيقة المختلفة.

٤.٢.٣. الترب الملحية: وهي الترب المنتشرة في المناطق الجافة وشبه الجافة، إن تراكم الأملاح الذائبة في منطقة انتشار الجذور بتركيز عالي لدرجة تعيق فيها النمو المثالي للنبات، وتحول قطاع التربة إلى بيئة غير صالحة لانتشار الجذور.

إن زيادة تركيز الأملاح تُضعف قدرة النبات على امتصاص الماء رغم وجود المياه بكمية كبيرة، ما تؤدي لجفاف النبات وهذا ما **يُعرف بالشد الأسموزي** الذي يؤدي إلى نقص عدد الثغور التي تنتح الماء، وتنقص مساحة الورقة، وينخفض نمو المجموع الجذري، وتقزم النبات، وتلون أوراقه بلون أخضر داكن، وزيادة سمك الأوراق، وحروق على الأوراق للنباتات الخشبية، قلة النمو والتفرعات الجذرية، وسقوط الأزهار والثمار بعد عقدها.

ويُعد **عنصر الصوديوم** من العناصر السامة لأغلب النباتات، والقليل من النباتات التي يمكنها النمو والتطور في تربة مالحة حاوية على نسبة عالية من الصوديوم والسبب هو أن زيادة الصوديوم يؤدي إلى جفاف التربة فيزيولوجياً نظراً لأنه يرفع من قيمة الضغط الاسموزي فيجعلها كتيمه غير نفوذه للماء والهواء. ويعد **كلور الصوديوم** ساماً لكائنات الحية الدقيقة. وتؤثر الملوحة في شكل النبات فتجعله قصير، وتضمر الأوراق، أو تظهر طبقة شمعية على سطحها وتجعلها ذات لون أخضر داكن. وتدعى النباتات المتحملة للتركيز العالي من الصوديوم في التربة أليفة الملوحة ولا تستطيع بذورها الانتاش إلا إذا احتوت التربة على كمية كافية من الملح، مثل الطحماء التي تنبت في أرض السبخات وبالقرب من الشواطئ لديها القدرة على نزع الأملاح من المياه وطردها مع مياه النتح عبر مسامات الأوراق.

من كل هذا نرى أن التربة تمثل عاملاً طبيعياً محلياً في تحديد نوعية الأحياء النباتية داخل الأقاليم الحيوية المختلفة في ظل تشابه الظروف البيئية المحلية الأخرى، لاسيما الظروف المناخية.

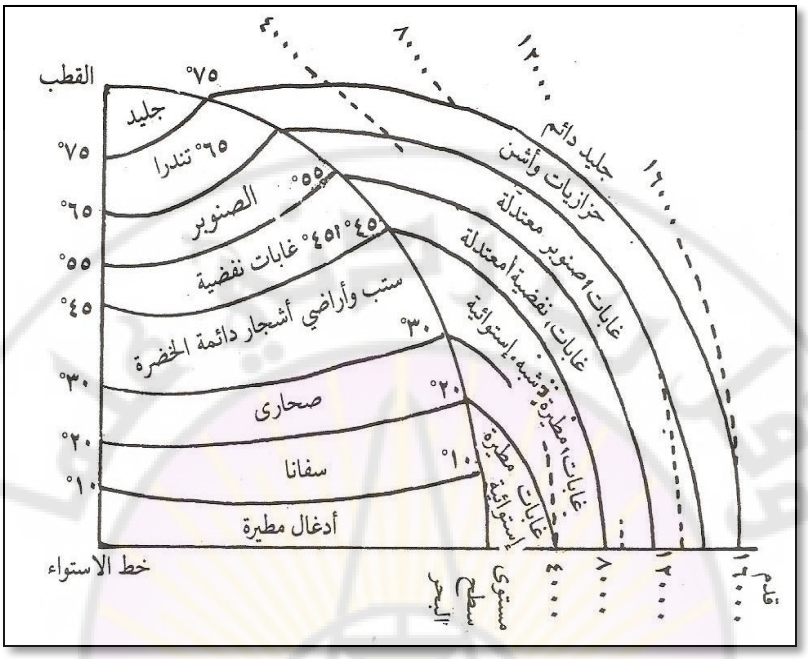
٤. العوامل التضاريسية: تؤثر العوامل الطبوغرافية بشكل غير مباشر في وجود الكائنات الحية عن طريق تأثيرها في عناصر المناخ، وبالتالي تحدد توزع الكائنات الحية في منطقة جغرافية معينة. تلعب التضاريس دوراً رئيسياً في تنوع المناخ المحلي، وهو دور يسهل إدراكه من مقارنة الأنواع المناخية على الجوانب المتقابلة للجبال، ومن مقارنة مناخ الوديان والسهول بمناخ

المرتفعات المجاورة لها. ويظهر أثر هذا العامل واضحاً في كل العناصر المناخية، ولكنه يبدو أكثر وضوحاً لعنصري درجة الحرارة والأمطار، كما تؤثر التضاريس في خصائص التربة حيث نجد تربة الوديان أعمق وأغنى بالعناصر الغذائية وأكثر إنتاجاً من الأتربة على قمم الجبال وسفوحها.

أما بالنسبة للحياة الحيوانية فإن دور التضاريس يكاد يكون محدوداً، ومع هذا نجد أن مناطق الجبال يرتبط بها حيوانات معينة لها القدرة على الحركة والانتقال وتسلق السفوح الجبلية، لذلك تكثر في المناطق الجبلية أنواع معينة من الحيوانات مثل الماعز . اللاما . البغال . ثور التيبت... كما يُلحظ أثر التضاريس في الحياة الحيوانية من خلال تنوع الحيوانات من حيث الضخامة تبعاً لاختلاف التضاريس، فالمناطق السهلية تتميز بحيواناتها الضخمة كالأيل، والفيلة، والأبقار، والنعام، والغزال الشائك القرن، والحمار الوحشي،... بينما تتميز حيوانات المناطق الجبلية بصغر حجمها وخفة حركتها ومقدرتها على القفز، وسرعة الحركة، في المناطق الجبلية الصخرية والجروف الصخرية الشديدة الانحدار كالماعز، واللاما، والأغنام الجبلية، كما تعيش الحيوانات صغيرة الحجم مثل حيوانات البيكا الشبيهة بالأرانب، كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخري وغير ذلك ويمكن أن نتبين تأثير التضاريس من خلال ثلاثة عوامل:

١.٤. تأثير الارتفاع عن سطح البحر في الكائنات الحية: إن التغيرات التي تصيب عناصر المناخ تحت تأثير الارتفاع عن سطح البحر تؤثر في توزع الكائنات الحية لاسيما النباتات، ومن ثم كثيراً ما تكون منطقة الجبال في إقليم ما منطقة شذوذ مناخي . نباتي. لهذا تسهم خطوط التسوية في خلق نطاقات حرارية رأسية متدرجة ومتتالية يصاحبها تدرج في الأقاليم الحيوية على سفوح الجبال على شكل نطاقات إحيائية متباينة تسمى بنظام النطاق الرأسي للأحياء.

أ . تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزع النباتات: لقد ترتب على تباين درجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة وطول الفترة الضوئية وشدة الإضاءة مع الارتفاع ظهور أنواع متباينة من النباتات الطبيعية التي تتدرج من قاعدة الجبل إلى قمته بطريقة مشابهة لتتابع الأقاليم النباتية ما بين خط الاستواء والقطب، حيث ربط هوبكنز Hopkins بين الارتفاع عن سطح البحر ودرجة العرض وبين الغطاء النباتي في قانون يُعرف بقانون هوبكنز للمناخ الجوي والذي يفسر بأن : الارتفاع بمقدار٣٠٥م يحدث تغيراً مظهرياً حيوياً مماثلاً لما يمكن ملاحظته من التغير عند الاتجاه شمالاً لمسافة ١٠٧كم. ويوضح الشكل .٣٠. توزع الأقاليم النباتية حسب قانون هوبكنز.



الشكل ٣٠. توزع الأقاليم النباتية في العالم حسب قانون هوبكنز

فالغطاء النباتي في سلسلة الجبال الساحلية على ارتفاع ٣٠٠ . ٤٠٠م، يختلف عن الغطاء النباتي في السلسلة نفسها على ارتفاع ١٠٠٠ . ١٦٠٠م، ومن الأمثلة على ذلك التدرج الواضح في نمو الأشجار في الغابات من أسفل السفح إلى قمة الجبل، الغابات الصنوبرية التي على جبال الألب أو الهيمالايا، هي من نوع الغابات الصنوبرية نفسها الواقعة في شمالي سيبيريا وأوروبا، وكذلك في أعلى الجبال يوجد ما يسمى بالحشائش الألبية وهي تعادل حشائش التندرا في أقصى الشمال.

تختلف الأحزمة النباتية من إقليم لأخر فلكل نطاق جبلي مناخه ونطاقه النباتي، فعلى سبيل المثال تسود الغابة المخروطية دائمة الخضرة على سفوح جبال الألب الفرنسية على ارتفاع يراوح بين ٢٤٠٠ . ٢٧٠٠م، بينما تسود المروج النباتية الألبية على الارتفاع نفسه في إقليم الهضاب الوسطى، وعلى الارتفاعات نفسها يسود نبات العرعر الملائم للظروف المناخية شبه الجافة في جبال الأطلس في المغرب.

كما وجد هوند Honde أن التغيرات التي تصيب عناصر المناخ تحت تأثير الارتفاع عن سطح البحر تؤثر في توزع النباتات وفي نموها وشكلها حيث تزداد نسبة التفرعات والأغصان،

وينخفض طول النبات، وتطول فترة نمو وتطور الشجرة لتصل إلى مرحلة النضج مقارنة مع المناطق المنخفضة، ويقترب تاج الشجرة تدريجياً من الأرض، ويبتعد ساق الشجرة عن الشكل الأسطواني.

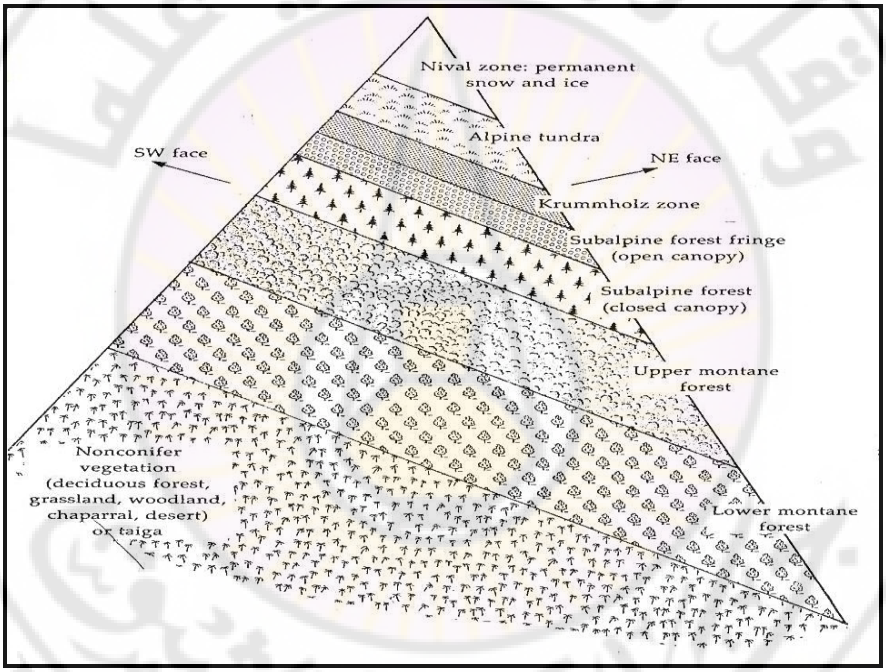
وتلعب المنخفضات خاصة المناطق الحوضية دوراً واضحاً في إحداث الكثير من التغيير في توزع الكائنات الحية داخل الإقليم الحيوي الواحد، ففي المناطق الجافة وشبه الجافة، تصبح المنخفضات (الأحواض والأودية) مناطق تجمع لأكبر قدر ممكن للرطوبة بالقياس إلى المناطق المجاورة، مما يتيح فرصة أفضل لإعالة نمو نباتي أكثر غنى مقارنة بالمناطق المجاورة الأكثر ارتفاعاً، ولكن في المناطق الرطبة كثيراً ما تتحول هذه المنخفضات إلى مناطق مستنقعية تخلق ظروفاً بيئية مغايرة لبيئة المناطق المجاورة مثال المستنقعات جنوب السودان، ويرتبط بهذه المستنقعات الكثير من النباتات المائية مثل نبات البردي ووردة النيل وهي تغاير تماماً الصورة النباتية الشجرية . الحشائشية في المناطق المجاورة .

ب . تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزع الحيوانات: من الصعب تحديد ارتفاع معين لمناطق عيش الحيوانات الجبلية لأنها تتحرك في هجرات موسمية بين النطاقات العالية والنطاقات المنخفضة حسب فصول السنة، وتتغير أنواعها وفقاً لارتفاع الجبال بعضها يعيش في نطاق الغابات الجبلية مثل القردة ذات الفراء وهي توجد في غابات السفوح المنخفضة في جبال الهيمالايا وهضبة التبت، والدب والأسود والنمر الأرقط يوجد بصفة خاصة في هضبة منغوليا، وبعضها الآخر يعيش في نطاق الحشائش الجبلية، مثل التيتل في جبال الألب، والياك في هضبة التبت، واللاما في جبال أمريكا الجنوبية، وهناك طائر السمامة النيبالي الذي يُقيم أعشاشه على ارتفاع ٦١٠٠ م فوق سطح البحر في جبال الهمالايا.

٢.٤. تأثير اتجاه السفوح في توزع الكائنات الحية: يلعب اتجاه السفوح بالنسبة للرياح المحملة بالرطوبة دوراً مهماً في إحداث التنوع الحيوي على جانبي الجبل، إذ يؤدي هذا الاتجاه إلى خلق نطاقين حيويين مختلفين تقريباً على الجبل الواحد وفي منطقة جغرافية بيئية محددة. ففي الجبال الساحلية في سورية على سبيل المثال نجد أن السفوح الغربية المواجهة للرياح الغربية القادمة من البحر المتوسط نمواً شجرياً غنياً متمثلاً في غابات رطبة من أشجار البلوط والسنديان والصنوبر، والشوح، والأرز ...، بينما تسود على السفوح الشرقية (ظل المطر) حيث لا تبعد أكثر من ٤٠ كم

عن السفوح الغربية نباتات شبه جافة مثل السنديان العادي، والطم الأطلسي... وشجيرات صحراوية.

كما أن لاتجاه السفح أثر كبير في نموه وتطوره، من خلال تأثيرها في درجة حرارة التربة والهواء المحيط ورطوبة التربة، ففي فصل الربيع تحتضن السفوح الدافئة المواجهة للناحية الجنوبية أو الغربية أنواع نباتية تتقدم في نموها عن تلك الموجودة في السفوح الباردة المواجهة للشمال أو الشرق. ويوضح الشكل .٣١. تأثير اتجاه السفوح في توزع الغطاء النباتي.



الشكل .٣١. تأثير اتجاه السفوح في توزع الغطاء النباتي

كما تفضل الحيوانات الرعي أثناء الشتاء في السفوح الجنوبية والغربية، بسبب الارتفاع في درجة حرارتها، أما في فصل الصيف فإنها تفضل الرعي في السفوح الشمالية والشرقية لأن درجة الحرارة باردة ولكون النباتات في مراحل نموها الأولى ولتوافر الظل بدرجة أكبر.

٣.٤. تأثير انحدار السطح في توزع الكائنات الحية: يعد الانحدار عاملاً طبوغرافياً مهماً ومؤثراً في نمو الغطاء النباتي وتنوعه، إذ تميل السفوح الشديدة الانحدار إلى أن تكون أجف كثيراً من السفوح الأقل انحداراً، وذلك لأن السفوح شديدة الانحدار تقلل من القيمة الفعلية للتساقط لأنها

تسرع من جريان المياه فوق السطح، ومن ثم لا تتاح للمياه الفرصة الكافية لتسربها داخل مسامات التربة، وتتسم هذه السفوح أيضاً بالترب الرقيقة قليلة العمق، وبالتالي تسود في مثل هذه السفوح نباتات جفافية رغم كمية التساقط الفعلية تسمح بالنمو الشجري في ظل الظروف العادية. ما يؤدي إلى ترك السفح عارياً ما لا يسمح بنمو الغطاء النباتي إلا حيث توجد بعض الشقوق. وفي المقابل نجد السفوح القليلة الانحدار التي تعمل على زيادة القيمة الفعلية للتساقط، والتي تتميز بوجود ترب عميقة نسبياً وتسمح لمياه الأمطار بالتسرب داخل التربة بكمية كبيرة، مما يساعد على غنى النمو النباتي والحيواني واختلافه عن السفوح الشديدة الانحدار.

وقد صنف جديبي Gdebe الأراضي الحراجية حسب درجة الانحدار:

١. **أراضي ذات انحدار لطيف** (٥ . ١٠ درجة) تكون أتربتها عميقة ومحتواها المائي جيد، يمكن أن تنمو عليها مجموعات نباتية كثيفة إذا توفر المناخ الملائم.

٢. **أراضي ذات انحدار متوسط** (١١ . ٢٠ درجة) التربة متوسطة العمق ومحتواها المائي جيد، تنمو مجموعات حراجية كثيفة إذا توفرت العناصر المناخية الملائمة.

٣. **الأراضي المنحدرة** (٢١ . ٣٠ درجة) التربة قليلة العمق، تنمو عليها بعض الأشجار والشجيرات ذات جذور سطحية.

٤. **الأراضي الشديدة الانحدار** (٣١ . ٤٥ درجة) تربتها سطحية غنية بالأحجار والصخور إنتاجيتها ضعيفة، تكون مغطاة بأشجار وشجيرات صغيرة.

٥. **الأراضي شديدة الانحدار جداً** أكثر من (٤٥ درجة) تتواجد فيها بعض الأشجار والشجيرات المتفرقة، وتكون التربة على شكل بقع بحيث تظهر الصخرة الأم.

ومما سبق نرى أن التضاريس تلعب دوراً واضحاً في تباين المنظومة الحيوية داخل الإقليم الحيوي.

ثالثاً . العوامل التشريحية (الفيزيولوجية) المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

تؤدي الخصائص الفيزيولوجية والتشريحية والسلوكية التي يتمتع بها الكائن الحي إلى تفاعله مع بيئته بطريقة خاصة، لذلك فإن الكائنات الحية تتميز بتأقلمها مع الظروف البيئية الخاصة بها، فإذا انتقلت خارج هذه البيئة استحال عليها العيش فبعض الكائنات الحية لم تستطع التأقلم والتكيف مع التغيرات البيئية فكانت النتيجة هي انقراضها كما حدث للديناصورات والماموث، أو واجهت صعوبات كبيرة في التأقلم مع البيئة الجديدة.

تختلف الكائنات الحية من الناحية الفيزيولوجية، فالثدييات والطيور تختلف عن الزواحف والبرمائيات في أنها تتميز بوجود نظام عضوي آلي داخلي يُساعدها على الاحتفاظ بدرجة حرارة دائمة داخل أجسامها، وهذا يفسر قدرتها على تحمل درجة الحرارة المنخفضة، لذلك توجد في العروض الباردة جداً، بينما لا تسمح هذه البرودة بوجود الزواحف والبرمائيات حيث تتميّز البرمائيات بأنها من ذوات الدم البارد التي تتغير درجة حرارة جسمها حسب درجة حرارة الوسط الموجودة فيه، لذلك فإنها عندما تبرد تضطر للبحث عن أشعة الشمس لتدفئة نفسها، فتصبح نشطة، وإذا ارتفعت درجة حرارتها أكثر من اللازم، فيكون عليها البحث عن ملجأ ظليل أو جُحر تحت الأرض للاختباء فيه.

أما العوامل الفيزيولوجية في النباتات تتميز بأشكال حياة متميزة تعتمد على خصائصها الفيزيولوجية مثل الصنوبريات التي تتميز بقدرتها على النمو في بيئات قاسية لا تصلح للأشجار عريضة الأوراق، فالصنوبريات تنمو في العروض العليا، وعلى ارتفاعات شاهقة، وظروف رطبة، وفي تربة فقيرة، وفي هذه الظروف لا تستطيع الأشجار عريضة الأوراق أن تتحملها.

رابعاً . العوامل الحيوية (البيولوجية) المؤثرة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

تتأثر حياة كل كائن بحياة الكائنات الأخرى التي تشاركه العيش في المنطقة الجغرافية، إن وجود هذه الكائنات بعضها مع بعض في وحدة متفاعلة تشكل المجتمع الحيوي، ويمكن أن يكون المجتمع كبير الحجم كجماعات النباتات في غابة، ويمكن أن يكون المجتمع صغيرة كمجتمع الأحياء الدقيقة، ويُطلق على تجمع الجماعات المختلفة اسم المجتمع (مجتمع نباتي مجتمع حيواني)، إن أفراد الجماعة الواحدة لا يعيشون بمعزل بعضهم عن بعض، ولا تعيش الجماعة بمعزل عن الجماعات الأخرى، فهناك تفاعل ما بين الأنواع، وهذا التفاعل يأخذ أشكال عدة، وهناك نمطين من العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية التي تعيش في منطقة بيئية معينة، النمط الأول العلاقات بين أفراد النوع الواحد، والنمط الثاني العلاقات بين أفراد تابعين لأنواع مختلفة.

١.٤. العلاقات الحيوية بين أفراد الجماعة:

يرى ديفيد واتس أن الجغرافية الحيوية تبحث في أنماط أشكال الحياة الحالية المتعددة والمختلفة على سطح الأرض، كما تهتم بالآلية التي بها تنظم الكائنات الحية نفسها داخل مجموعات صغيرة مميزة، تقاوم تحديات البيئة، ومدى استجابة الكائنات الحية المختلفة لهذا التحدي،

فالكائنات الحية لا تعيش كأفراد منعزلة بعضها عن بعض، إنما يوجد أفراد كل نوع ضمن تنظيم معين يُعرف بالجماعة. **والجماعة Population** هي مجموعة من الأفراد تابعة لنفس النوع، ولها القدرة على التكاثر فيما بينها، وتقطن منطقة بيئية محددة. **أما النوع species:** فهو وحدة بناء المجتمعات الحيوية، إذ يوجد في كل نظام بيئي عدد من أنواع الكائنات الحية يميزه عن غيره. فالنوع يشمل مجموعة أفراد متشابهة وراثياً والقادرة على التكاثر وإنجاب نسلاً خصباً يشبه الأبوين.

١.١.٤. نظام الجماعة الحيوية: يمكن دراسة التغيرات في التوزع المكاني والزماني والوفرة أو الغزارة لمختلف الكائنات الحية من خلال ما يُعرف بديناميكية الجماعة Population dynamics ويمكن وضع المتغيرات والفعاليات التي تحدد توزع الجماعة وغزارتها ضمن ما يسمى بنظام الجماعة، حيث يمكن التعبير عن وضع أو حالة الجماعة بخصائص أو متغيرات تشمل:

١.١.١.٤. خصائص الأفراد: يتمتع كل فرد من أفراد الجماعة بخصائص مميزة، ويمكن تقسيم الخصائص التي يتمتع بها الأفراد إلى خصائص فيزيولوجية، وخصائص فيزيائية، وخصائص سلوكية، هذه الخصائص هي التي تحدد استراتيجية حياة الفرد وبالتالي المجموعة ككل.

إن تسارع النمو أو ما يسمى **تأثير الجماعة وتأثير الكتلة** ليس إلا مظاهر ناجمة بحد ذاتها عن الخصائص الفيزيولوجية والفيزيائية للأفراد في حال اجتماعها.

يدل **أثر الجماعة** على جملة التغيرات التي تبدو على الأفراد في حال اجتماعهم، فالعديد من الكائنات الحية لا يمكنها أن تتكاثر وتستمر في الحياة إلا إذا وجدت بشكل مجموعات، فمثلاً لابد من توفر ٢٥ رأس من الفيلة، وتوفر ٣٠٠ رأس من الرنة، كي يبقى القطيع (الجماعة) على قيد الحياة. إن أثر الجماعة هنا يتجلى برفع احتمالات الإخصاب عند الإناث، ومساعدة الأفراد بعضها لبعض في البحث عن الغذاء، ومقاومة الأعداء، فالذئاب على سبيل المثال تستطيع أن تقتل حيوانات كبيرة إذا كانت مجتمعة بينما تعجز عن ذلك إذا كانت منفردة.

أما **أثر الكتلة** فهو عكس أثر الجماعة حيث أن زيادة عدد الأفراد في الوسط يؤدي إلى موت العديد منها لأسباب مختلفة وبالتالي النقص في كثافة الجماعة. مثال: وجد أن عدد البيوض عند سوسة القمح المنتجة يومياً يصل إلى حد أعظمي عندما تصل النسبة بين الأفراد وعدد حبات القمح ١/٢٠٠، وهذا يعود إلى كثرة العدد مما يخفف الإباضة. فتأثير المنافسة بين أفراد النوع الواحد انعكس سلباً على الأفراد لارتفاع كثافة الأفراد في وحدة المساحة.

٢.١.١.٤. خصائص الوسط (القدرة الاستيعابية): القدرة الاستيعابية هي العدد الأقصى من أفراد النوع الواحد الذي تستطيع بيئة جغرافية معينة على دعمه ومساعدته للعيش لأطول فترة ممكنة، أي توفير المأكل، والمسكن، والمشرب، وغيرها. والقدرة الاستيعابية محددة بتوفر الطاقة، والماء، والأوكسجين، والمواد الغذائية. وعندما تنمو الجماعات في بيئة تتوفر فيها الموارد يزيد عدد الولادات على الوفيات، مما يؤدي إلى وصول الجماعة سريعاً إلى مستوى القدرة الاستيعابية للبيئة فتصبح الموارد محدودة، فإذا تجاوزت الجماعة القدرة الاستيعابية يزيد عدد الوفيات على عدد المواليد لأن الموارد تصبح غير متوفرة لدعم الأفراد جميعها، مما يؤدي إلى انخفاض عدد أفراد الجماعة إلى أقل من مستوى القدرة الاستيعابية نتيجة موت أفرادها.

٣.١.١.٤. فعاليات الجماعة الحيوية: للجماعة الحيوية صفات أو خصائص متنوعة ذات طبيعة إحصائية، فالصفة الأساسية للجماعة الحيوية هي كثافتها Population density وهذه الصفة تحدد بأربعة قياسات هي:

أ . معدل الولادات Natality: الولادة هي قابلية الجماعة الغريزية للازدياد، والتي تدل على ازدياد الجماعة تحت ظرف بيئي معين وتختلف باختلاف حجم وتركيب الجماعة والظروف الجغرافية المحيطة، ويجب التمييز ما بين معدل الولادة النظري (الكامن) وبين معدل الولادة الفعلية (الحقيقي). **فمعدل الولادة النظري:** هو عدد الأفراد الذي يمكن لجماعة ما أن تنتجها في وحدة الزمن تحت الشروط البيئية المثالية، وهي تعبر عن القدرة الكامنة لإنتاج الأفراد وهي ثابتة. أما **معدل الولادة الفعلية:** هو عدد الأفراد الناتجة في وحدة الزمن تحت الشروط البيئية الحالية، وهي ليست ثابتة، بل تتغير حسب كثافة الجماعة، وحسب العوامل البيئية المحيطة بها. ويعبر عن معدل الولادة بصورة عامة كالتالي:

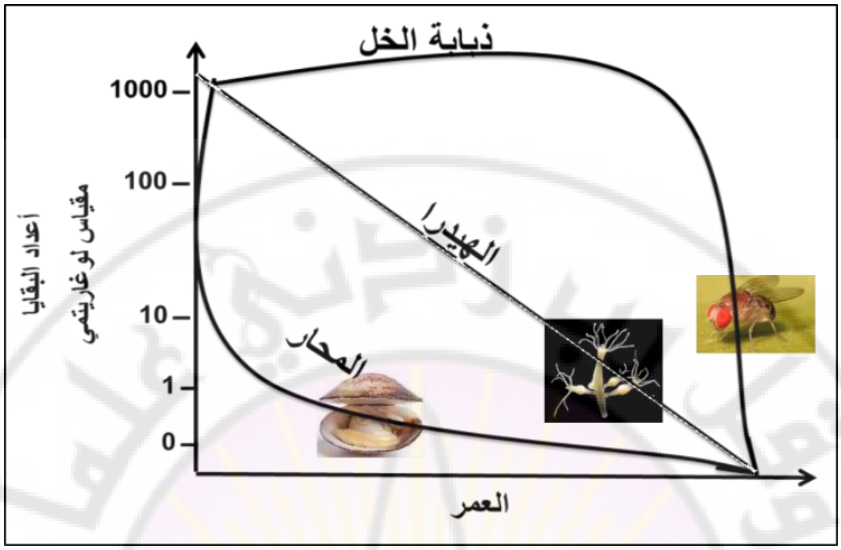
$$\text{معدل الولادة للجماعة الحيوية} = \frac{\text{عدد الأفراد الجدد المنتجة}}{\text{الزمن}}$$

ومن الجدير بالذكر أن معدّل النمو أو الزيادة الحقيقية للجماعة مرتبط بمجموعة من عوامل الوسط الجغرافي التي تحد من الزيادة كعدم توفر الغذاء الكافي، والأمراض المختلفة، وحوادث التطفل، والافتراس وغيرها ... فزيادة عدد أفراد الجماعة إذا لم يكبح فإنه سيتم وفق متوالية هندسية، حيث تتزايد الجماعة بالسرعة التي تستطيعها إذا لم تُقاوم من عوامل أو شروط الوسط الجغرافي.

ب . معدل الوفيات (Mortality): عدد الأفراد الذين يموتون في جماعة ما في فترة زمنية محددة، وتحدث الوفيات لأسباب فيزيولوجية Physiological mortality الشيخوخة وهي ثابتة، أو لأسباب بيئية Ecological mortality معينة وهي غير ثابتة، كموجات الحر والبرد، والجفاف، والبراكين، والزلازل وغيرها، ولابد من التمييز بين العمر النظري (درجة التعمير النظرية) ودرجة التعمير الفعلية (الحقيقية). **فدرجة التعمير النظرية:** هي طول مدة الحياة للأفراد تحت الشروط البيئية المثالية، أي أن الوفاة تحدث نتيجة الشيخوخة وليس بسبب عوامل الوسط. أما **درجة التعمير الفعلية:** المدة الفعلية لطول حياة الأفراد تحت ظروف الوسط الطبيعية، وهي ليست ثابتة أي أن الأفراد يموتون بسبب تداخل عوامل الوسط. وعندما تُحدد أعمار مختلف الأفراد في مجموع ما، فإنه يمكن أن نحصل على ما نسميه جداول الحياة Life tables، فهي تشير إلى نماذج الوفيات، ووقت حدوث الوفيات، وعدد تلك الوفيات، ونوع الوفيات وأسباب ذلك. ومن بيانات جداول الحياة يمكن رسم منحنيات البقاء. **منحنيات البقاء** هي تمثيل بياني يُعبر عن عدد الأفراد الباقية على قيد الحياة في الجماعة خلال مدة من الزمن. وبشكل عام يوجد ثلاثة أنواع أساسية لمنحنيات البقاء كما في الشكل .٣٢. أنواع منحنيات البقاء:

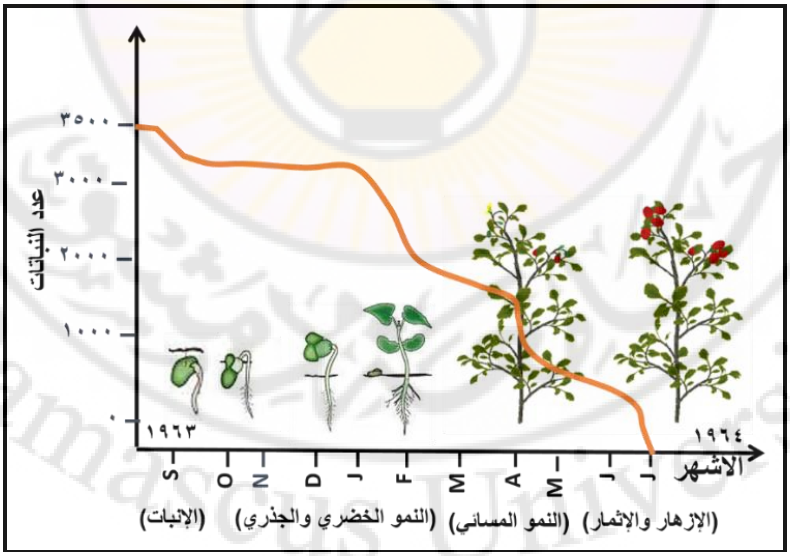
- **نمط المنحنى الهابط:** حيث تتميز أفراد تلك المجموعة بوفيات كبيرة في المراحل الفتية، لتقل بعدها الوفيات ولكنها تتم بصورة بطيئة والمنحنى هابط. مثل المحارات ذوات المصراعين، والكثير من الطيور والأسماك واللافقاريات.
- **نمط المنحنى المستقيم** كما في حالة الهيدرا[١] Hydra يتميز أفراد تلك المجموعة بأن معدل الوفيات يبقى ثابتاً طيلة فترة الحياة وعندها يكون المنحنى على شكل مستقيم.
- **نمط المنحنى الصاعد** في حالة ذبابة الخل وتتميز أفراد تلك المجموعة بوفيات قليلة في المراحل الفتية، لتزيد بعدها الوفيات ولكنها تتم بصورة بطيئة والمنحنى الصاعد.

١ . الهيدرا حيوان صغير من الجوفمعويات، ويكثر في مياه البرك العذبة، طوله من ٢ إلى ٢٠ ملم، ويرتبط بالأعشاب المائية والحجارة بواسطة مادة لاصقة تنتجها قاعدته القرصية، للهيدرا قدرة على إعادة توليد جسد متكامل من أي قطعة صغيرة يتم اقتطاعها من الجسد الرئيس.



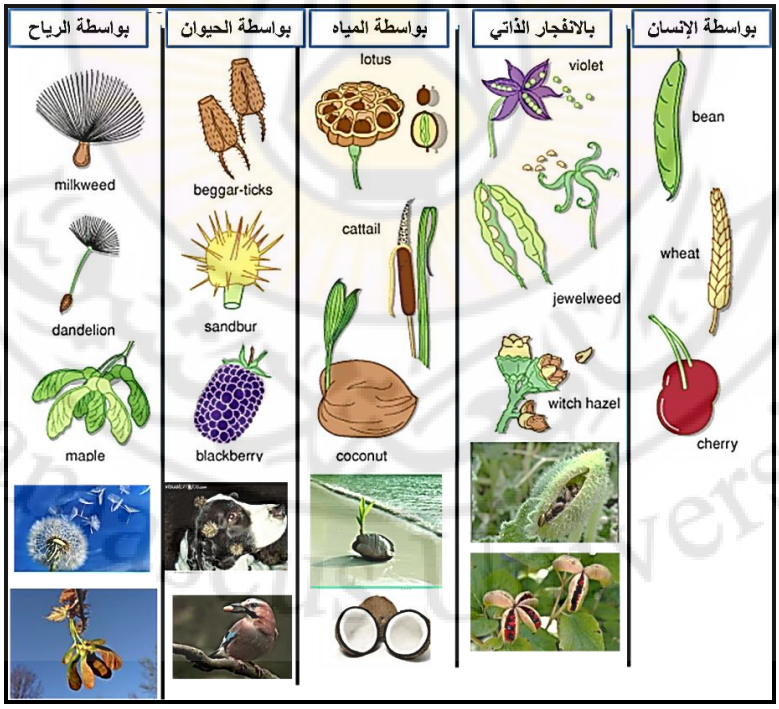
الشكل .٣٢. أنواع منحنيات البقاء

وقد تبدي الكائنات الحية مراحل متوسطة بين المنحنيات الأساسية، فبعض النباتات تظهر خصائص المنحنيات الثلاثة خلال دورة حياتها، مثل النباتات الحولية الشتوية في صحراء نيفادا، كما في الشكل .٣٣. منحنيات البقاء للنباتات الحولية.



الشكل .٣٣. منحنيات البقاء للنباتات الحولية الشتوية في صحراء نيفادا

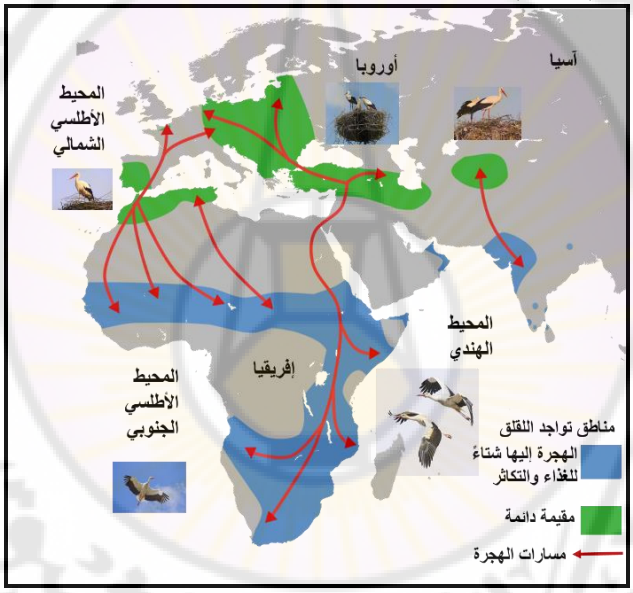
د . انتشار الجماعة الحيوية Population dispersal (الهجرة): تتحرك الأفراد المكونة لجماعة حيوية معينة من وإلى وسط المعيشة، وهذا ما يعرف بالانتشار، حيث تنتقل خلاله الكائنات الحية إلى الأماكن التي توفر لها ظروفاً معيشية أفضل، إن ظاهرة ترك منطقة النشوء والتحول إلى مناطق أخرى جديدة ومختلفة عن المناطق الأصلية تسمى **الانتشار** dispersal أو **الهجرة** migration، حيث تنتشر البذور النباتية بطرق متنوعة قد تكون بذاراً خفيفة ريشية لها مظلات من شعر أو أجنحة يمكن أن تحملها الرياح وتنقلها من مكان الى آخر مثل القَيقب، والبذور ذات الزغب في نبات الطرخشقون، وشجرة الصفصاف، وقد تطفو على سطح المياه، وتنتقل بمساعدة المياه الجارية كما في جوز الهند، وتساعد الحيوانات كذلك في انتشار البذور، حيث تكون بذور بعض النباتات ذات أشواك أو مواد لزجة تعلق بفراء أو ريش الحيوانات، وتأكل الحيوانات أنواع عديدة من الثمار لكنها لا تهضم البذور، أو بوساطة (الانفجار) التبعثر لبذورها فعلى سبيل المثال تقذف ثمار نباتات البلسم بذورها لدى أدنى لمسة، كذلك الإنسان أسهم في نقل بعض الكائنات الحية من موطنها الأصلي إلى أماكن جديدة ويوضح الشكل ٣٤. طرق انتشار النباتات.



الشكل ٣٤. طرق انتشار النباتات

أما **الهجرة** migration فهي الحركة المباشرة من مكان لآخر، بمعنى هجرة الأفراد إلى خرج مناطق نشوؤها وعدم العودة إليها، أو هجرة الأفراد إلى منطقة معينة لم تكن قد دخلتها من قبل. ويعد الانتشار من العوامل التي تحدد نمو الجماعة الحيوية، وكثافتها، فعلى سبيل المثال التزاحم يجعل المكان والغذاء غير كافيين فيدفع الكائن الحي إلى البحث عن غذاء أفضل ومكان أوسع. وهناك عدة **أشكال حركة الهجرة هي:**

١. الهجرة الدورية: حيث تتحرك الحيوانات دورياً، أو فصلياً استجابة لتغيرات مناخية، أو لتوافر الغذاء، أو لتأمين تكاثرها. كهجرات طائر اللقلق الأبيض الذي يمضي الربيع والصيف في شمالي قارة أوروبا، وشتاءً في جنوبي قارة إفريقيا، وتوضح الخريطة . ٣. الهجرة الدورية لطائر اللقلق.



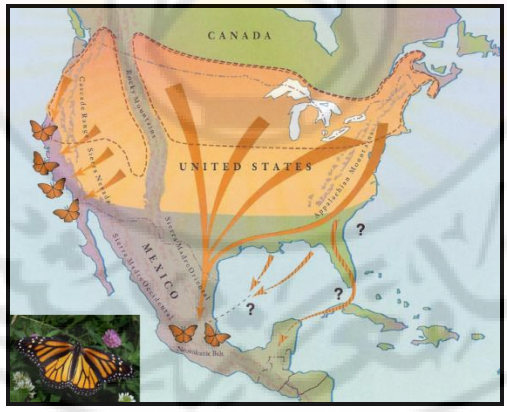
الخريطة .٣. الهجرة الدورية لطائر اللقلق الأبيض

وقد تتطلب الهجرة الدورية كامل حياة الحيوان كما في هجرة أسماك السلمون الأحمر في المحيط الهادئ الذي يلد في أعالي مجاري الأنهار، وبعد سنوات عديدة، تعود إلى الأماكن التي ولدت فيها في أعالي مجاري الأنهار للتكاثر ثانية قبل موته. الخريطة .٤. الهجرة الدورية لأسماك السلمون.



الخريطة .٤. الهجرة الدورية لأسماك السلمون

والهجرة السنوية للفراشات الملكية في أمريكا الشمالية، فالفراش الملكي لا يستطيع احتمال برودة فصل الشتاء في أمريكا الشمالية، لذا تهاجر نحو أماكن أكثر دفئاً، في جبال المكسيك وكاليفورنيا، وتستغرق رحلتها ما بين ٨ إلى ٩ أشهر. ويوضح الخريطة .٥. الهجرة الدورية للفراشات الملكية في أمريكا الشمالية.



الخريطة .٥. الهجرة الدورية للفراشات الملكية في أمريكا

٢. **الهجرة باتجاه واحد خارج الجماعة الحيوية** أي ترك الأفراد لمكان تواجد الجماعة.

٣. **الهجرة باتجاه واحد داخل الجماعة الحيوية** عدد الأفراد الذين ينضمون إلى الجماعة ويدخلونها.

٤.١.١.٤. متغيرات الجماعة الحيوية: هي الكثافة، ونموذج التوزع، والتركيب العمري، وشكل النمو، هذه المتغيرات تختلف مكانياً وزمانياً، وسبب الاختلاف يعود إلى تأثر هذه المتغيرات بفعاليات الجماعة الحيوية معدل الولادة، ومعدل الوفاة، والانتشار.

أ . كثافة الجماعة الحيوية (حجم الجماعة): الكثافة هي عدد الأفراد أو الكتلة الحية في وحدة المساحة أو الحجم خلال فترة زمنية محددة.

$$\text{الكثافة الحيوية} = \frac{\text{عدد الأفراد أو الكتلة الحية}}{\text{المساحة أو الحجم}}$$

وتتحدد صفة الكثافة بأربعة عوامل هي: الهجرة الداخلية، والهجرة الخارجية، والولادات، والوفيات. إن العوامل التي تزيد من الكثافة الحيوية هي الولادات والهجرة الداخلية في حين العوامل التي تنقص من الكثافة هي الوفيات والهجرة الخارجية.

العوامل المؤثرة في كثافة الجماعة (حجم الجماعة):

١ . **الظواهر الطبيعية:** مثل التغيرات المناخية (الجفاف، والفيضانات، وارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة، والأعاصير).

٢ . **تغيير الإنسان لمعالم سطح الأرض:** التي أدت إلى تحديد حجم الجماعة الحيوية مثل بناء السدود، وتحويل مسار الماء، وإدخال أنواع دخيلة، والتلوث.

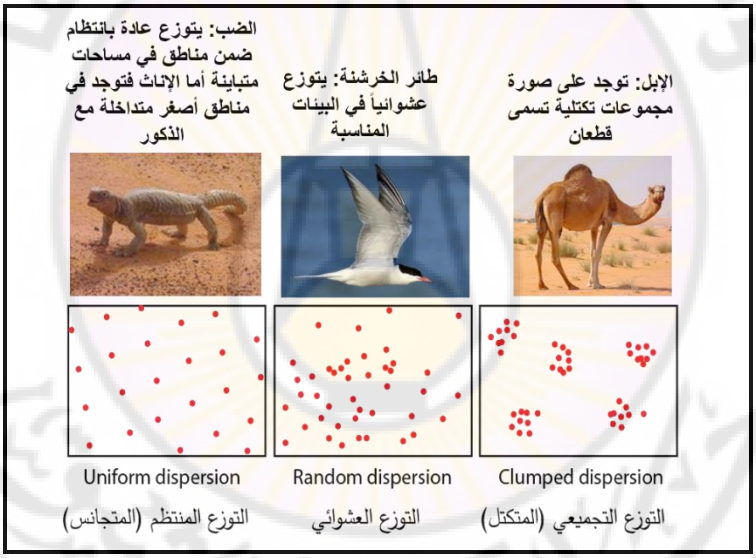
٣ . **عوامل حيوية،** ومن أمثلتها **الافتراس:** أظهرت الدراسات أنه كلما زاد عدد الذئاب قل عدد الغزلان والعكس صحيح. **المرض:** ينتشر بسرعة وسهولة عندما يكون عدد افراد الجماعة كثيراً وكثافتها كبيرة. **التنافس:** نتيجة زيادة حجم الجماعة الحيوية وقلة الموارد الطبيعية، يؤدي إلى انخفاض الكثافة نتيجة المجاعات، أو الهجرة.

ب . التوزع المكاني للجماعة الحيوية Dispersion: إن الأفراد التي تُكَوِّنْ جماعة معينة تتوزع في المكان بأنماط مختلفة تعكس ردود فعل هذه الأفراد تجاه التأثيرات الخارجية المختلفة مثل البحث عن الغذاء أو نتيجة للتنافس. من المفيد معرفة نمط توزع الكائنات الحية لاسيما عندما يراد تقدير كثافة الجماعة.

١. التوزع المنتظم (المتجانس) Uniform: الانتشار بمسافات متساوية تقريباً، ويُعد التوزع المتجانس نادر الحدوث في الطبيعة، وهو ينتج عادة عن تنافس شديد بين أفراد الجماعة، كما هو الحال بالنسبة لتوزع **الضب** الذي يتميز بأنه يعيش منفرداً وبالتالي يكون توزيعه متجانساً.

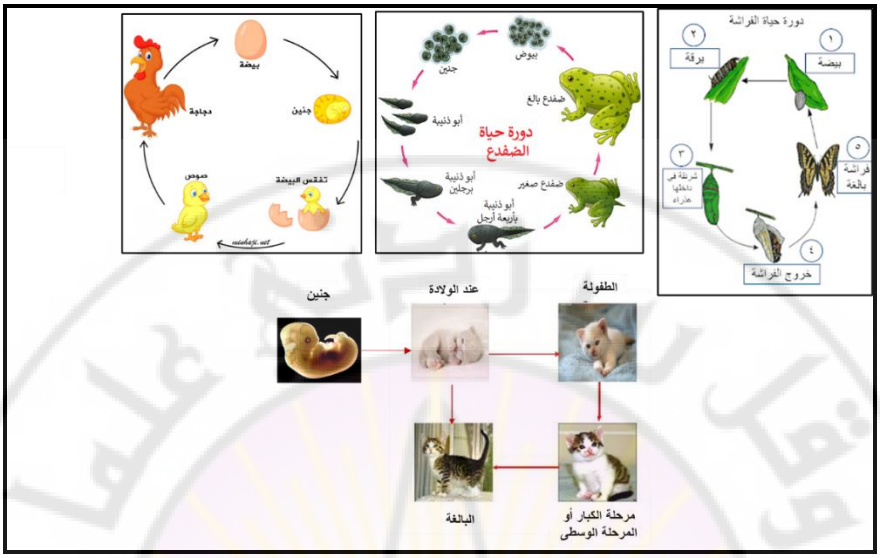
٢ . **التوزع العشوائي Random:** يقال عن أفراد جماعة ما بأنهم متوزعون عشوائياً عندما يكون تواجد أي فرد من الأفراد في مكان ما ليس له علاقة بتواجد الأفراد الأخرى كما هو الحال في توزع حشرة الأرضة pucerons في الحقل خلال الفترة الأولى من الغزو وعندما تكون الكثافة منخفضة. تكون بيوض الحشرات واليرقات الفتية الناتجة عنها موزعة بشكل عشوائي ولكن عندما تكبر اليرقات فإنها تميل إلى التجمع.

٣. **التوزع التجميعي (المتكتل) Clumped:** التوزع على شكل جماعات، هو أكثر الأنماط شيوعاً في الطبيعة للحيوانات والنباتات حيث أن افراد أي جماعة تميل إلى التجمع، وقد يرتبط هذه التكتل بالموارد البيئية، حيث تنتشر الأفراد في مناطق معينة متقاربة وبكثافة عالية وتخلو مناطق أخرى منهم كلياً. يوضح الشكل ٣٥. أنماط انتشار الجماعة الحيوية.



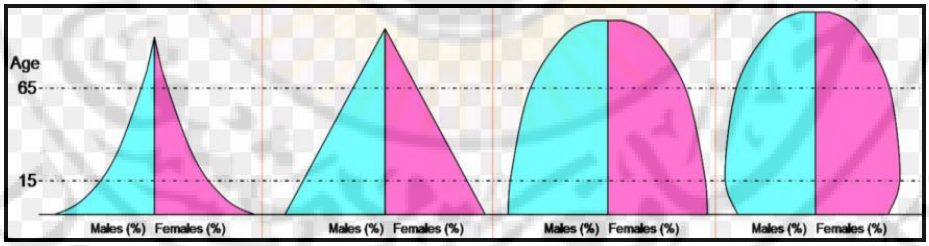
الشكل ٣٥. يوضح أنماط انتشار الجماعة الحيوية

ج . **التركيب العمري والنسبة حسب الجنس (نسبة الذكور والإناث) للجماعة الحيوية:** التوزع العمري (Age distribution): يوجد في كل مجموعة حيوية أعداد مختلفة من الأعمار بصورة طبيعية يعرف كل منها بالفئة العمرية (أجيال جديدة، يافعون، بالغون، مسنون) ونسبة كل فئة إلى المجموع الكلي يسمى بالتركيب العمري، فمثلاً قُسمّت الحشرات في هذا المجال إلى مجموعة من الأطوار تبدأ بالبيضة ثم اليرقة التي تمر بمجموعة من الأعمار تتحدد بإنسلاخات لتتحول أخيراً إلى طور العذراء التي ستعطي الحشرة الكاملة. وكذلك الحال بالنسبة للضفدع، والطيور، والثدييات، يوضح الشكل ٣٦. التوزع العمري لبعض الجماعات الحيوية.



الشكل .٣٦. التوزع العمري لبعض الجماعات الحيوية

ويُعبر عن التوزع العمري للأفراد بأهرامات العمر وهي بيانات تعبر عن نسبة الأفراد في كل عمر حسب الجنس، ومن خلال البيانات يمكن إعطاء فكرة عن تركيب الجماعة فتية كانت أم كهلة. ومن خلال البيانات يمكن معرفة الأحداث التي تحيط بالجماعة الحيوية من حيث الزيادة أو النقصان والتنبؤ عن مستقبل الجماعة ويمكن أن نحدد أهرامات الأعمار حسب أحد النماذج المبينة في الشكل رقم .٣٧. نماذج أهرامات الأعمار.



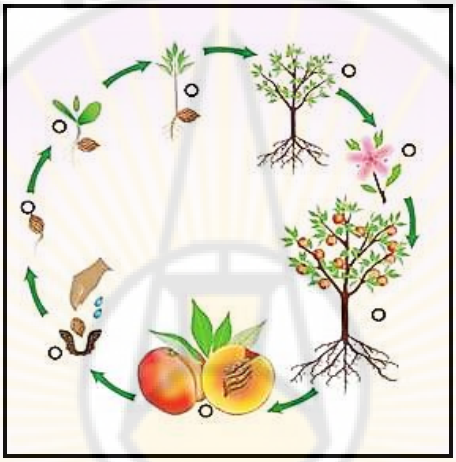
الشكل .٣٧. نماذج أهرامات الأعمار

أ: نموذج هرم قاعدة واسعة، نسب كبيرة من الصغار، ويشير إلى زيادة نسبة الأفراد الفتية أي أن الجماعة متزايدة وهي ذات نمو سريع، ويكون شكل الهرم مثلثي.

ب: نموذج الهرم جرسي يدل على نسبة متوسطة من الأفراد الفتية بالنسبة للأفراد الهرمين، وتميز الجماعات الثابتة عددياً.

ج: نموذج هرم قاعدة ضيقة (شكل نبات الفطر) متضمنة أفراداً معّمرة أكثر من الأفراد الفتية، ويدل على أن الجماعة متناقصة أو التي بطريقها إلى الزوال.

كما يُقسم علماء النبات فترة حياة النباتات إلى عدة مراحل تفيد في التنبؤ عن حالة الجماعة ضمن المجتمع النباتي، كالتالي: المرحلة الأولى مرحلة البذور الحية، المرحلة الثانية مرحلة البادرات، المرحلة الثالثة مرحلة الشباب، المرحلة الرابعة مرحلة النمو الخضري، المرحلة الخامسة مرحلة تمام النمو الخضري، المرحلة السادسة مرحلة بدء الإثمار، المرحلة السابعة مرحلة الإنتاج الأعظمي، المرحلة الثامنة مرحلة الشيخوخة. الشكل ٣٨. مراحل حياة النباتات



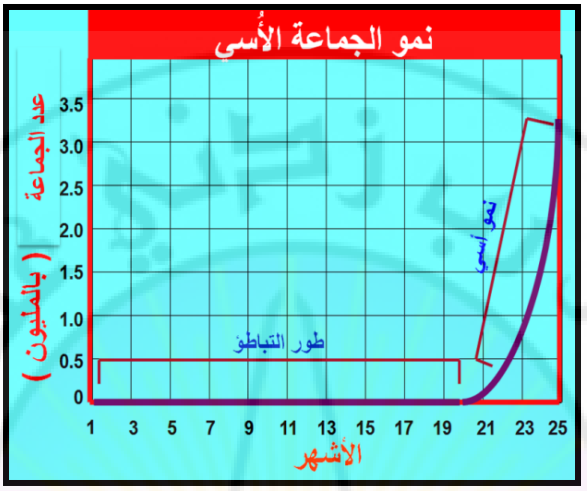
الشكل . ٣٨. مراحل حياة النباتات

لو أظهرت جماعة نباتية ما المراحل الأربع أو الخمس الأولى لأمكن القول إن هذه الجماعة نوع دخيل (غازية) للموقع. لو أبدت جماعة ما المراحل الثماني فنقول إنها جماعة متوازنة وقد تكون من نباتات الأوج. أما إذا أبدت جماعة المراحل الأربعة الأخيرة فتكون في مرحلة الانقراض.

د . شكل النمو في الجماعة الحيوية: تتميز كل مجموعة بشكل خاص من النمو، ومعرفة طبيعة النمو أو الزيادة في حجم أو أعداد الجماعات مهم لمعرفة مختلف العوامل المؤثرة في كثافة الأنواع، وتوزعها، وشكل النمو يُعبر عن الطريقة التي تزداد أو تنقص بها أعداد جماعة ما عبر الزمن. لفهم سبب نمو الجماعات يجب معرفة نموذجين رياضيين لنمو الجماعة الحيوية هما:

١. نموذج النمو الأسي: هو النمو الأسّي للكائنات الأحيائية، عندما تكون وفرة الموارد في الموطن، فهذا يؤدي إلى نمو الجماعة الحيوية التي تعيش في الموطن بطريقة أسّية أو هندسية، يدخل نمو الجماعة مرحلة بطيئة في البداية، ثم يتسارع معدل نمو الجماعة عند زيادة الأفراد

القادرين على التزاوج والإنجاب، وعندما يبدأ نمو الجماعة بسرعة يأخذ الشكل **حرف (J)** الذي يمثل النمو الأسي. كما هو موضح في الشكل .٣٩.



الشكل .٣٩. نموذج النمو الأسي للجماعة الحيوية

فإذا تصورنا مثلاً نوعاً ما من الحيوانات عدد الذكور مثل عدد الإناث في الصغار التي تبقى جميعها على قيد الحياة، وتكون مستعدة للتناسل تكون النتيجة ما يلي: في العام الأول ينتج الزوج من هذا النوع من الحيوانات ويكون عدد الجميع (٤) حيوانات، وفي العام الثاني يكون لكل من الاثنين صغيران وبذلك يصبح العدد (٨)، (٤) ذكور و(٤) إناث، وفي العام الثالث تنتج (٤) إناث (٨) صغار ويكون المجموع الكلي (١٦) وبذلك يتضاعف عدد هذه الحيوانات سنة بعد أخرى وفي السنوات المقبلة يتزايد هذا العدد إلى (٣٢، ٦٤، ١٢٨، ٢٥٦) وهكذا.

٢. نموذج النمو النسبي يحدث عندما يتباطأ نمو الجماعة أو يتوقف بعد النمو الأسي، عند قدرة الجماعة الاستيعابية أو حمولة الوسط، وتتوقف زيادة حجم الجماعة عندما يقل عدد الولادات عن عدد الوفيات، وعندما يزيد معدل الهجرة الداخلية على معدل الهجرة الخارجية، ويمثل نمو الجماعة بيانياً على شكل حرف **(S)** كما هو موضح في الشكل .٤٠. النمو النسبي للجماعة الحيوية.

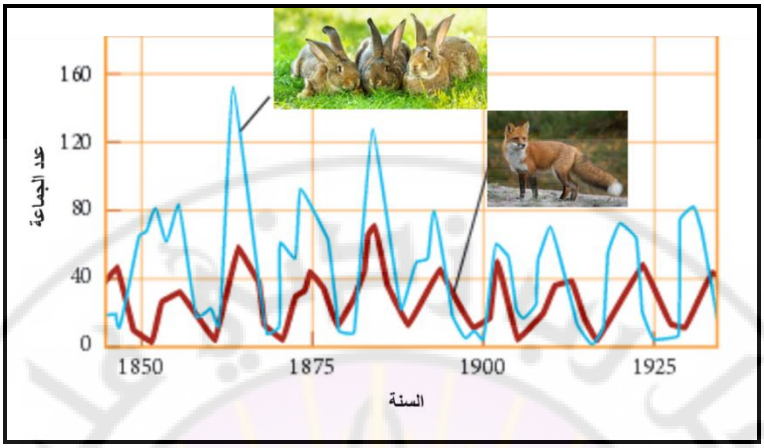


الشكل ٤٠. نموذج النمو النسبي للجماعة الحيوية

تتوقف مستويات النمو النسبي عند خط معين يسمى القدرة الاستيعابية، إن أغلب الجماعات الحيوية تنمو بشكل أسّي في بادئ الأمر، وهذا يشكل ضغطاً على موارد البيئة الغذاء وأماكن المعيشة، وتصبح الظروف غير مناسبة مما يحدد النمو، وهذا يؤدي إلى نشوء التنافس الحيوي بين أفراد الجماعة الواحدة، ويترتب على هذا زيادة في معدل الوفيات، ويقل بعدها معدل الولادة، وينشأ عن كل ذلك تباطؤٌ في نمو الجماعة إلى أن تصل إلى حالة من الاتزان يكون فيها عدد ما يضاف إليها يساوي تقريباً عدد ما يموت منها من أفراد الجماعة.

٤.١.١.٥. تأرجحات الجماعة الحيوية (التوازن في حجم الجماعة الحيوية) (القدرة الاستيعابية)**:**

تميل الجماعات الحيوية بشكل عام إلى الوصول إلى نوع من التوازن في منحنى النمو، وقد دلت العديدة من الدراسات أن كثافة الجماعة تتأرجح تحت وفوق الخط المقارب، (زيادة ونقصاناً)، فالجماعة الحيوية لا تتزايد بشكل مستمر، فهناك ضوابط لتحديد حجم الجماعة بما يتناسب مع حمولة الوسط وإمكانياته. ولتوضيح ذلك نورد المثال التالي: حقل تنمو فيه أعشاب، تعيش فيه أرانب، وثعالب، الأرانب تأكل العشب والثعالب تأكل الأرانب، إذا كثرت الأرانب لكثرة العشب، فإن أمرين يحدثان: الأول تقل كمية العشب لكثرة الأرانب، والثاني تفترس الثعالب كثيراً من الأرانب فيزداد توالد الثعالب ومن ثم يزداد عددها. وفي حالة قلة العشب فإن الأرانب يقل توالدها، ومع افتراس الثعالب لها يقل عددها أكثر، ولذا يقل غذاء الثعالب فيقل توالدها. ونظراً لقلة عدد الأرانب فإن العشب يكثر. وفي الدورة الثالثة يزداد عدد الأرانب لكثرة العشب، وتبعاً لذلك يزداد عدد الثعالب لكثرة عدد الأرانب، وهكذا تتكرر الدورات متعاقبة. الشكل .٤١. التوازن في حجم الجماعة الحيوية.



الشكل ٤١.١. التوازن في حجم الجماعة الحيوية

٢.٤. العلاقات الحيوية بين الكائنات الحية:

١.٢.٤. العلاقات بين كائنات حية تابعة لنوع واحد:

أ . التكاثر: يعد التزاوج من أهم العلاقات ضمن النوع لأنه الوسيلة لحفظ النوع واستمراره.

ب . العناية بالصغار: من أهم العلاقات ضمن النوع، وغالباً ما تقوم الأنثى بهذه الوظيفة، كما في حالة العديد من الثدييات، ولكن ذكور الكثير من أنواع الطيور تشارك الإناث في حماية البيض ورعاية الصغار.

ج . الحياة الاجتماعية: هناك العديد من العلاقات الاجتماعية في الطبيعة مثل العيش في جماعات، مثل حياة الحشرات الاجتماعية التي تعيش في مستعمرات، وتنقسم المستعمر إلى فئات تؤدي كل فئة وظيفة معينة، كالنحل، والنمل.

د . التنافس بين أفراد النوع الواحد: ينشأ التنافس بين أفراد النوع الواحد على المصادر الطبيعية مثل الغذاء والمكان وغيرهما كما يحدث التنافس على التزاوج.

هـ . الافتراس الذاتي: الافتراس ضمن النوع الواحد أو بين الأنواع القريبة بعضها من البعض، وهو عبارة عن قيام أفراد من نوع معين بافتراس باقي أفراد النوع نفسه، وهذه العلاقة شائعة عند أنواع الطيور، والقوارض والأسماك وبعض أنواع الحشرات.

و . التعاون ضمن النوع الواحد: رغم تنوع أنماط التعاون بين أبناء النوع الواحد وتعدد أشكالها فإن العلماء يقسمون أهدافها إلى قسمين هما الدفاع أو الحماية، والحصول على الغذاء والمأوى. من مظاهر تعاون الحيوان بغرض الدفاع مثلاً تحرك الطيور في أسراب، فالسرب الذي يطير

ضمنه الزرزور يتركون بينهم مسافات طويلة أثناء الطيران وإذا رأوا طائراً مفترساً يقترب كالصقر فسرعان ما يقللون ما بينهم من مسافات مقتربين بعضهم من بعض بتلك يقللون من إمكانية اقتحام الصقر للسرب. تعيش الذئاب ضمن عائلة واحدة تتألف من ذكر وأنثى وصغيرهما وربما واحد أو اثنين من ولادات سابقة، وكل الحيوانات البالغة تقوم بمهمة حماية الصغار، وأحياناً تبقى إحدى الإناث في الوكر لتقوم بمهمة الحاضنة لأحد الصغار طول الليل بينما تقوم الأم بالخروج إلى الصيد مع باقي أفراد الجماعة. والتعاون الحيوان من أجل جلب وتأمين الغذاء.

٢.٢.٤. العلاقات بين كائنات حية تابعة لأنواع مختلفة:

تُعرف المجتمعات الحيوية على أنها تجمعات لكائنات حية تنتمي لأنواع مختلفة، وتعيش بعضها مع بعض تحت ظروف طبيعية معينة، وتحصل بينها علاقات متبادلة منها:

١.٢.٢.٤. التكاثر والانتشار: يتطلب تلقيح العديد من النباتات الزهرية وجود حيوانات متحركة لنقل حبوب اللقاح، كالطيور والحشرات، كما تعتمد العديد من النباتات على بعض أنواع الحيوان في الانتشار، وعلى سبيل المثال تتغذى بعض الطيور على الثمار وتخرج البذور مع الفضلات في مكان آخر، وبهذا ينتشر النبات في مكان جديد، وتلتصق بذور بعض النباتات بفراء الحيوانات، ومع انتقال الحيوان إلى مكان آخر تنتقل البذور لتثبت في مكان بعيد عن النبات الأم.

٢.٢.٢.٤. الحياد Neutrality: هذه الحالة نادراً ما توجد في الطبيعة، فهذه العلاقة تعني عدم تأثر نمو جماعة ما نتيجة جوارها أو مرافقتها لجماعة أخرى. وهذه الحالة مثالية لذلك قلما توجد في الطبيعة.

٣.٢.٢.٤. التنافس Competition: يُعرف التنافس بأنه علاقة متبادلة ضارة بين نوعين أو أكثر وفي هذه الحالة يمكن تمييز نوعين منه:

أ . تنافس مباشر(التنافر) (التضاد): وهذا النمط من العلاقة معروف بخاصة لدى النباتات، ويقوم فيه نوع ما بالحد من نمو وانتشار النوع الآخر عن طريق تحويل الوسط لمصلحته وذلك عن طريق إفراز مواد كيميائية وهي سامة. مثلاً جذور نبات الهندبة الوبرية تفرز مادة سامة تسمح لها بإزالة النباتات الحولية والسيطرة بشكل كامل على مساحات واسعة. التنافر في الأوساط المائية حيث تفرز بعض الأشنيات مواد كيميائية سامة في الماء تسبب تسمم الحيوانات المائية والماشية التي تشرب من هذا الماء، كما يوجد شكل من التضاد ما بين النباتات والعواشب حيث تحوي النباتات مواد سامة وبالتالي تمنع الحيوانات من التغذي على هذه النباتات.

ب . تنافس غير مباشر: وهو التنافس الحقيقي وهو تزاحم نوعين أو أكثر على نفس المورد في البيئة كالغذاء أو مكان الإباضة أو مكان الراحة.

٤.٢.٢.٤. التعايش Mutualism: علاقة بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين، يعود النفع كله على أحد الشريكين ويسمى متعايش، ولا يعود أي نفع أو ضرر على الآخر ويسمى مضيف، ومن أبرز الأمثلة على التعايش:

- **ارتباط شقائق النعمان(الأنيمون) anemon نوع من المرجان بالسرطان الناسك Hermit Crab** حيث يثبت شقائق النعمان جسمه فوق محار السرطان الناسك، ويضمن الانتقال وتزداد فرصته في الحصول على الغذاء، أما السرطان فلا يحصل على أية فائدة أو يقع عليه أي ضرر من جراء العلاقة.
- **العلاقة بين سمك الريمورا Remora المسمى بقمل القرش وأسماك القرش** يستعمل أسماك قمل القرش مصات لتثبيته على جسم القرش ما يضمن له الانتقال مع القرش وعدم التعرض لأي اعتداء، والحصول على بعض بقايا الطعام المتبقي من سمك القرش.
- **العلاقة بين طائر القراد وحيوان وحيد القرن** حيث يقع طائر القراد على ظهر وحيد القرن ليتغذى على القراديات الموجودة على جلد وحيد القرن فهو يستفيد الغذاء والتنقل والحماية بينما يستفيد وحيد القرن تخليصه من القراديات وتنبيهه عند الخطر بسبب حذر الطيور.
- **العلاقة بين نوع من طائر الزقزاق والتمساح** حيث يقوم التمساح بفتح فمه ليسمح للطائر بالتغذية على الغذاء الملتصق بأسنانه ولثته والتمساح يستفيد تنظيف أسنانه. الصورة ٢٩. علاقة التعايش بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين.



الصورة ٢٩. علاقة التعايش بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين

النباتات المتسلقة يمكن أن ينمو بجانب الأشجار نباتات تتسلق على ساق الأشجار لتصل إلى الضوء، مثل نبات **العشقة المتسلقة** أو اللبلاب السام Hedera helix الذي يتسلق على أشجار السنديان والهدف من التسلق هو تعريض النباتات المتسلقة نفسها للضوء أو الرطوبة الجوية. يستفيد النبات المتسلق من الشجرة للوصول إلى الضوء في حين لا تستفيد الأشجار من النبات المتسلق ولا تتضرر منه. الصورة ٣٠. علاقة التعايش بين النبات المتسلق والأشجار



الصورة ٣٠. علاقة التعايش بين النبات المتسلق والأشجار

٤.٢.٢.٥ـ التكافل Symbiosis والتعاون Mutualism:

أ . التكافل Symbiosis: في هذا النوع من العلاقات تزوّد الكائنات الحية بعضها بعضاً بالاحتياجات المختلفة اللازمة لعيشها وبقائها، وجميع الكائنات التي تشارك في هذه العلاقات تجني فائدة منها ولا يلحق ضرر بأي من الكائنات، ويمكن أن تكون هذه العلاقة ضرورية للنوعين (مجبرة) لا يستطيعان الاستغناء عنها أو اختيارية، ومن أبرز الأمثلة على علاقة التكافل:

العلاقة بين سمكة الغوبي مع الروبيان (القريدس): تعيش سمكة الغوبي (goby fish) مع القريدس في ذات الجحر، يقوم القريدس (shrimp) بحفر وتنظيف الجحر الذي يعيشان به معاً في الرمل، والقريدس ضعيف البصر ما يجعله فريسة سهلة، تقوم سمكة الغوبي بلمس القريدس بوساطة ذيلها لتنبهه في حالة الخطر وعند حدوث ذلك، يتراجعا لداخل الجحر ويختبئان.

التثبيت التعايشي للنتروجين: العلاقة بين نبات الفول والبكتيريا العقدية حيث يزود الفول البكتيريا العقدية بالسكريات الناتجة عن عملية التركيب الضوئي بينما تقوم البكتريا بتثبيت النتروجين.

العلاقة بين النمل وأشجار الأكاسيا ذات الأشواك المنتفخة: يقوم النمل ببناء أعشاشه حول جذع الشجرة ويتغذى على الرحيق المفرز من الغدد الرحيقية الورقية، وبالمقابل تقوم الشغالات بحراسة النبات ومهاجمة جميع الحشرات والفطريات التي تقترب من الشجرة، كما تنظف الأعشاب حول سوق الأشجار بحيث يحميها من خطر انتشار الحرائق الموسمية. وتهاجم الفيلة لمنعها من التهام قشرة الشجرة. الصورة ٣١. علاقة التكافل بين الكائنات الحية.



الصورة .٣١. علاقة التكافل بين الكائنات الحية

ب . التعاون Mutualism : يمكن أن يتعاون الحيوان مع حيوانات أخرى من غير نوعه. ومن أبرز الأمثلة على ذلك التعاون:

- **التعاون بين الطائر الإفريقي المعروف بالدُّبسي (مرشد العسل) وبين حيوان البادجر** (عَنّاق الأرض). فالدُّبسي لا يأكل العسل بل يتغذى على الشمع فقط، ويمكنه رصد مواقع أعشاش النحل بسهولة، لكنه لا يستطيع دخولها لأن معظم أنواع النحل البري تبني أعشاشها في تجاويف شبه مغلقة بجذوع الأشجار لا تتسع أبوابها إلا لدخول النحلة الصغيرة. أما عَنّاق الأرض فهو حيوان ثديي يعشق العسل، وله مخالب قوية يمكنه أن يحطم بها قلف الأشجار ويقتحم أعشاش النحل بشرط أن يرشده أحد إلى مكانها. ولهذا فإن الطائر يقوم بالبحث عن أعشاش النحل، وحالما يعثر على أحدها يسارع إلى أقرب عَنّاق فيلفت انتباهه بإشارة صوتية معينة يفهمها الحيوان على أنها اتبعني. وعلى الفور يتحرك عَنّاق الأرض إلى المكان المقصود، يُصدر في الجو رائحة تنفر النحل وتدفعه إلى الهرب، ثم ينقض على العش محطماً جدرانه ويأخذ في التمهم العسل بينما ينتظر الدبسي حتى يشبع عَنّاق الأرض من العسل لينال وجبته.
- هناك تعاوناً بين **الزرافة والفيل**، فالفيل لديه حاسة سمع قوية وآذانه الواسعة تعد راداراً لاقطاً لأي صوت مقابل حاسة بصر ضعيفة، أما الزرافة فلها حاسة بصر قوية وتعد كمراصد مرتفعة للمراقبة، وعندما تتحد جهود الفريقين لا يغلبان لا من نظر ولا من سمع ولا يمكن الاقتراب من قطعانهما. الصورة .٣٢. علاقة التعاون بين الكائنات الحية.



الصورة .٣٢. علاقة التعاون بين الكائنات الحية

٦ـ٢.٢.٤. التطفل Parasitism:

التطفل علاقة بين نوعين من الأحياء لمصلحة أحد الطرفين على حساب الطرف الآخر. ويطلق مصطلح متطفل Parasite على الكائن الحي الذي يتغذى على نوع آخر من الكائنات الحية، بدون أن يسبب الموت الفوري للعائل Host الطرف الذي يقدم الغذاء. وفي علاقة التطفل إذا مات العائل يموت المتطفل أيضاً ما لم يجد عائلاً آخر يتطفل عليه. ومن أبرز الأمثلة على التطفل: الفيروسات، والبكتيريا، والفطريات، والديدان، والحشرات، والعناكب، والنباتات كالحامول المتطفل على البرسيم، والهالوك المتطفل على الفول، والدبق المتطفل على الصنوبر. الصورة ٣٣. علاقة تطفل النباتات



الصورة ٣٣. علاقة تطفل النباتات

كما تختلف الطفيليات بحسب مكان وجودها عند المضيف، فهناك **طفيليات خارجية** تعيش على السطح الخارجي للمضيف، تمتص دم الكائن الحي لتتغذى، وغالباً مؤقتة مثل: تطفل القراد أو البعوض أو القمل على جسم الإنسان، وسمك اللامبيري عديمة الأسنان تمتص دم السمك، **وطفيليات داخلية** تستطيع العيش في مختلف أجواف الجسم والنسج وضمن الخلايا، وتظل داخل جسم الكائن الحي وأنسجته وتموت معه مثل ديدان الإسكارس أو الدودة الشريطية، ودودة الفلاريا التي تسبب مرض الفيل وغيرها، وتشارك العائل الغذاء المهضوم، أو تتغذى على محتويات الخلايا. الصورة ٣٤. طفيليات خارجية



الصورة ٣٤. طفيليات خارجية

هنالك نوع آخر من التطفل يدعى **التطفل الاجتماعي social parasitism** بعض الأحياء تعتمد في حياتها على أنواع أخرى مثال : بعض أنواع الطيور تقوم بإلقاء بيوضها في أعشاش أنواع أخرى من الطيور وبذلك تضمن من إكثار نوعها بسهولة ودون عناء ويطلق عليه اسم **التطفل في الحضانة** الذي تمارسه العديد من أنواع طيور **الوقواق** وطيور **البقر**، حيث لا تبني هذه الطيور أعشاشاً لنفسها، ولكنها تودع بيضها في أعشاش أنواع أخرى من الطيور، وفي هذه الحالة يتصرف الطير العائل على اعتبار أنه حاضن البيض ويتولى رعايته حتى يفقس ويربي الأفراخ كما لو كانت أفراخه، الصورة .٣٥. التطفل الاجتماعي لطيور الواقواق.



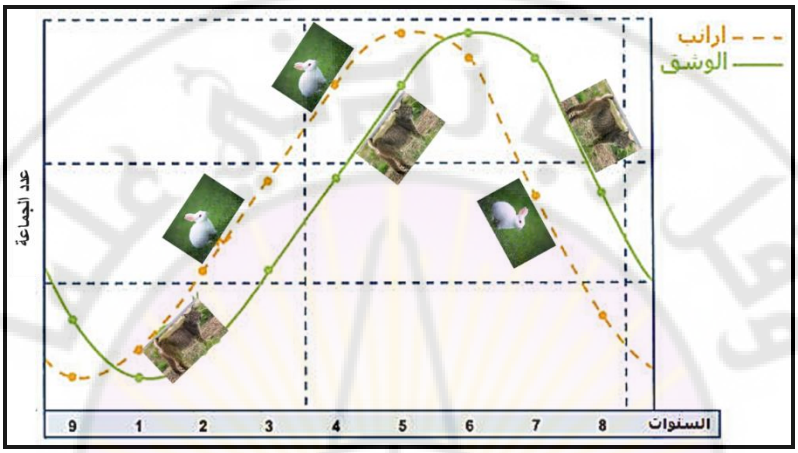
الصورة .٣٥. التطفل الاجتماعي لطيور الواقواق

٤.٢.٢.٧ـ الافتراس Predation:

يعد الافتراس شكلاً من أشكال انتقال الطاقة، فالافتراس علاقة بين كائنين حيين مختلفين أحدهما المفترس والآخر الفريسة، وغالباً تكون المفترسات أكبر حجماً من الفرائس التي تلتهمها، ومن الأمثلة الغزلان والأرنب والحشرات. (مفترسات الأعشاب) تفترس النباتات. والأسود والفهود (آكلة اللحوم) تفترس الغزلان والأغنام.

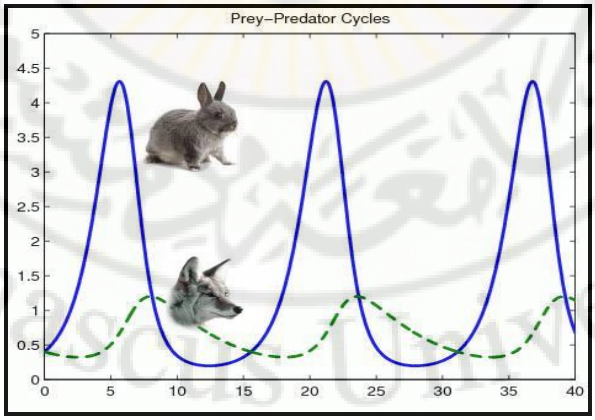
لا يقتصر الافتراس على الحيوانات فقط، ولكن بعض النباتات لا تستطيع امتصاص النيتروجين من التربة لتكوين البروتينات اللازمة لها. لذلك تلجأ لافتراس الحشرات لتحصل منها على النيتروجين، تُعرف بالنباتات آكلة الحشرات مثل: الديونيا Dionaea، ونباتات القدر، وحامول

الماء. ويمكن شرح العلاقة القائمة بين المفترس والفريسة حسب نموذج لوتكا فولتترا Lotka Volterra، والمعروفة بمعادلة المفترس والفرائس، ويبين الشكل .٤٢. العلاقة بين المفترس (الوشق) والفريسة (الأرنب).



الشكل .٤٢. العلاقة بين المفترس (الوشق) والفريسة (الأرنب)

من خلال الشكل نلاحظ: أنه كلما ازداد حجم الجماعة المفترسة فإن أعداد الجماعة الأخرى (الفريسة) يقل تدريجياً إلى مرحلة تنعكس فيها الحالة. فتبدأ أعداد الجماعة المفترسة بالتناقص التدريجي وفي هذه الأثناء تتكاثر أعداد الفريسة لتوفر الغذاء وهكذا تستمر الدورة إلى ما لا نهاية. حيث يُظهر الشكل .٤٣. علاقة متذبذبة بين عدد الأرانب وعدد ذئب البراري.



الشكل .٤٣. الدورة بين أعداد الفريسة وأعداد المفترس

يلعب المفترس دوراً بيئياً في حياة الفرائس كونه عنصراً فعالاً في عملية الاصطفاء الطبيعي لجماعة الفرائس وذلك بتخليص القطيع من الأفراد الضعيفة والمريضة، وبذلك يقوم بتركيز الصفات الجيدة في القطيع للوصول إلى الفرد القادر على التأقلم والاستمرار في المعيشة.

٤.٢.٢.٨ـ الترميم Saprophytism:

هي علاقة غذائية بين كائنين أحدهما حي ويُسمي المترمم والأخر ميت، وتحصل فيها الكائنات المترممة على غذائها بتحليل البقايا العضوية والأجسام الميتة. وهناك رميات **حيوانية** مثل بعض أنواع الديدان، ورميات **نباتية** مثل نبات الغليون الهندي مونتروبا يونيفلورا Monotropa uniflora، و**الفطريات** مثل عيش الغراب Mushroom المشروم)، وفطر عفن الخبز. الصورة ٣٦ـ رميات نباتية.



الصورة ٣٦ـ رميات نباتية

ومن خلال هذه العلاقة يتخلص الإنسان من المواد العضوية الميتة وإزالة الفضلات وزيادة خصوبة التربة.

خامساً . العوامل البشرية المؤثرة في توزع الكائنات الحية:

يُسهم الإنسان كعامل حيوي بصورة أو بأخرى في تشكيل الصور الحيوية، لتعاظم تأثيره في المحيط الحيوي بشكل واضح، وليس ثمة شك في أن المحيط الحيوي لم يعد بعيداً عن متناول الإنسان الذي أحدث الكثير من التغير، والتحوير، والتبديل، بل التدمير في أحيان كثيرة، ولهذا إذا كانت كلمة نبات طبيعي يقصد بها النباتات التي تنمو طبيعياً دون أي تدخل من جانب الإنسان، فإننا يمكن القول بأن الكثير ما يسمى نباتات طبيعية لم تعد في الوقت الحاضر نمواً طبيعياً خالصاً مائة في المائة. وإنما أصبحت بصمات الإنسان واضحة سواءً كانت بصمات إيجابية من خلال عمليات الاستزراع لنباتات المراعي، أو التشجير، وإدخال سلالات جديدة بهدف تطوير انتاج الغابة أو المراعي، أو بصمات سلبية مدمرة من خلال الضغط الاستهلاكي، وما يصاحبه

من تغير وتدمير للحياة النباتية والحيوانية، بما يلغي في كثير من الأحيان أثر العوامل الجغرافية الطبيعية السائدة في تحديد الحياة النباتية والحيوانية. مثال: لقد اختفت مناطق غابية كثيرة وحل محلها مناطق حشائشية، وأُجهدت منطقة حشائشية وحل محلها نباتات وشجيرات صحراوية.

من هذا المنطلق يمكن القول: إن مناطق الغطاء النباتي الطبيعي البكر التي لم يمسها الإنسان بالتغير والتبديل أصبحت محدودة، وتتركز في المناطق المنعزلة وغير المضيافة لوجود الإنسان ونشاطاته، مثل المناطق الداخلية والنائية من الغابات المدارية المطيرة في حوض الأمازون، وحوض الكونغو، وبعض المناطق الصنوبرية في شمالي كندا وسيبيريا، حيث لا تزال مساحات محدودة منها يتمثل فيها أوج النمو النباتي Climax، الذي يعبر عن النمو الطبيعي الذي لم يتأثر بتدخل الإنسان، وهذا يعني أن ظاهرة الأوج النباتي أصبحت قليلة الوجود وحل محلها الأوج النباتي الثانويDisclimax.

وما يقال عن النباتات يقال عن الحيوانات فكم أسهم الإنسان من خلال إفراطه في عملية الصيد (الصيد الجائر) في تعرض الكثير من الحيوانات لخطر الانقراض، وكما أسهم في تغيير ملامح بيئتها الأصلية، مما يضطر الكثير من الحيوانات إلى الهجرة والانتقال إلى مناطق جديدة. لكل هذا لا نستطيع أن نغفل أثر الإنسان كعامل حيوي مؤثر في البيئة الحيوية بشكل أو بآخر. فقد أدى تزايد السكان لاسيما في القرن العشرين (قرن الطفرة السكانية) إلى الضغط غير العاقل على موارد البيئة الحيوية، وقد أثر هذا بصورة أو بأخرى في التوزع الجغرافي للأحياء وأنواعها.

من كل هذا نرى أن الكائنات الحية تتأثر في وجودها وتنوعها وكثافتها وتوزعها وتطورها ... بالعوامل الجغرافية الطبيعية، وكشفت الدراسات أن النباتات أكثر تأثراً من الحيوانات بظروف هذه العوامل لمقدرة الحيوانات على الحركة والانتقال، والمناخ هو سيد العوامل الجغرافية وتأثيره إقليمياً بالدرجة الأولى، عكس العوامل الأخرى التي تعد محلية التأثير.

وقل رب زدني علما
Damascus University

الباب الثاني

الفصل الأول: الجغرافية النباتية (الفلورا)

الفصل الثاني الجغرافية الحيوانية (الفاونا)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول
الجغرافية النباتية

أولاً . مفهوم الجغرافية النباتية Phytogeography:

الجغرافية النباتية Phytogeography مصطلح اشتق من اليونانية، حيث phyto يعني النبات و geography تعني جغرافية. وهي علم قائم على ذاته له صلات مع كل من علم النبات وعلم الجغرافية ويدرس العلاقة بين النباتات من جهة والمكان من جهة أخرى في الماضي والحاضر، للتنبؤ بالتطورات المستقبلية للأنواع النباتية وبيئاتها، فالجغرافية هي العلم الذي يدرس توزع الأنواع النباتية على سطح الأرض ومناطق انتشارها، والقوانين الناظمة لهذا التوزع، وخصائص الموقع الجغرافي الموجودة فيها هذه النباتات، ومنطقة نشؤها، وكيفية تطورها، كما يدرس أسباب وجود النباتات في منطقة معينة دون غيرها وكم مضى عليها في تلك المنطقة، وما سرعة هجرة أفرادها وما هي الاتجاهات التطورية التي ترافق سلوكها.

لا تقتصر دراسة الجغرافية النباتية لتوزع النبات على الفترة الحالية بل تدرسها في الأحقاب الجيولوجية المختلفة، ومعلوماتنا عن توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية في تغير مستمر، وذلك لأن عدد كبير من الأنواع النباتية غير معروف حتى الآن وكل عام يكتشف الباحثون العديد من الأنواع النباتية. ففي القرن الثامن عشر حدَّد نحو٢٠ ألف نوع من النباتات أمَّا في القرن التاسع عشر فحدد ٤٠ ألف نوع، وتُقسم الجغرافية النباتية إلى:

جغرافية البيئة النباتية Ecological geography تدرس العلاقات والتأثيرات بين الأنواع النباتية والوسط المحيط لمعرفة الارتباط بين شكل ومساحة انتشار النوع والأحوال البيئية المحيطة.

جغرافية النبات التاريخية Historical geography تدرس أسباب وجود أنواع نباتية في حقبة زمنية معينة، وانقراضها في المنطقة نفسها والأسباب التي أدت لذلك، وتدرس الأسباب والعلاقات بين النباتات والوسط الجغرافي الطبيعي في العصور الجيولوجية القديمة.

جغرافية النبات الفلورية Floristic geography تدرس مجموعة من الأنواع التي تعيش في منطقة ما، وتستخدم لفظة الفلورا Flora لوصف النمو النباتي الطبيعي، وهو يختلف عن النمو النباتي المزروع من قبل الإنسان.

ثانياً . تطور علم الجغرافية النباتية:

نجد أولى المعلومات عن علم الجغرافية النباتية في كتابات **اليونانيين** وذلك قبل الميلاد، لكن لم تتعدى دراسة اليونانيين منطقة حوض البحر المتوسط، وعندما وصل الاسكندر المقدوني إلى الهند ٣٢٧ . ٣٣٤ ق.م، تمكن اليونانيون من الخروج من منطقة حوض البحر المتوسط، والتعرف على الغطاء النباتي لمناطق مختلفة (سهول آسيا الوسطى، والصحاري، والغابات الاستوائية في الهند)، وارتبط علم النبات عندهم بعلم الطب بسبب استعانتهم بكثير من الأعشاب والنباتات في معالجة مختلف الأمراض.

قام اليونانيين بإجراء أول دراسات علمية للنباتات، فقد جمع **أرسطو** الذي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد، معلومات عن معظم النباتات المعروفة آنذاك في العالم، ووصف النبات حيث يقول: إنه كائن بسيط يعتمد على نفسه في التغذية، غير متحرك، وليس له مركز إحساس، وإن كان يتأثر بدرجة الحرارة والبرودة، وتتغذى النباتات بوساطة جذورها من التربة، ولا تمييز فيها بين الجنسين، فليس فيها ذكر ولا أنثى، وقسم النباتات إلى أشجار وشجيرات وأعشاب ويُعد هذا التصنيف بدائي لأنه لم يرتكز على أسس علمية.

كما حاول **ثيوفراست** تلميذ أرسطو تصنيف النباتات وتسميتها، وذلك على أساس أشكالها وطرائق نموها، حيث جمع أنواعاً نباتية من مناطق مختلفة وقارنها مع بعضها وأشار إلى تأثير المناخ والتربة في النباتات . ووصف النباتات في كتاب أسباب النبات حيث يقول: أن هناك أصنافاً لها أزهار، وأن بعضها يعمر، وبعضها تصيبه العوامل والآفات فتهلكه، وأنه يتأثر بالماء والجفاف.

وفي عهد **الرومان** جمع **بلينيوس الأكبر** كل معارف عصره المتصلة بالنبات، وسجل العديد من الحقائق عن النباتات في مرجعه المكون من ٣٧ مجلداً والمسمى بالتاريخ الطبيعي.

ألّف **ألبيرت الكبير** ١٢٨٠.١٢٠٠م، موسوعة نباتية حقيقية وصف فيها مختلف أشكال الأوراق والأزهار والثمار، وقد ميّز بين الأشواك والقارصات والكأس والتويج، وشرح بنية البذور، ووضع الأجنة في البذور، وبَيَّن العلاقة بين درجة الحرارة والضوء ونضج عناقيد العنب.

بدأ الاهتمام بالأعشاب وظهرت **فترة العشابين Herbalists**، وانتشرت كتب الأعشاب الطبية التي تهتم بالنباتات كأطعمة وأدوية كما برز عدد من العلماء العرب الذين اهتموا بدراسة النباتات وخصائصها وتصنيفها وطرق تكاثرها.

في بداية القرن السابع عشر ظهر بعض العلماء وألفوا كتب عديدة اعتبرت خطوة مهمة في تقدم علم التصنيف النباتي منهم عالم النبات الإيطالي **أندرياس سيسالبينو A. Caesalpino**

١٥١٩ . ١٦٠٣م، يُعد أول مصنف نباتي، وقد أستند في تصنيفه للنباتات على أساس طبيعة النمو وأشكال الأثمار والبذور، وعالم النبات السويسري **كاسبار بوهان Gaspard Bauhin** ١٥٦٠ . ١٦٢٤ م صنَّف النباتات إلى أجناس وأنواع وابتكر التسمية الثنائية الجنس والنوع، قبل لينيوس.

يعد عالم النبات السويدي **كارلوس لينيوس Caroles Linnaeus** ١٧٠٧ . ١٧٧٨م أشهر من قام بتصنيف النباتات حيث وضع الأساس الصحيح لنظام التسمية الثنائية المعمول به حالياً .

يمكن أن ننسب تاريخ تشكل علم الجغرافية النباتية إلى سنة ١٨١٧م، وذلك عندما صدر كتاب عالم النبات الألماني **ألكسندر فون همبولت Alexander von Humboldt** بعنوان أفكار في علم الجغرافية، والذي كان ثمرة لرحلاته المتعددة، والتي مكنته من الاطلاع على نباتات مختلفة، وجمعها، وتنسب إليه أول دراسة فعلية للتفاعلات الموجودة بين الكائنات الحية وبيئتها، وعلاقة النباتات والمناخ، كما سعى إلى شرح التوزع الجغرافي لها مستنداً إلى المعطيات الجيولوجية.

وظهرت أعمال عالم النبات السويسري **أوغستان بيرام ديكاندول Da Candolle** في عام ١٨٥٥م، بكتاب عن الجغرافية النباتية، حاول ديكاندول فيه إيجاد العلاقة بين توزع النباتات والأحوال البيئية الحالية والقديمة، ويُعد تحليل أثر العوامل التاريخية في توزع النباتات الحالي من أهم الأفكار التي أتى بها ديكاندول، والتي ساعدت على تطور الجغرافية النباتية التاريخية .

تُعد أعمال عالم النبات الألماني **وغست هاينريش رودولف غريسباخ August Heinrich Rudolf Grisebach** للغطاء النباتي للكرة الأرضية ١٨٧٢م، من أهم الأعمال التي ظهرت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، فقد قسم فلورا الكرة الأرضية إلى ٢٤ منطقة جغرافية نباتية.

مرَّت الجغرافية النباتية في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بمرحلة ركود، وذلك بسبب تطور علم البيئة، وظهر الاهتمام بجغرافية البيئة النباتية، التي يبحث في العلاقات المتبادلة بين الوسط والنباتات، وتأثير الوسط على مورفولوجيا (شكل) وتشريح النبات، وتفسير ذلك عن طريق وظائف الأعضاء النباتية.

ومنذ أوائل القرن العشرين أصبحت الجغرافية النباتية تهتم بمجالين أساسيين هما: البيئة والنبات. فعلم البيئة يدرس مختلف العلاقات التي تربط الكائنات الحية بالوسط الجغرافي الذي تعيش فيه.

وعلم اجتماع النبات يهتم بتحديد مساحات تواجد الأنواع النباتية، والعوامل التي تتحكم بتوزعها الجغرافي، وتكوين المجتمعات النباتية وتطورها.

بدأ كثير من علماء النبات في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي باستخدام تقانات وراثية جديدة اشتملت على دراسات حول الحمض النووي الريبي، وقد مكَّنت هذه التقانات العلماء من تحديد أنواع النباتات، وتحديد علاقاتها بعضها مع بعض بدقة، ونادت هذه الفئة بأن يعمل علماء النبات على مراجعة تسمية النباتات وتصنيفها، وباستبدال تصنيف لينيوس بنظام التطور النوعي للنبات الذي يعتمد على علاقات التطور بين الكائنات الحية أينما وجدت.

أما الاتجاه العصري للجغرافية النباتية، فيركز على دراسة التجمعات النباتية، ومحاولة تفسيرها ودراسة العلاقة التي تربط هذه التجمعات النباتية بالوسط الطبيعي والبشري الذي تعيش فيه، وتعتمد في دراساتها للتجمعات النباتية، على الخرائط وعلى العمل الميداني، فالخرائط تساعد الدارس على التعرف على مجالات تواجد التجمعات النباتية، والتعرف على أنواع التشكيلات النباتية، والمساحات التي تشغلها هذه التشكيلات، وتطور هذه التجمعات النباتية. أما العمل الميداني فُيعد مكملاً ومدققاً لما هو على الخرائط، ويُمكّن الدارس من التأكد من المعلومات الموجودة على الخريطة وتحديثها، والتعرف بدقة، على الأنواع النباتية السائدة.

تختلف أهداف الجغرافية النباتية من الوجهة البيولوجية عن أهدافها من الوجهة الجغرافية. فالبيولوجيون يتوقعون أن تُسهم في تدعيم نظرية التطور، بينما يهدف البحث الجغرافي فيها إلى شرح خصائص النظم الجغرافية Geo systems وهي تحقق أغراضها عن طريق التعرف السليم على الكائنات الحية التي تسكن النظم الأرضية. وتشمل الجغرافية النباتية فرعين رئيسين هما:

أ . **الجغرافية النباتية المتخصصة:** التي تهتم بالعوامل الكامنة وراء هذا التوزع الغطاء النباتي سواء في وضعه الحالي أو العصور الجيولوجية السابقة، أي تدرس توزع النبات الطبيعي على سطح الكرة الأرضية وتشرح الخصائص الطبيعية التي أدت إلى هذا التوزع وتتعمق دراستها لغايات علمية واقتصادية، وتقدم المادة للفرع الثاني الجغرافية النباتية العامة.

ب . **الجغرافية النباتية العامة:** تهتم بدراسة أشكال النمو النباتي على سطح الكرة الأرضية، وتوزع المجموعات النباتية في أقاليمها وبيئاتها الخاصة.

ولعلم الجغرافية النباتية صلات مع علوم أخرى، وقد أدرك ذلك علماء النبات فكان منهم الرواد الأوائل لعلم الجغرافية النباتية، ومن العلوم التي لها علاقة بالجغرافية النباتية نذكر:

- **علم الشكل الظاهري Morphology**: يدرس الشكل الخارجي للنبات، ويعتمد على التمييز بين النباتات المختلفة على شكل أعضاء الزهرة، والأوراق، والتفرع، والجذور.
- **علم التشريحي للنبات Anatomy**: يعتمد على علوم الأنسجة والخلايا، واستناداً لهذه المعلومات قسمت المملكة النباتية إلى نباتات وعائية ولا وعائية، وكذلك عرفت الفروقات بين ذوات الفلقة والفلقتين ومعراة ومغطاة البذور.
- **علم المستحاثات (الحفريات) النباتية Palenobotany**: يعد من العلوم المهمة في تحديد أوجه القرابة بين النباتات من خلال دراسة السجلات القديمة (المتحجرات)، ويدرس المراحل التي مرَّ بها تطور نبات ما، والخصائص البيئية المرافقة.
- **علم البيئة النباتية Plant Ecology**: يدرس العلاقة بين النباتات وتأثير المحيط عليها، وانتشار الأنواع في المجتمعات النباتية (الفلورا) وتوزعها، والتغيرات التي تحدث ضمن المجتمعات النباتية والتكيفات التي تصاحبها نتيجة التباين في العوامل الطبيعية المحيطة.
- **علم تقسيم النبات Systematic Botany**: يهتم بالتعرف على النباتات وتسميتها باسمها المتعارف عليه (المحلي) ومن ثم ترتيبها ضمن مجموعات نباتية التي تنمي إليها خاصة بالنسبة للجنس والنوع.
- **علم الوراثة (المنشأ) Plat genetic**: يدرس انتقال الصفات الوراثية بين الأجيال النباتية لتعليل أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها. ويستفاد من هذا العلم أيضاً في اكتشاف الهجائن الطبيعية والانعزال التكاثري.
- **علم البيئة Ecology إيكولوجيا (Oecologia)**: يُعنى بالبحث في كيفيّة تفاعل الكائنات الحيَّة مع بيئتها، التي تشكل مجموع العوامل المحلية اللاحيوية كالمناخ، والتربة، وطبيعة الأرض، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي.
- **علم وظائف الأعضاء النباتية (فيزيولوجيا النبات) Plant physiology**: يُعنى بدراسة وظائف الأعضاء المختلفة للنبات، وشرح طرق قيام تلك الأعضاء بوظائفها، وربطها بالشروط البيئية المحيطة بالنبات، وذلك بغية توجيه هذه الوظائف من قبل الإنسان لإيجاد الطرائق الفاعلة للتوسع العمودي بالرقعة الزراعية مما يساعد على زيادة الإنتاج الزراعي ويساير مشكلة ازدياد السكان.
- **علم تصنيف النبات Taxonomy**: يقوم علم التصنيف بتقسيم النباتات تبعاً لعلاقاتها بعضها ببعض، ويهتم أيضاً بدراسة بقايا النباتات، أو الأحافير.

- **علم تأثير التربة (الإيدافولوجيا) Edaphology:** يهتم بدراسة تأثير التربة في الكائنات الحية، لاسيما النباتات.
- **علم النباتات القديمة Paleobotany:** يتعامل مع بقايا النبات من منظور جيولوجي، واستخدامها للتعرف على الأحوال البيئية القديمة، والتاريخ التطوري للنباتات .

ثالثاً . التصنيف النباتي Plant Taxonomy ونظم التصنيف النباتي وأقسامه:

يهتم علم التصنيف النباتي بدراسة التنوع النباتي، حيث يقوم بجرد الأنواع النباتية (flora) في العالم من خلال وصف النبات، وتعريف النبات وهويته Identification، وإعطاء اسم للنبات، وضع سجل Inventory (لائحة لأسماء أنواع النباتات) لمجموعات النباتات البريه التي تنمو طبيعياً في منطقة جغرافية معينه فيما يعرف بالفلورا Flora، كما يهدف التصنيف وضع تصور للعمليات التطورية، والصلات التي تربط النباتات بعضها مع بعض ويقدم معلومات عن تطورها، ويُجهز المعلومات التي تحتاجها الفروع العلمية الأخرى.

وتكمن أهمية التصنيف النباتي في أن كل عالم يتعامل مع النبات مهما كان اختصاصه يحتاج إلى أن يشير إلى كل نبات باسم صحيح ودقيق وثابت ومعترف به عالمياً.

١ . **نظم التصنيف النباتي** : اختلفت أنظمة التصنيف باختلاف واضعيها، وذلك لاقتناع المصنف بصفات خاصة لتقويم نظامه دون الأخر، فمنهم اعتبر الصفات المتعلقة بالأعضاء الجنسية هي صفات أساسية في التصنيف، ومنهم من استعمل الصفات المظهرية والتشريحية عماداً لنظامه يسمى علم التصنيف التقليدي (الكلاسيكي)، وآخرين اعتمدوا أشكال الصفات والمميزات الشكلية، ومنهم اعتمد خصائص البيئة وعناصر المناخ في تصنيفه ...، أما لاتجاه الحديث أو التجريبي في تصنيف النباتات هو دراسة نباتات كافة الأجناس دراسة حياتيه مقارنة ومتكاملة، وإعطاء الشواهد الجيولوجية أهميتها، فيعتمد على الدراسات الحقلية التي تهدف إلى جمع أكبر قدر من المعلومات ومن كل الجوانب التصنيفية المتوفرة مثل المظهرية، والتشريحية، والبيئية، والخلوية، وحبوب اللقاح وغيرها، وصياغتها في قالب يعكس العلاقات التطورية بين المراتب التصنيفية. وتُقسم أنظمة التصنيف النباتي إلى ثلاث أنواع هي:

أ . **النظام التصنيفي الميكانيكي Mechanical classification:** نظام يستند إلى صفة مظهرية واحدة ويترك بقية الصفات الأخرى، مثلاً تقسيم النباتات استناداً إلى طبيعتها إلى أشجار وشجيرات وأعشاب أو اعتماد صفة الجنس لوحدها مثلاً كصفة مميزة لعزل المجاميع النباتية دون

الصفات الأخرى، ومن أشهر العلماء الذين اتبعوا هذا النظام لينيوس الذي اعتمد على الأعضاء الجنسية لوحدها في تصنيف نباتاته، وسيسالبينو A. Caesalpino، والأخوين بوهين J. Bauhin و G. Bauhin، وجون راي John Ray.

ب . النظام التصنيفي الطبيعي Natural classification: يعتمد هذا النظام على شكل واحد من أشكال العلاقات بين النباتات، على سبيل المثال استخدام الصفات المظهرية على اختلاف أشكالها ومواقعها في جسم النبات، وأشهر العلماء الذين اعتمدوا هذا النظام أنطوان لوران دو جوسيو De Jussieu ، وأوغستين دي كاندول Augustin de Candolle ، وجورج بنثام وجوزيف دالتون هوكر J–Hooker& G–Bentham .

ج . النظام التصنيفي التطوري Phylogenetic system of classification: يستخدم في هذا النظام أكبر عدد ممكن من الصفات لترتيب النباتات في فئات تصنيفية معينة، كما يوضح علاقة النشأة والنسب والقرابة بين النباتات، ويستند هذا التقسيم إلى التاريخ السلفي والتعاقب التطوري، ويعكس الأواصر الوراثية بين النباتات من أشهر من اتبع هذا النظام آيشلر August Eichler، وبيسي Charles Bessey، وإنجلر Adolf Engler، وجون هتشنسون Hutchinson.

٢ . أقسام التصنيف النباتي:

إن الاطلاع على تاريخ وتطور أي علم من العلوم يزيد من فهم المتتبع لذلك العلم، فبالنسبة إلى تاريخ علم التصنيف النباتي يمكن أن يُقسم إلى عدة فترات، وكل فترة تتميز بعمل مميز، إن هذا النوع من التقسيم لا يعني هناك حدود فاصلة بين فترة وأخرى إذ أنه توجد أعمال أخرى غير تلك الأعمال، ولسهولة تتبع تاريخ علم التصنيف النباتي قُسم إلى فترات كما يلي:

أ. فترة التصنيف القديم ancient classification: نظراً لعلاقة الإنسان منذ القديم بالنباتات وحاجته الماسة لها لذا فقد تعلم أسماء وخصائص مجموعة من النباتات لاسيما تلك التي كان يحتاجها، ويُطلق على هذا النوع من المعرفة **بالتصنيف الشعبي folk taxonomy** وهو التصنيف الذي نشأ لحاجة الانسان إليه دون الاستناد إلى أي أساس علمي وتتميز هذه الفترة بالأسماء العامية أو الدارجة. لقد كانت أول محاولة لتصنيف النباتات إلى نباتات نافعة ونباتات ضارة ونباتات طبية، ونباتات سامة أي تبعاً لقيمتها، بعد ذلك صنفت النباتات تبعاً لطريقة الاستخدام، إن أول من كتب عن تصنيف النبات هو العلم اليوناني **Theophrastus ثيوفراستس** ٢٨٥ . ٣٧٠ ق.م.

ب . فترة العشابين the herbalists: قل الاهتمام بالنباتات خلال العصور الوسطى، وبقي الاعتماد على ما كان مكتوباً من زمن الاغريق، وكان لاختراع الطباعة الأثر الكبير في انتشار كتب الأعشاب الطبية، وظهر ما يسمى بالعشابين Herbalists، ومن بين هؤلاء العشابين **برونفلز Otto Brunfels** ١٥٣٠ . ١٥٣٦م، عالم نبات ألماني قدم معلومات حول النباتات الألمانية ووصفها بشكل مستقل عن قيمتها الطبية، وتمثيل النباتات خلال دراساته النباتية مع النقوش الخشبية بوساطة الفنان **هانز ويديتز Hans Weidits** فالرسوم التوضيحية التي قدمها تمثل نهجاً جديداً وتضع معياراً من الواقعية في تصوير النباتات. وألف الطبيب وعالم النبات الألمان **ليونهارت فوكس Leonhart fuchs** ١٥٠١ . ١٥٦٦م، كتاباً عن النباتات واستخداماتها كأدوية، بعنوان العشبية العظيمة، يحتوي الكتاب على وصف نحو٤٩٧ نوع من أنواع النباتات البرية، وأكثر من١٠٠ نوعاً من النباتات واستخداماتها الطبية حسب الترتيب الأبجدي، ويحتوي على أكثر من ٥٠٠ رسمة توضحيه دقيقة ومفصلة للنباتات طبعت على ألواح خشبية. كما برز عدد من العلماء العرب الذين اهتموا بدراسة النباتات وخصائصها وتصنيفها وطرق تكاثرها، ومن أشهرهم **رشيد الدين بن أبي الفضل بن علي الصوري** كانت دراساته لأنواع النبات دراسة دقيقة اتبع فيها المنهج العلمي الحديث الذي سبق في تطبيقه علماء الغرب بسبعة قرون، وقد تجسد ذلك في تصويره للنبات تصويراً ملوناً في سائر مراحل عمره، كما في الشكل ٤٤. ، ويدرس شكله ولونه وأصوله ومقدار أغصانه وورقه، فيجتهد في تصويره ومحاكاة طبيعته وسماته... ثم يقوم في ضم تلك الدراسة والصور إلى كتابه الأدوية المفردة.



الشكل ٤٤. تصوير الصوري للنبات في سائر مراحل عمره

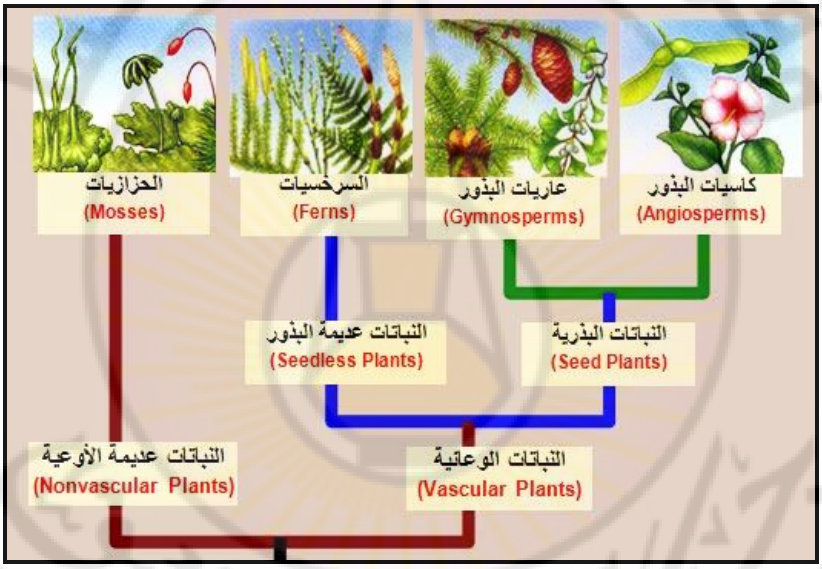
وانصرف أبو **العباس أحمد (ابن الرومية)** إلى تأليف عدد من الكتب والرسائل تضمنت معلومات وشروح وتعليقات في كتابه الرحلة النباتية رتب فيه أسماء النباتات ترتيباً هجائياً على حروف المعجم. **وابن سينا** كانت معظم مؤلفاته في تاريخ النبات والنباتات الطبية، كان مهتماً بدراسة النباتات الطبية التي تُفيد في علاج المرضى، **وابن البيطار** الذي وصف نحو١٤٠٠ نبات، ويُعد أعظم عالم نباتي ظهر في القرون الوسطى ومن أكثر العلماء إنتاجاً علمياً، حيث درس النباتات وخصائصها في بلاد واسعة، وكان لأبحاثه الأثر الكبير في تطور علم النبات، واستخدم ابن البيطار التصنيف حسب الحروف الأولى للنباتات، وقد ظلت موسوعته هذه مستعملة إلى بدايات القرن الثامن عشر بعد ترجمتها إلى العديد من اللغات. وقد صنف **أبي سعيد الأصمعي** النباتات على أساس توزعها الجغرافي، في كتابه النبات والشجر، وهناك مجهودات كثيرة لعلماء العرب في هذا الشأن، لن نستطيع أن نستقصيها في هذا المبحث.

ج . فترة المصنفين الأوائل the early taxonomists:

ظهر في نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر بعض العلماء الذين اهتموا بتصنيف النباتات، وتعد الكتب التي ألفت من قبلهم خطوة مهمة في علم تصنيف النبات ومن هؤلاء:

- **سيسالبينو A. Caesalpino:** ١٥١٩ . ١٦٠٣م عالم ايطالي صنَّف نحو١٥٠٠ نوعاً نباتياً، وقد استند في تصنيف النباتات على طبيعة النمو، والثمار، والبذور، كما استخدم الصفات الخضرية والزهرية، واستطاع أن يحدد بعض المجاميع النباتية والتي تطابق تلك المعتمدة حالياً كالعائلة (الفصيلة) الصليبية Brassicaceae والفصيلة المركبة Asteraceae وقد خُلد اسم هذا العالم بالجنس النباتي Caesalpinia والذي يعود إلى العائلة البقولية Leguminosae .
- **الأخوين جان بوهين Jean Bauhin ١٥٤١ . ١٦٣١م، وكاسبر بوهين Gasper Bauhin** ١٥٠٠ . ١٦٢٤م، هما من سويسرا نشرا كتاباً بعنوان التاريخ العالمي للنباتات ضمناه نحو٥٠٠٠ نوعاً نباتياً، ويعد كاسبر Gaspard أول من استخدم نظام التسمية الثنائية (اسمين فقط لكل نبات) حيث بين مستويين تصنيفين هما الجنس والنوع غير أن هذه الطريقة لم تستخدم على نطاق واسع حتى مجيء العالم السويدي لينيوس، وقد خُلد اسم كاسبر بالجنس النباتي Bauhinia والذي يُسمى بخف الجمل، إن معظم الأسماء التي وردت في كتابه بقيت كما هي إلى الوقت الحالي .
- **جون راي John Ray ١٦٢٧ . ١٧٠٥م :** عالم انكليزي، أول من اقترح الفصيلة كفئة تصنيفيه، واشتمل تقسيمه على ما يقارب ١٨٠٠٠ نوعاً نباتياً، ووضع النباتات في قسمين رئيسين هما النباتات الخشبية Arborae والنباتات العشبية Herbae، يقوم تقسيم راي على أساس الشكل والصفات المورفولوجية الكبرى للأجزاء النباتية، ويُعد أول من عرَّف النوع بأنه: (جماعة من الأفراد لها صفات موروفولوجية متشابهة وتتزاوج فيما بينها وتنتج أفراد تشبهها وتكون خصبة غير عقيمة).
- **كان جوزيف بيتون دي تورنفورت J. P. De. Tournefort :** ١٦٥٦ . ١٧٠٨م، عالم نبات فرنسي صنف نحو ٩٠٠٠ نباتاً ضمن٦٩٨ جنساً في ٢٢ صفاً (طائفة)، وكان أول من وضع تعريفاً واضحاً لمفهوم جنس النباتات، ويُنسب إلية أول من يميز بوضوح بين الجنس والنوع.

➢ **كارلوس لينيوس Caroles Linnaeus:** عام ١٧٥٣م، أول من وضع الأسس العلمية السليمة للتسمية الثنائية النباتية المعمول به حالياً، وأهم إنجازاته الكتابين المشهورين الأجناس النباتيةGenera Plantarum، والأنواع النباتيةSpecies Plantarum، وتبلغ عدد الأجناس التي عرفها لينيوس من النباتات ١١٠٥ جنساً، وتتضمن ٧٧٠٠ نوعاً، وقسم المملكة النباتية إلى ٢٤ صفاًClass، كما قام بتقسيم النباتات إلى مجموعتين كبيرتين هما النباتات الوعائية، والنباتات اللاوعائية، كما في الشكل .٤٥. واتبع لينيوس ثلاثة مبادئ في التصنيف هي التسمية: إعطاء اسم علمي للنبات، والتسمية الثنائية، واستخدام اللغة اللاتينية في التسمية لأنها لغة قديمة لا يتحدث بها أي شعب الآن وهذا لا يعرضها لأي تغير أو تحريف.



الشكل .٤٥. النباتات الوعائية، والنباتات اللاوعائية

د . فترة مصنفين الأنظمة الطبيعية بعد لينيوس post-linnaean natural systems:

من أهم العلماء الذين برزوا في هذه الفترة (القرن الثامن عشر):

➢ **جان باتيست لامارك Jean-Baptiste de Lamarck** متخصص في علم الأحياء والنبات، عُرِّف بنظريته الخاصة عن التطور ووراثة الصفات المكتسبة، أصبح من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأحياء.

➢ **أنطوان لوران دو جوسيو Antoine-Laurent de Jussieu**، هو أول من اقترح نظاماً لتصنيف النباتات المزهرة، قسم النباتات إلى ثلاثة مجاميع تشمل النباتات اللازهرية، وبعض

الأنواع من ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين، ومعراة البذور ويعد هذا بداية النظام الحديث للتصنيف.

- **أوغستين بيراموس دي كاندول Augustin Pyramus de Candolle** ١٧٧٨ . ١٨٤١م، عالم نباتي سويسري، وهو أول من استخدم كلمة التصنيف taxonomy، كما قسم النباتات إلى مجموعتين كبيرتين هما cellulares النباتات اللاوعائية وvasculares النباتات الوعائية.
- ثم جاء بعده ابنه **ألفونس لويس دي كاندول Alphonse Pyramus de Candolle** ١٨٠٦ . ١٨٩٣م، وأهم مؤلفهما كتاب تقديم نظام طبيعي لتقسيم المملكة النباتية prodromus systemis naturalis regni vegetabilis وقد ورد فيه أكثر من٥٨٠٠٠ نوعاً نباتياً تعود إلى ١٦١عائلة نباتية.
- **جورج بنثام وجوزيف دالتون هوكر Bentham & Hooker** عام ١٨٨٣م، كانا عالمي نبات بريطانيين عملا لصالح الحدائق النباتية الملكية، ويُعد كتابهما الأجناس النباتية Genera Plantarium أحد أهم الأنظمة التصنيفية، ووصفا نحو ٢٠٠ عائلة نباتية و٧٥٦٩ جنساً نباتياً، وأطلقا عليها اسم الرتب المعروفة الآن باسم الفصائل، وضعا نظاماً مشهور ذو الأقسام الأربعة:

١. النباتات الثالوسية Thallophyta: ليس لها جذور أو سيقان أو أوراق حقيقية كما هو الحال في النباتات الوعائية. ولها أحجام مختلفة وتحتوي على صبغة اليخضور، وتشمل أشكالاً وحيدة الخلية وعديدة خلايا مائية، مثل الدياتومات[١]، والطحالب البنية (عشب البحر).

٢. النباتات الحزازية Bryophyta (النباتات الطحلبية الحزازيات والكبديات): هي نباتات خضراء صغيرة تنمو عادة في المياه وفي الأماكن الرطبة الظليلة، لا تحتوي على جذور فهي تتثبت بالأرض بوساطة جذيرات دقيقة ورفيعة جداً، تُعرف بجذامير rhizoids، وتكون الأوراق رقيقة جداً، كثيرة العدد وتنمو على الساق الرقيقة، أي لا تحتوي على سيقان أو أوراق حقيقية ولكن لها أشباه سيقان وأشباه أوراق.

٣. النباتات التريدية (النباتات اللازهرية الوعائية) pteridophytes: تشمل مجموعة كبيرة من النباتات، تتباين كثيراً في أشكالها وفي الأوساط التي تعيش فيها، وتجمعها صفات مشتركة فهي

---

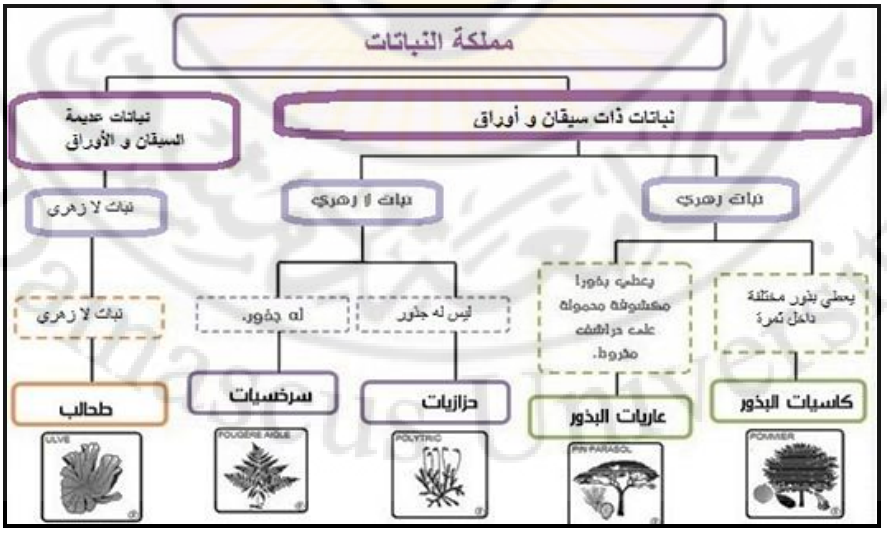
١ . الدياتوم Diatom كائن حي مجهري وحيد الخلية، توجد الدياتومات في المحيطات والبحيرات العذبة والأنهار، والجداول، وفي التربة الرطبة، وتدعى هذه الكائنات الحية بالعوالق المائية تشكل مصدراً مهماً لغذاء الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى.

نباتات ذات نسيج وعائي خشبي ونسيج وعائي لحائي لا تنتج أزهاراً ولا حبوباً لذلك تُسمى نباتات لا زهرية وعائية، تنتشر عبر الأبواغ، وهذه النباتات بعضها عشبي وبعضها شجري. وتشمل النباتات اللازهرية الوعائية ذَنَب الخيل Equisetum والسراخس Polypodium، والطحالب.

٤. النباتات البذرية Spermaphyta: (ذوات البذور) أي أنها تتكاثر عن طريق البذور، وهي نباتات حقيقية الأوراق، وتنتشر عن طريق انتقال حبوب الطلع مع الهواء أو بوساطة الحشرات، وهي أكثر أنواع النباتات انتشاراً، حيث تمثل ٩٠% من نسبة النباتات، وتنقسم إلى نوعين:

أ . عاريات البذور Gymnosperm: نباتات خشبية معمّرة، تُعد أحد أكبر وأقدم النباتات الحية، وعدَّد أنواعها نحو٨٠٠ نوعاً نباتياً منها ٦٠٠ نوع منها من فصيلة المخروطيات، مثل الصَّنوبر والتنوب والعرعر والأرز، ومن أهم خصائصها أنه تتكون بذورها في ثمار مخروطية وأوراقها غالباً ما تكون أبرية الشكل. كذلك يطلق عليها النباتات اللازهرية نظراً لعدم احتوائها على بذور فإنها تتكاثر عن طريق الأبواغ.

ب . مستورات البذور (كاسيات البذور) Angiosperm: اسم يطلق على النباتات المزهرة، هي أكثر النباتات وفرة على الأرض، وتقوم النباتات البذرية بتغطية بذورها ضمن ثمرة حقيقية، مخبأة داخل الفاكهة، وتُكوّن بذور كاسيات البذور ثمار متنوعة قد تكون قاسية وجافة، مثل ثمار البلوط، والزان، والجوزة، أو لينة لحمية مثل ثمرة التفاح والكرز، أو رفيعة ذات أجنحة مثل ثمار الدردار والقيقب. والشكل ٤٦. تصنيف جورج بنثام وجوزيف هوكر



الشكل ٤٦. تصنيف جورج بنثام وجوزيف هوكر

هـ . فترة مصنفين الأنظمة التطورية Post – Darwinian Phylogenetic System:

هي الفترة التي تلت ظهور نظرية التطور التي جاء بها دارون، بعد ظهور نظرية التطور ورسوخها بدأ العلماء بالاعتقاد أن الكائنات الحية لم توجد دفعة واحدة بل نشأت خلال فترة زمنية طويلة تمتد ملايين السنين، وأن الكائنات الأولية حسب معطيات علم المستحاثات كانت بدائية، ثم تعقدت بنيتها، مما دفعهم للقول إن الكائنات قد نشأت بعضها من بعض، وما النباتات الحالية إلا نتيجة لعمليات تطورية مستمرة، وهكذا بدأت دراسة العلاقات بين الأنواع المختلفة، ومحاولة إيجاد نظم تصنيفية يراعى فيها أواصر القرابة ووحدة الأصل بين المجموعات النباتية المختلفة، ويُحدد مدى الرقي في النباتات على أسس مختلفة منها: **التركيب العام للنبات،** فالنباتات الوحيدة الخلية أقل رقياً من النباتات العديدة الخلايا، والنباتات غير المتميزة إلى أعضاء أقل رقياً من النباتات المتميزة إلى أعضاء، والنباتات المائية أقل رقياً من النباتات الأرضية. **والتركيب التكاثري للنباتات،** فالنباتات التي تتكاثر بالجراثيم أقل رقياً من النباتات التي تتكاثر بالبذور. **والتركيب الخلوي،** فالنباتات ذات الخلايا التي لا تتميز بها نواة واضحة أقل رقياً من التي تحتوي خلاياها على نواة واضحة. **وظاهرة تبادل الأجيال،** ففي دورة حياة معظم النباتات يوجد جيلان يتبادلان معاً، ويختلف كل منهما عن الآخر في المظهر والحجم والتركيب. ومن العلماء الذين برزوا في هذه الفترة نذكر:

- **دولف إنجلر Adolf Engler** ١٩٠٩م عالم نبات ألماني، قسم المملكة النباتية إلى ١٤ قسماً، القسم الأخير منها هو قسم النباتات البذرية، التي قسمها إلى تحت قسمين: هما تحت قسم عاريات البذور، وتحت قسم كاسيات البذور، ثم قسم تحت قسم كاسيات البذور إلى صفين هما، صف ذوات الفلقة الواحدة، ووصف ذوات الفلقتين، قسم صف ذوات الفلقتين إلى تحت صفين هما: تحت صف النباتات التي أزهارها ذات بتلات سائبة أو غائبة، وتحت صف النباتات التي أزهارها ذات بتلات ملتحمة، كما في الشكل ٥٧..
- **بيسي Charles Bessey** ١٨٤٥ . ١٩١٥م، عالم النبات الأمريكي اهتم بالخصائص الميكروسكوبية للنباتات، وقد أدى فحصه لهيكل الخلية وتنظيمها إلى نشر العديد من الأبحاث حول الأمراض النباتية، أهم مطبوعاته تصنيف علم الوراثة للنباتات المزهرة، الذي نُشر عام ١٩١٥سنة.
- **أوغست فلهيلم آيشلر August Wilhelm Eichler** اعتمد النظام على تقسيم المملكة النباتية إلى نباتات غير زهرية، وأخرى زهرية.

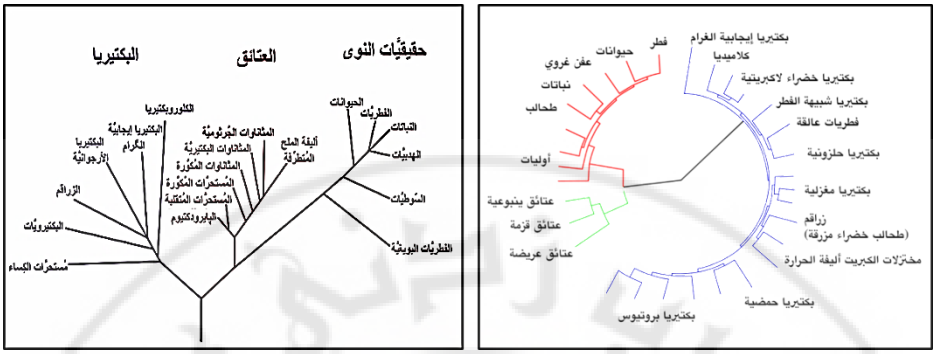
- **جون هتشنسون Hutchinson** ١٩٢٦ . ١٩٣٤م، عالم نبات انكليزي اعتمد في تصنيفه على قواعد تطورية منها أن يكون التطور في اختزال الأعضاء النباتية، ليس بالضرورة أن يشمل التطور كل أجزاء النبات، وحسب رأيه الأشجار والشجيرات أقدم من المتسلقات، والنباتات المعمرة أقدم من الحولية، والأوراق البسيطة أقل تطور من الأوراق المركبة، الثمار المتجمعة أكثر تطوراً من الثمار الفردية.

و . فترة التصنيف العدديnumerical taxonomy :

يعتمد هذا التصنيف على المقارنة العددية لعدد كبير من الصفات التي لها الأهمية نفسها وتكون أفرادها متجمعة على أساس التشابه الملاحظ وتدعى الوحدات المعاملة بالتصنيف العددي بـ otu أي الوحدات التصنيفية التشغيلية operational taxonomic unit إذ يعتمد على تحويل المعلومات المأخوذة من جوانب تصنيفية عديدة مظهرية، أو تشريحية، وغيرها، كاللون، وطبيعة النبات، وشكل الورقة، الخ. ثم توضع هذه البيانات في الحاسوب الذي يعالجها ضمن برنامج خاص وبطرق إحصائية (حسابية) معينة إلى أرقام وجداول، وبالتالي أشكال تعكس العلاقات التطورية بين الوحدات التصنيفية المدروسة، وبذلك نحصل على شكل شجيري يوضح العلاقة بين الوحدات التصنيفية المستعملة otus.

ز . فترة التصنيف التطوري الحديث modern Phylogenetic methods الكلادستك (cladistics):

حيث يتم تصنيف النباتات في مجموعات بناءً على السلف المشترك، والأقرب، وتُبنى العلاقات على السمات المشتقة المشتركة التي يمكن إرجاعها إلى السلف المشترك الأحدث (الأقرب)، وغير موجودة في المجموعات والأسلاف الأبعد. ويُستخدم في إظهار العلاقة بين الكائنات مخطط النسل الكلادوكرام cladogram وهي: عبارة عن رسم بياني على شكل شجرة تظهر العلاقات التطورية بين مختلف الأنواع الحيوية أو مجموعة من الوحدات التصنيفية التي تربطها علاقة وراثية، التي تعبر عن الأصل المشترك. وتُسمى شجرة النشوء أو شجرة التطور (phylogenetic tree) وتوجد العديد من الأشكال لمخططات النسل لكن جميعها يحتوي على خطوط تتفرع من خطوط أخرى. كما هو موضح في الشكل رقم .٤٧. يوضح شجرة النشوء.



الشكل ٤٧. شجرة العائلة لمجموعة حيوية حسب التصنيف التطوري

ح . فترة التصنيف النباتي الحديث:

بعد اكتشاف **انطوني فان ليفينهوك** Antonie van Leeuwenhoek، باحث وعالم هولندي اخترع أول مجهر ضوئي بسيط، مما مكّن العلماء من اكتشاف العديد من الكائنات الحية الدقيقة، والتي تتميز بصفات مختلفة، وقد ثار الجدل في البداية حول موقع هذه الكائنات في النظام الحيوي للكون، هل هي حيوان أو نبات؟

وقد لجأ العلماء إلى تقسيم هذه الكائنات الحية المكتشفة بين المملكة الحيوانية Kingdom Animalial والمملكة النباتية Kingdom Planata استناداً إلى صفاتها الظاهرية، حيث وضعت تلك التي تتميز بقدرتها على الحركة الانتقالية ضمن المملكة الحيوانية، وتلك التي تحتوي على مادة الكلوروفيل الخضراء ضمن المملكة النباتية، غير أن ذلك سبب الكثير من التضارب، لأنه وُجد أن عدداً من هذه الكائنات الحية الدقيقة يحتوي على الصفات الحيوانية والنباتية، مثل **اليوجلينا Euglena** انظر الشكل ٤٨. حيث اعتبرها علماء الحيوان بأنها حيوان وذلك لكونها تتحرك كالحيوانات، بينما اعتبرها علماء النبات بأنها نبات، لأنها ذاتية التغذية .



الشكل ٤٨. اليوجلينا Euglena

وفي عام ١٩٦٩م اقترح العالم **روبرت وايتكر Robert Whittaker** نظاماً حديثاً في تصنيف الكائنات الحية، حيث صُنفت هذه الكائنات الحية في خمس ممالك بدلاً من مملكتين سابقاً. حيث استحدث ثلاث ممالك جديدة هي مملكة البدائيات Monera، ومملكة الطلائعيات Protista، مملكة الفطريات Fungi.

ثم ظهر تقسيم جديد الكائنات الحية يضعها في ست ممالك حيث يضع البكتيريا في مملكتين منفصلتين كل مملكة لها صفات تميزها عن المملكة الأخرى، هي مملكة البكتيريا البدائية، ومملكة البكتيريا الحقيقية.

إن ظهور الأجهزة المخبرية المتقدمة، بينت للعاملين في مجال علم النبات كائنات لم يكونوا على بينة منها من قبل، ما أدى إلى تشعب الدراسة النباتية في العصر الحديث، واتسعت أفاقها اتساعاً كبيراً حتى أصبح من المتعذر أن يلم علم واحد بجميع شعبها، ومن هنا بدأ التخصص، فقسم علم النبات إلى عدة فروع رئيسية، شأنه في ذلك شأن بقية العلوم، وركزَّ كل متخصص اهتمامه على فرع من هذه الفروع، مع الإحاطة العامة ببقية الفروع.

رابعاً . تصنيف النباتات:

إن العدد الكبير من النباتات المحيطة بنا يستوجب أن يكون هناك نظام أو طريقة يتم فيها ترتيب هذه النباتات بغية تسهيل دراستها والتعرف عليها منها:

١ . **تصنيف النباتات على الطريقة التي تجدد نفسها بها:** نباتات المزهرة التي تتجدد بوساطة البذور. ونباتات غير المزهرة التي تفتقر إلى الزهور المنتجة للبذور تجدد نفسها عن طريق الأبواغ.

٢. **تصنيف النباتات على أساس أشكال حياتها** ومميزات تركيبها، وبنيتها مثل نباتات حاملة للبذور، ونباتات غير حاملة للبذور.

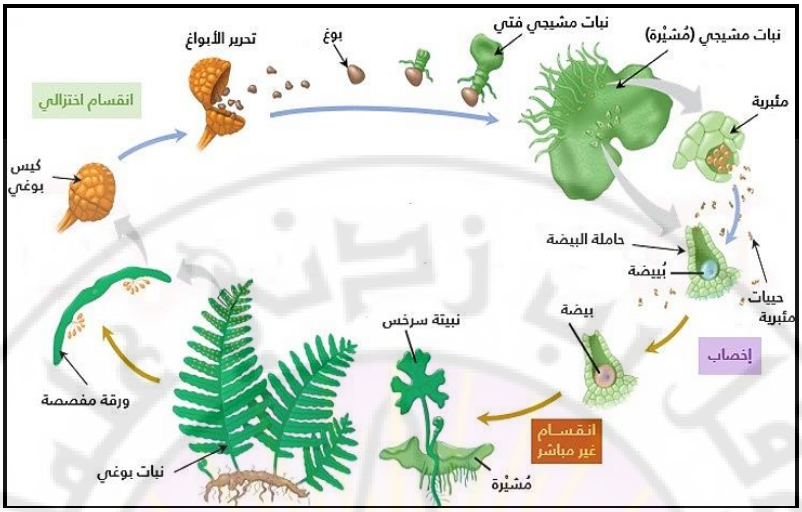
➢ **النباتات البسيطة:** تتميز بخلية بسيطة وعدم وجود أوراق أو جذور أو سيقان محددة ويضم أقسام من الطحالب والفطريات والأشنياتيات ويبلغ عددها أكثر من ١٠٠ ألف صنف.

➢ **النباتات الطحلبية** bryophyte: تضم ٢٥ ألف صنف، لها أوراق وسيقان بدائية، وليس لها جذور بالمعنى المتعارف عليه، وبدلاً عن ذلك تتثبت بالأرض بواسطة الجذامير، وهي نباتات لاوعائية لأنها لا تحتوي أي أوعية للنقل الماء والغذاء من الجذور إلى الأوراق، وتنقسم النباتات اللاوعائية إلى النباتات الزهقرنية، والطحلبية، والكبدية، الصورة ٣٧. النباتات اللاوعائية



الصورة ٣٧. النباتات اللاوعائية

➢ **السرخسيات** Polypodiopsida: هي نباتات خضراء لا زهرية، لها جذور وأوراق وسيقان. من النباتات الوعائية لديها أوعية موصلة للماء، وتتكاثر بواسطة الأبواغ بدلاً من البذور، ويوضح الشكل ٥٨. دورة نمو نبات السرخس.



الشكل .٥٨. دورة نمو نبات السرخس

- **النباتات المزهرة:** وتضم النباتات حاملة البذور وتنقسم إلى طبقتين: نباتات عارية البذور مثل الصنوبريات، ونباتات كاسيات البذور.

٣ . **التصنيف الشكلي للنباتات:** هذا التصنيف يفيد الجغرافي، ويعتمد على أجزاء النبات المتجددة، ويشمل هذا التقسيم ستة أقسام:

- **الزهريات:** تضم الأشجار والشجيرات، وتتميز بكونها نباتات معمرة، ومتوسطة ارتفاعها بين ٢ إلى ٧ متر، والبعض الآخر يتعدى هذا الارتفاع بكثير، ففي أمريكا اللاتينية وصل ارتفاع بعض الأشجار إلى ١٤٢متر، ويزيد عمرها عن ٢٠٠٠ سنة.
- **النباتات الخشبية:** تشمل النباتات الخشبية المنخفضة النمو، والنباتات العشبية الدائمة طوال السنة، والتي تحمل براعمها بين مستوى الأرض وارتفاع ٢٥ سم فوق سطح الأرض، فهي تنمو على شكل مكور لتحتمي من الرياح وانخفاض درجة الحرارة، ومن أمثلة ذلك الزعتر، والتبان، والشيح.
- **النباتات نصف اللازهرية:** تضم الأعشاب والحشائش مثل نبات القراص والنرجس، وترتكز براعمها المتجددة عند سطح التربة أو تحتها مباشرة وتوجد في أقاليم المناخ البارد الرطب.
- **النباتات الأرضية (الزاحفة):** تنمو براعمها تحت سطح الأرض طيلة الفصل القاسي بسبب الجفاف أو البرودة مثل نباتات المكحلة الحدقية (التراديسكانتيا)، والسوسن، والحنظل، الحثرة الزاحفة (المديد). بمجرد تحسّن الفصل، تنمو هذه النباتات بسرعة فائقة مستعملة ما خزّنته في

أدرانها، بعد انتهاء الدورة الحيوية، يجف الجزء العلوي لهذه النباتات، ثم يختفي بعد ذلك، وبهذه الطريقة يتم حماية براعمها من الصقيع والرياح ودرجة الحرارة.

- **النباتات الحولية:** نباتات دائمة تكمل دورة حياتها في فصل نمو واحد، تبقى بذورها مختفية داخل التربة، تتميز هذه البذور بمقاومة شديدة للبرد والجفاف.
- **النباتات الهوائية (المتسلقات):** ليس لها جذور في التربة وإنما تنمو مستندة على الأشجار حيث تستخدم فروعها لكي ترتفع وتتسلق لتصل إلى الضوء. تستعمل هذه النباتات محاليق لولبية تلتف للتشبث بالأجسام الأخرى مثل الجهنمية المجنونة Bougainvillaea glabra، واللبلاب (الهيدرا) Hedra helix، والكرمة العذراء (الخميسة) Cissus striata .

٤ . التصنيف البيئي Ecological classification:

هذا التقسيم يعتمد على الخصائص الطبيعية للبيئة التي تنمو فيها النباتات، وتنقسم إلى ثلاثة أقسام :

- **نباتات البيئات الرطبة:** تتميز نباتاتها بأنها تنمو طبيعياً عند توفر الرطوبة الأرضية العالية في التربة مثل نباتات المستنقعات والبرك والبحيرات منها القصب الشائع Phragmites communis، وجار النهر Potamogeton crispus، والجرجير Nasturtium officinale ، والإيلوديا Elodea.
- **نباتات البيئات الجافة:** والمثال على ذلك نباتات الصحاري التي تنمو في المناطق الصحراوية بصورة طبيعية وتتميز بأن لها مجموع جذري قوي التكوين وغالباً مجموعها الخضري محور بطرق خاصة لخزن الماء وتقليل النتح. إضافة إلى ذلك يرتبط وجود النباتات الملحية halophytesبتوفر تربة غنية بالأملاح، مثل الشنانAnabasis ، والصر Noea، والحَرْض Salsolaوغيرها.
- **نباتات البيئات العادية:** تسود نباتات هذه البيئات في المناطق المعتدلة والباردة، وتتميز بتوازن وظائفها الفيزيولوجية.

٥ . التصنيف المناخي Climatic Classification:

يعتمد نمو النباتات وإثمارها على المناخ السائد، وعليه فإن توزعها في العالم مرتبط بالعناصر المناخية وبعدها أو قربها من خط الاستواء، وتصنف النباتات في التقسيم المناخي إلى :

- **النباتات الاستوائية:** تقع بين خط الاستواء ودائرتي عرض ٢٠ شمالاً وجنوباً.

➢ **نباتات المناطق شبه استوائية:** تقع بين خطي عرض ٢٠ و٣٠ شمالاً وجنوباً.

➢ **نباتات المنطقة المعتدلة الدافئة:** تقع شمال المنطقة شبه استوائية بين دائرتي عرض ٣٠ و٤٠ شمال خط الاستواء وجنوبه، وقد تتداخل بعض أجزائها مع المنطقتين المتاخمتين لها وذلك بسبب التضاريس أو وجود البحار التي تؤثر في المناخ.

➢ **نباتات المنطقة المعتدلة الباردة** تقع بين دائرتي عرض ٤٠ و٦٠ شمال خط الاستواء وجنوبه.

٦ . التصنيف حسب دورة النمو Growth Cycle :

برزت المعايير المستخدمة في هذا التقسيم فترة النمو الخضري وموعد تكوين البذور وفقاً لدوره الحياة وتقسم إلى ما يلي :

➢ **النباتات الحولية** Annual Plants: تقضي هذه النباتات في استكمال دوره حياتها من البذرة حتى تنضج البذور على موسم نمو واحد يختلف طوله من شهرين إلى ثلاثة إلى سنة.

➢ **النباتات ثنائية الحول** Biennial plants : تحتاج نباتات هذه المجموعة لاستيفاء حلقة نموها إلى حولين متعاقبين أو على الأقل فترات من موسمي نمو تتخللها مدة سكون، بحيث تكون النباتات الناتجة خضرية فقط في أول موسم نمو لها ثم تسبت أثناء الشتاء ليبدأ نشاطه مع بداية موسم الربيع التالي.

➢ **النباتات المعمرة Perennial Plants** : تستمر الحياة أو تتجدد لأكثر من فصلي نمو متتالين ويتعاقب في حياة النباتات المعمرة النمو الخضري والأزهار والثمار والبذور في حلقات أو دورات حولية.

٧ . التصنيف التنظيمي للنباتات: يقصد بهذا التصنيف ترتيب تسلسلي من سبعة مستويات لتصنيف النباتات وفقاً لشكلها وتركيبها:

➢ **المملكة النباتية** Plant Kingdom (Plantae): تعد أوسع مراتب التصنيف، وتضم الكثير من النباتات، فمنها نباتات وعائية ونباتات لا وعائية، ونباتات بذرية، وأخرى لا بذرية، ونباتات مزهرة وأخرى غير مزهرة.

➢ **الشعبة** phylum: تُصنف المملكة إلى مجموعات أصغر، وتُسمى كل واحدة من هذه المجموعات بالشعبة.

➢ **الطائفة (الصف)** Class: تُقسَم الشّعبة الواحدة إلى عدة طوائف (صفوف).

➢ **الرتبة**:Order تُقسَم الطّائفة الواحدة إلى عدة رُتَب.

➢ **العائلة (الفصيلة)** Family: تُقسَم الرّتبة الواحدة إلى عدة عوائل، أو فصائل.

➢ **الجنس** Genus: تُقسَم العائلة الواحدة إلى مجموعة من الأجناس، ويعرف الجنس أنه مجموعة من الأنواع أكثر ترابطاً وتشابهاً وتشترك في أصل واحد.

➢ **النوع** Genus: وهو المستوى التّصنيفي الأصغر والأخير.

وفيما يلي نورد بعض الأمثلة عن مستويات التصنيف:

١. **نبات القطن** اسمه العلمي جوسيبيوم باربادانس Cossypium barbadense L المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية، طائفة ثنائية الفلقة (ذوات الفلقتين)، رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس جوسيبيوم Gossypium، النوع القطن.

٢. **أبو طيلون الأشعث** اسمه العلمي Abutilon hirtum المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس أبو طيلونAbutilon النوع الأشعثhirtum .

٣. **أبو طيلون الشجيري** اسمه العلمي Abutilon fruticosum المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية، رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس أبو طيلون Abutilon، النوع الشجيري fruticosum.



٤. **التفاح المستأنس** أو التفاح الشائع اسمه العلمي Malus domestica، المملكة النباتية، شعبة البذريات، الطائفة الوردانيات، الرتبة ورديات، الفصيلة الوردية، الجنس التفاح Malus، النوع domestica.

٥. المشمش Apricot، اسمه العلمي Prunus armeniaca(برقوق أرمانياكا) المملكة النباتية، الشعبة البذريات، طائفة ثنائية الفلقة، الرتبة ورديات، الفصيلة الوردية، الجنس برقوق، النوع أرمانياكا armeniaca.

لم يكتف العلماء بهذا العدد من الجماعات بل أضافوا إليها جماعات أخرى بأن قسموا كل جماعة إلى جماعات فرعية بإضافة المقطع تحت (Sub) إلى اسم الجماعة مثل تحت طائفة Subclass، وتحت شعبة Subphylum، وتحت عالم Subkingdom ...

خامساً . التسمية العلمية Nomenclature:

يعد الاسم العلمي بمثابة دليل للنبات يمكن بوساطته تمييزه عن غيره. حيث يطلق على كل نبات اسماً مزدوجاً يحدد الجنس والنوع التابع له. والاسم العلمي للنبات الذي يعرف به في جميع أنحاء العالم ويتكون من كلمتين باللغة اللاتينية الأولى تبدأ دائماً بحرف كبير وهو اسم الجنس الذي يتبعه، والثانية تبدأ بحرف صغير وهي اسم النوع وتكتب الأسماء العلمية للنباتات بأحرف لاتينية (مائلة) أو يوضع تحتها خط تمييزاً لها عن اللغة الانكليزية أو غيرها.

خط مائل -----> *Zea maize*
وضع خط -----> Zea maize

يستخدم علماء النبات الأسماء اللاتينية بدلاً من الأسماء الدارجة، ويرجع ذلك إلى ما تسببه الأسماء الدارجة من مشكلات يمكن إيجازها فيما يلي:

- الأسماء الدارجة أسماء محلية وليست عالمية، حيث لكل لغة مفرداتها التي تخصها وحدها على العكس من الأسماء العلمية التي تستخدم في أنحاء العالم.
- يطلق الاسم الدارج على النباتات دون تمييز معبراً عن الجنس أو النوع أو الصنف.
- لا تعطي الأسماء الدارجة أي معلومات عن العلاقات بين الأجناس أو الفصائل أو أنواع الجنس الواحد.
- قد يسمى النبات بأسماء دارجة متعددة خصوصاً إذا كان واسع الانتشار، مثل نبات سينوبوديوم مورلا *Chenopodium murale* .L الذي يعرف بعدة أسماء دارجة مثل الزربيح، الرمرام، والمنتة، بينما يطلق عليه اسماً علمياً واحداً يستخدم في كافة أنحاء العالم.

ويشتق الاسم العلمي للنبات من **مصدر** مثلاً من اسم عالم تخليداً لذكره مثل الجنس *Caesalpinia* من اسم العالم سيسلبينو، أو *Bauhinia* من اسم العالم بوهين وقد يشتق من

اسم **شائع** مثل السكر بالعربية كما في الجنس *Saccharum*، أو من صفة معينة مثلاً الجنس *Trifolium* من صفة ثلاثية الوريقات أو الجنس *Terminalia* من طرفية الأوراق، **أو نعت** النوع فيشتق من مصادر عديدة وأغلبها شيوعاً صفات معينة ومنها:

spinasa	*Capparis*	الشفلح الشوكي	النعت من صفة الأشواك
aquatica	*Mentha*	النعناع المائي	النعت من الطبيعة المائية
arabica	*Coffea*	القهوة العربية	النعت من القومية العربية
euphratieus	*Populus*	(الغرب) الفراتي	نسبة إلى نهر الفرات

سادساً . التوزع الجغرافي النباتي وأنماطه:

تتحكم الخصائص البيئية والجغرافية في تكوين المجتمعات النباتية بشكل كبير، فهناك نباتات برية وأخرى حقلية، ونباتات تنمو بالجبال، وأخرى تنمو في المناطق المنخفضة، بعضها ينمو في المناطق الألبية وبعضها الآخر في المناطق الاستوائية وهكذا.

١ . الأنماط الجغرافية للغطاء النباتي: هي نباتات ينحصر وجودها في مناطق جغرافية دون غيرها. وهناك عوامل جغرافية يمكن بوساطتها تقسيم النباتات كالآتي:

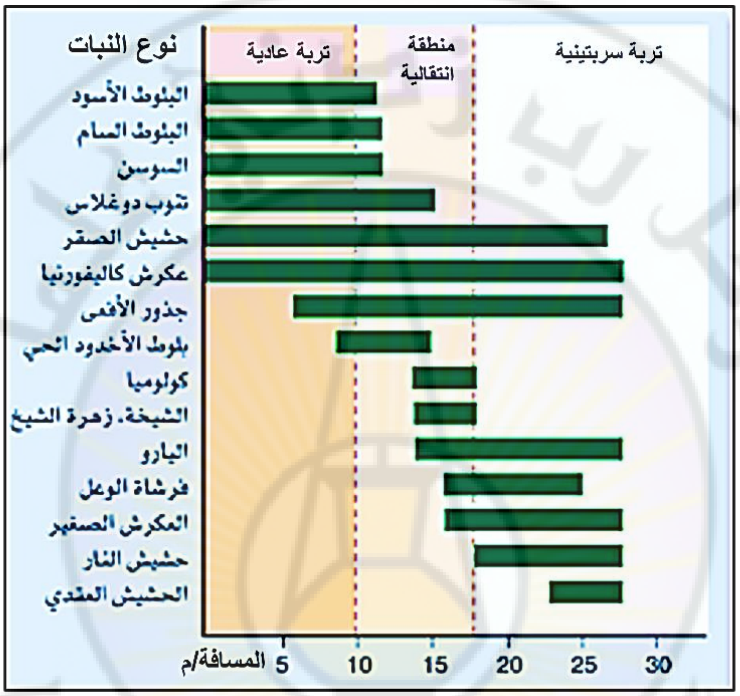
- العامل الأول: عدم استمرارية سطح الأرض ووجود الحواجز الطبيعية كالماء والجبال والصحراء وهي تؤدي الى الفصل الجغرافي.
- العامل الثاني: كل نمط من التكوين النباتي[١] يوجد في مناطق تتميز بأحوال مناخية خاصة تعطيه شكلاً حياتياً معيناً وتتكيف معه بصورة خاصة تجعله أكثر قدرة على المنافسة ضد النباتات الأخرى ويكون هو الشكل السائد.
- العامل الثالث: هو اختلاف خصائص المنطقة الواحدة التي يشغلها تكوين نباتي من حيث الارتفاع عن سطح البحر، والتربة، والمناخ، وهذا يؤدي إلى وجود تجمعات نباتية مختلفة في التكوين الواحد.

ولكن بالرغم من ذلك فنادراً ما توجد حدود تفصل النباتات بعضها عن بعض وكثيراً ما يتدرج نمط نباتي داخل نمط آخر. تسمى المنطقة الانتقالية التي تفصل بين منطقتين حيويتين باسم **الإيكو تون Eco-Ton** المنطقة التي يتفاعل فيها مجتمعان نباتيان قد تكون ضيقة أو واسعة،

---

١ . التكوين النباتي مجموعة من المجتمعات النباتية تتميز بهيئة أو ملامح خاصة محددة، نتيجة لسيادة نوع ما فيها.

وقد تكون محلية أو إقليمية، مثلاً: منطقة الانتقال بين التندرا والغابة في شمال كندا، والمنطقة الانتقالية من الإستبس الشجيري التي تفصل الغابات في شمال آسيا الروسية عن الحشائش في جنوبها. والشكل .٥٩. الإيكو تون Eco–Ton بين مجتمعان نباتيان.



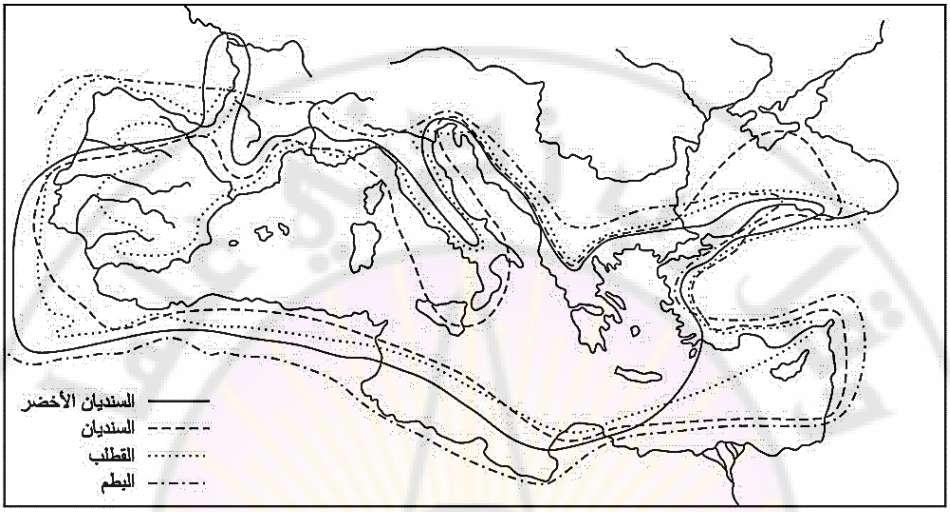
الشكل .٥٩. الإيكو تون Eco–Ton بين مجتمعان نباتيان

وتنقسم أنماط التوزع الجغرافي للنباتات إلى الأصناف النباتية:

➢ **نباتات عالمية الانتشار Cosmopolitan distribution**: هي نوع له انتشار جغرافي واسع وغير محدد، يكون توزعها على سطح الأرض في جميع أنحاء العالم تقريباً، كما هو الحال في الفصيلة الخيمية Umbelliferae، من نباتاتها البقدونس، واليانسون، والكمون، والكراوية.

➢ **النباتات النطاقية (الإقليمية)**: يتوافق توزع بعض النباتات النطاقية (الإقليمية) وحدود منظومة جغرافية (الإقليم)، مثال حدود التوزع الجغرافي لبعض الأنواع النباتية يتوافق وحدود المنظومة الجغرافية الإقليمية المتوسطية، فهناك أنواع شجرية مميزة للإقليم المتوسطي مثل السنديان الأخضر Quercus ilex، والملول Quercus infectoria والقطلب Arbutus

unedo، والبطم Pistacia terebinthus. الخريطة .٦. توزع أنواع شجرية مميزة للإقليم المتوسطي.

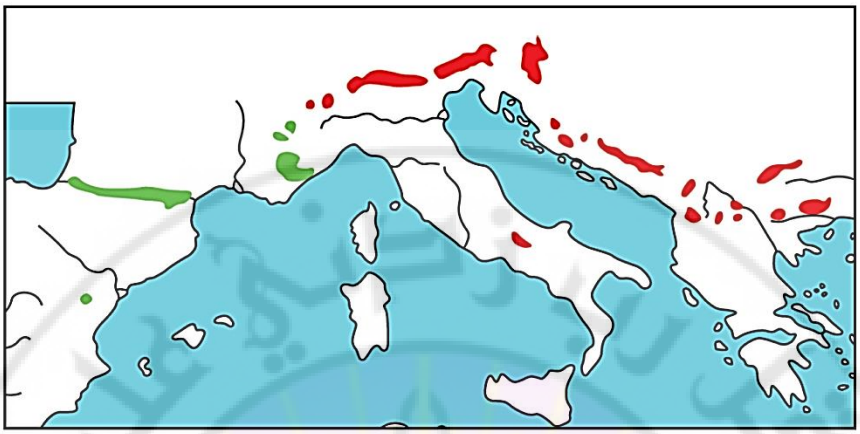


الخريطة .٦. توزع أربعة أنواع شجرية مميزة للإقليم المتوسطي

- **النباتات المتوطنة endèmiques**، يُقال إن الأنواع النباتية مستوطنة في منطقة جغرافية محددة، عندما تكون موجودة فقط في منطقة ما في الحالة التلقائية. يمكن أن يحدث التوطن أيضاً في المناطق المعزولة حيوياً. ونميز نمطين من النباتات المتوطنة:

أ . **نمط التوطن الواسع:** تنحصر أصنافه في إقليم نباتي واحد يضم نباتات تختلف عن النباتات التي توجد في إقليم نباتي آخر، من أمثلتها: القيقب السكري في شرق الولايات المتحدة، وشجرة المطاط والكاكاو حوض الأمازون.

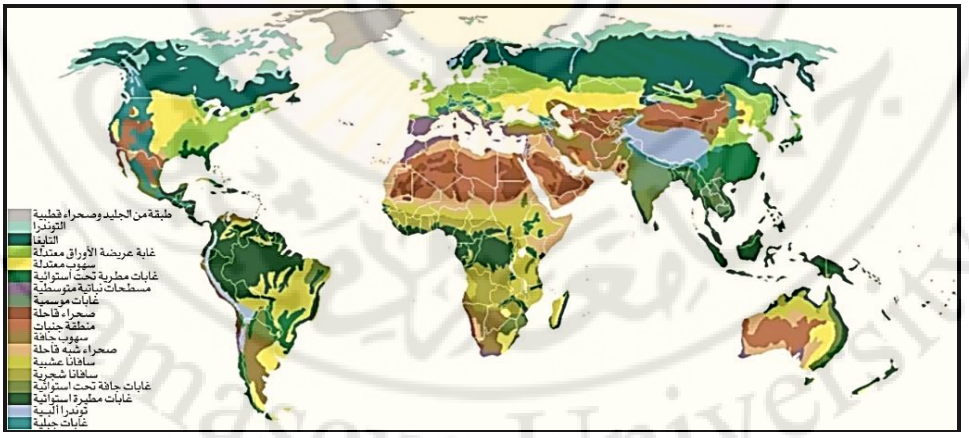
ب . نمط التوطن الضيق: يشمل أنماط لا يزيد امتداداها عن عدة كيلو مترات وتتميز أصنافها بقوة تحملها، وندرة وجودها، ومن أمثلتها بعض الأصناف النباتية المتوطنة في كاليفورنيا التي يرتبط وجودها بالمنطقة التي تنتمي الى مناخ البحر المتوسط فقط وبنوع معين من الصخور. كوجود السنديان العادي Quercus calliprinus في الجزء الشرقي من حوض المتوسط والسنديان الأخضر في الجزء الغربي منه. وحدود توزع الصنوبر الجبلي Pinus montana يتوافق وتوفر منظومات بيئية محلية، غالباً ما يوجد الصنوبر الجبلي في المناطق الجبلية في وسط وجنوب أوروبا. الخريطة .٧. توزع الصنوبر الجبلي.



الخريطة .٧. نمط التوطن الضيق لتوزع الصنوبر الجبلي في وسط وجنوب أوروبا

٢ . الأنماط الطبيعية للغطاء النباتي:

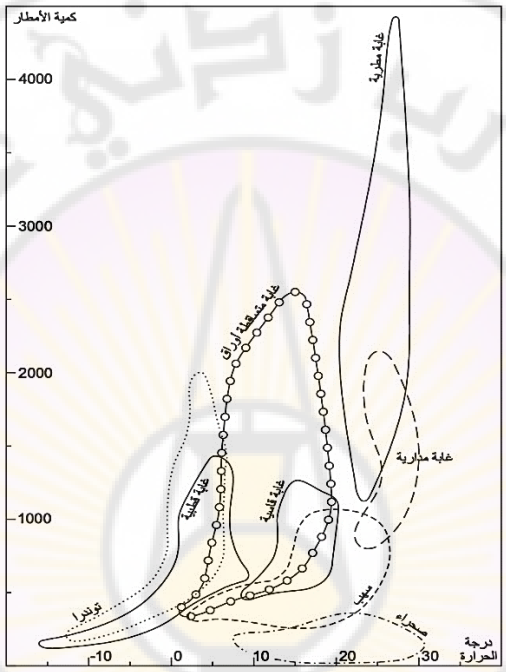
هي الأشكال الناتجة من تجمع النباتات جنباً إلى جنب، وتؤلف منظومات جغرافية حقيقية، وتتميز بمواقعها الجغرافية، وخصائصها النبتية (الفلورية)، والمناخية، والترابية، والطبوغرافية. فعلى سبيل المثال يتطابق التوزع الجغرافي للغابات الاستوائية المطيرة مع المنظومة البيئية للإقليم الاستوائي الماطر، ويتوافق وجود التوندرا والتايغا مع المنظومة البيئية للإقليم البارد والشديد البرود في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية.الخريطة .٨. الأنماط الطبيعية للغطاء النباتي في العالم.



الخريطة .٨. الأنماط الطبيعية للغطاء النباتي في العالم

وتدل غابات المانغروف على وجود منظومة بيئية مائية مالحة كما في الخليج العربي وعلى السواحل الشرقية للبحر الأحمر، كما أن هيئة النباتات تُحدد حالة المنظومة البيئية، فالماكي maquis والغاريك Garigue يدلان على منظومة بيئية غابية متوسطية متدهورة ولو بدرجة

مختلفة. أما الفريجانا Phrygane فهي نمط من التشكيلات النباتية الدالة على تدهور شديد جداً للمنظومة الغابية المتوسطية، حيث تكاد تغيب الأشجار فيها. إضافة إلى ذلك تدل هيئة النباتات على المناخات الحيوية السائدة ولاسيما ما يتعلق بدرجة الحرارة وكمية الأمطار، الشكل ٦٠. العلاقة بين توزع الأنماط البيئية للغطاء النباتي والمناخات الحيوية.



الشكل ٦٠. العلاقة بين توزع الأنماط البيئية للغطاء النباتي والمناخات الحيوية

٣ . الأنماط الحيوية (أشكال الحياة النباتية والطيف المناخي):

إن العناصر المناخية لها تأثير واضح في الغطاء النباتي، لاسيما درجة الحرارة التي له لها أهمية في تحديد أنماط التوزع النباتي، ويُشار إلى الغطاء النباتي باسم علم الفراسة (Physiognomy)[١] وقد تم تطوير هذه الفكرة من قبل عالم النبات الدنماركي راونكيير Raunkiaer ١٩٣٤م، حيث تؤثر درجة الحرارة والبرودة في البراعم المتجددة للنمو من حيث موضعها ودرجة الحماية التي يهيئها لها النبات، أي شكل النمو وتكيف البراعم مع درجة الحرارة، والبقاء في حالة الجفاف، فنظام Raunkiær هو نظام لتصنيف النباتات باستخدام الأنماط الحيوية . وهذه الأنماط هي:

١ . العلم الذي يهتم بدراسة المظهر الخارجي للغطاء النباتي والأشكال الحياتية للأنواع التي تتكون من الغطاء النباتي.

➢ **نباتات ظاهرة التجدد Phanerophytes (الفانيروفيت):** هي نباتات معمرة خشبية، تشمل قسمان نباتات عارية البراعم، أو تكون براعمها مغطاة بحراشف حيث تتمركز البراعم المتجددة على قمة الساق والأفرع التي تحملها، لذلك يعد مكانها بعيداً عن سطح الأرض، ويتواجد من تلك النباتات نوعان مستديمة الخضرة، ومتساقطة الأوراق، وتختلف نباتاتها بين الأشجار، والشجيرات، والمتسلقات، وتنتشر نباتاتها في المناطق الاستوائية، ويتناقص تواجدها في المناطق المعتدلة حيث تتزايد الأشجار متساقطة الأوراق شتاءً، وتقل في المناطق القطبية.

➢ **النباتات المتقزمة Chamaephytes (الشمايفيت) (نباتات غير مستديمة الخضرة):** يغلب تواجدها في موقعين الأول مع تزايد الارتفاع عن سطح البحر، والثاني مع تزايد دوائر العرض باتجاه القطبين، وتنمو البراعم المتجددة بالقرب من سطح الأرض على ارتفاع لا يزيد عن ٢٥ سم من سطح التربة، وفي كثير من تلك النباتات تموت أجزائها الهوائية خلال فترة البرودة تاركة البراعم المجددة الحرشفية قريبة جداً من سطح التربة، وتغطيها الأجزاء الميتة، وبحلول الربيع تنشط البراعم المتجددة لتكُّون مجموعاً خضرياً جديداً .

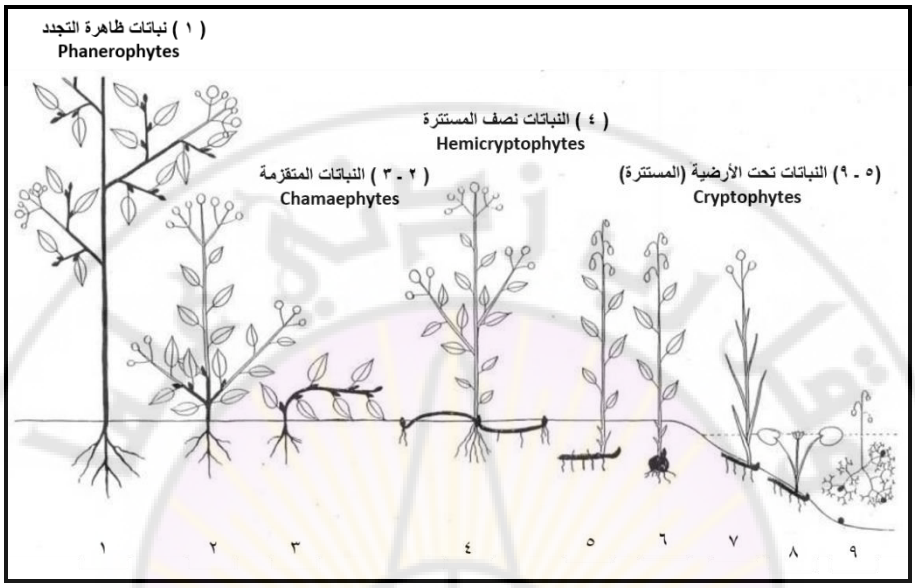
➢ **النباتات نصف المستترة Hemicryptophytes (الهيمكريبتوفيت):** تنتشر في الجزء الأعظم من المناطق المعتدلة الباردة، وتتواجد البراعم المتجددة مختبئة تحت سطح التربة، حيث توفر لها التربة والمخلفات الميتة الحماية، وفي موسم الدفء تستأنف البراعم نموها مكونة المجموع الخضري، ومعظمها عشبي التركيب وهي من النباتات ذات الحولين، أو النباتات المعمرة.

➢ **النباتات البذرية (الحولية) Therophytes (ثروفيت):** تتواجد بكثره في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتكمل حياتها بسرعة خلال موسم توفر الرطوبة، وتعيش في موسم البرد أو الجفاف في شكل بذور.

➢ **النباتات تحت الأرضية (المستترة) Cryptophytes (الكريبتو فيت):** هذه النباتات لها براعم تحت الأرض أو تحت الماء، وتنقسم إلى :

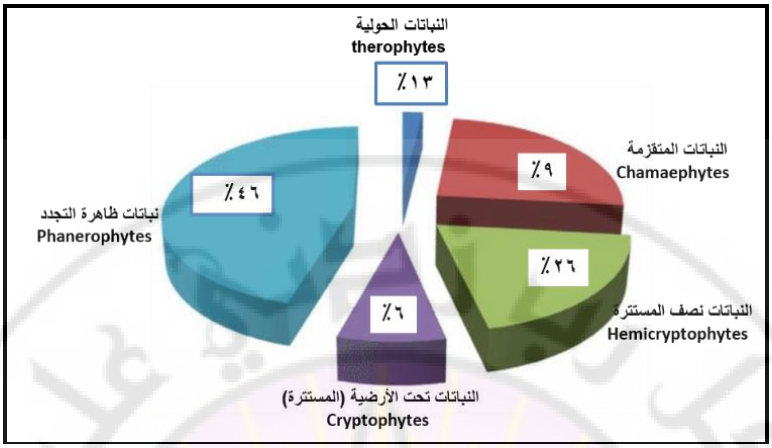
أ . النباتات المستترة الأرضية geophytes: تتواجد البراعم المجددة تحت سطح التربة، ويتم تخزين الغذاء في الجزء المعمر (الأرضي)، مثل الأبصال، أو الدرنات.

ب . النباتات المستترة المائية Hydrophytes: نباتات مائية تكمل دورة حياتها من خلال احتفاظها بالبراعم المجددة للنمو مختفية تحت سطح الماء. كما في الشكل .٦١. التمثيل التخطيطي للأنماط الحيوية.



الشكل .٦١. التمثيل التخطيطي للأنماط الحيوية حسب راونكيير Raunkiaer

لا يتم توزع الأنماط النباتية (أشكال الحياة) بالتساوي على سطح الكرة الأرضية، فالغطاء النباتي تحت الأحوال المناخية يحتوي على نسب مئوية للأنواع المختلفة متغيرة حسب المناطق المناخية، ويُطلق على أشكال الحياة النباتية في أي منطقة تتكون من مجتمع نباتي **الطيف الحيوي spectre biologique** أو **الطيف المناخي النباتي**، فلكل منطقة مناخية طيفها الحيوي الخاص وفقاً لأنماطها الحيوية، وبما أن كل نمط من أشكال الحياة مرتبطة بالبيئة، فإن الطيف الحيوي هو مؤشر مباشر لبيئتها، واستخدم راونكير الطيف الحيوي لتمثيل فئات شكل الحياة على النحو التالي: نباتات ظاهرة التجدد تمثل نسبة ٤٦٪، النباتات المتقزمة تمثل نسبة ٩٪، النباتات نصف المستترة تمثل نسبة ٢٦٪، النباتات تحت الأرضية (المستترة) تمثل نسبة ٦٪، النباتات البذرية (الحولية) تمثل نسبة ١٣٪ . وحسب نوع النبات في منطقة ما يمكن تحديد ما إذا كانت غابة أو مرج، أو صحراء، الشكل ٦٢. الطيف الحيوي الطبيعي حسب راونكير Raunkiaer.



الشكل .٦٢. الطيف الحيوي الطبيعي حسب راونكير Raunkiaer

يتم مقارنة الأطياف الحيوية بالطيف الحيوي الطبيعي لراونكير، فعلى سبيل المثال تشير النسبة المئوية لنباتات ظاهرة التجدد أكثر من ٧٤٪ في الغابة المطيرة الاستوائية، إلى المناخ الحار، وتشير النسبة المئوية أكثر من ٤٠٪ من النباتات البذرية (الحولية) إلى المناخ الصحراوي، وتشير النسبة المئوية أكثر من ٥٠٪ من النباتات المتقزمة إلى مناخ شديد البرودة... ومن خلال تحديد أشكال الحياة المختلفة في نباتات منطقة معينة، يمكننا الحصول على طيف أشكال الحياة والذي يعكس علاقة معينة مع مناخ المنطقة.

يرجع وجود هذه الأنماط المختلفة من التوزع الجغرافي الحالي للنباتات إلى عدة عوامل منها مكان وزمن نشأتها وتطورها، وتوزع العناصر المناخية، وخصائص التربة، وتوزع اليابس والماء حالياً وسابقاً (الأحداث البيئية القديمة)، والتأثيرات البشرية.

وأهم المناطق الحيوية الأرضية ابتداءً من خط الاستواء حتى القطبين هي:

١ـ **الغابات الاستوائية المطيرة**: Equatorial Rain Forests: وتسود في المناطق الاستوائية غزيرة الهطل السنوي (٢٠٠٠-٤٠٠٠مم)، ومتوسط درجة الحرارة السنوية نحو ٢٥ درجة مئوية. تتميز بغناها بالأشجار الباسقة التي يبلغ متوسط ارتفاعها بين ٥٠ و٦٠ متراً.

٢. **الغابات المدارية متساقطة الأوراق**: Decidious Tropical Forests: توجد في المناطق المدارية التي يسود فيها فصل ماطر طويل وفصل جاف قصير، وسطي الهطل السنوي (١٠٠٠-٢٥٠٠مم)، معظمها من الغابات الموسمية

٣. **السافانا**: Savana: توجد في المناطق التي يزيد فيها الهطل السنوي على ٦٠٠مم، وتراوح فترة الجفاف بين ٤ و٦ أشهر، وهي منطقة انتقالية بين الغابات المدارية والصحاري، وتسود فيها

الحشائش التي يزيد طولها على المتر، إضافة إلى الأشجار المتناثرة مثل أنواع السنط والطلح وغيرها.

٤. **الصحاري:** Deserts: تتميز بندرة أمطارها، التي نادراً ما تتجاوز الـ ٢٥٠ مم في السنة، وارتفاع درجة الحرارة التي تتجاوز الـ ٤٥ درجة مئوية في الفترة الحارة، وتسود فيها النباتات العشبية الحولية والمعمرة قصيرة العمر، التي تنتهي دورة حياتها في أشهر عدة تلي هطل الأمطار، إلى جانب الشجيرات الجفافية.

٥. **الغابات قاسية الأوراق:** Sclerophyllous Forests: تنتشر على سواحل البحر المتوسط والمناطق المشابهة، ذات الصيف الحار والجاف والشتاء المعتدل والرطب. وأهم الأنواع في هذه الغابات هي السنديان، والغار، والبطم، والقطلب، وأنواع الصنوبر، وغيرها.

٦. **السهوب:** Steppes: تسود في المناطق التي تقع بين الصحاري والغابات المعتدلة ساقطة الأوراق، حيث المناخ الحار صيفاً والبارد شتاءً، يراوح الهطل السنوي بين ٣٠٠ و٥٠٠ مم، وتنتشر فيها الحشائش والأعشاب.

٧. **الغابات المعتدلة ساقطة الأوراق:** Temperate Forests: توجد في المناطق المعتدلة حيث يراوح الهطل السنوي فيها بين ٧٥٠ و١٠٠٠ مم، وتهطل الأمطار على مدار السنة مع زيادة واضحة في فصل الصيف الدافئ، ومعظم أشجار هذه الغابات عريضة الأوراق.

٨. **التايغا:** Taiga توجد في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وهي كبرى المناطق الحيوية اتساعاً، وتتميز بمناخ شديد القارية، إذ تصل درجة الحرارة الدنيا إلى أقل من ٥٠ م° تحت الصفر، ولا يزيد متوسط درجة الحرارة صيفاً على١٠ م°. تسود فيها الغابات المخروطية كالصنوبر والتنوب واللارِكس وغيرها.

٩. **التندرا:** Tundra يوجد معظمها ضمن الدائرة القطبية الشمالية حيث الصيف قصير، ولا يتجاوز متوسط درجة حرارة تموز الـ ١٠ م°، والشتاء طويل وشديد البرودة حيث تنخفض فيه درجة الحرارة الدنيا إلى ما دون الـ ٥٠ م° تحت الصفر، كما يراوح الهطل السنوي بين ٢٠٠ و٢٥٠ مم. وتسود في الغطاء النباتي الأشنيات وقليل من الشجيرات والأعشاب.

وبناءً عليه فإن النباتات بخصائصها المختلفة الحيوية، والجغرافية، والبيئية، والفيزيولوجية تمثل العامل الحيوي المهم في رسم حدود جغرافية المنظومة البيئية، ومكوناتها الحيوية، وخصائصها المناخية، حتى فيما يتعلق بالحيوانات التي يرتبط وجودها بوجود النباتات التي تمثل الغذاء

والمأوى لهذه الحيوانات، كما تدل أيضاً على الكثير من النشاطات البشرية المختلفة من زراعة، وصناعة، ورعي، واحتطاب، واستصلاح وغير ذلك.

سابعاً . المجتمع النباتي Plant Community:

المجتمع النباتي: عدد من أنواع النباتات التي توجد بينها علاقات المنافسة، وتتواجد في وحدة جغرافية معينة، وتشكل رقعة جغرافية موحدة نسبياً، والتي يمكن تمييزها عن الوحدات الجغرافية المجاورة لها، فهو عبَّارة عن مجموعة نباتية محددة، لها امتداد المنطقة التي تحتلها والمظهر الخارجي نفسه، ما بقيت الخصائص الجغرافية الطبيعية والعلاقات المتبادلة بين النباتات المشكلة لها والوسط المحيط واحدة. فالغابات متساقطة الأوراق المنتشرة في أواسط أوروبا وغربها على سبيل المثال تُعد كل واحدة منها مجتمعاً نباتياً، ومجموعة الأشنيات أو الطحالب الخضراء التي تغطي جذع شجرة من أشجار تلك الغابة تعد مجتمعاً، وكذلك مجموعة النباتات الطافية أو المغمورة في بركة ماء تُعد كل منهما مجتمعٍ نباتياً قائماً بذاته.

فالمجتمع النباتي عبارة عن أصناف وأنواع من النباتات التي تنمو بجوار بعضها في بيئة واحدة بالرغم من أنها لا تنتمي بعضها إلى بعض سلالياً فمثلاً: أراضي الغابات المتوسطية (الأحراج) تضم أشجار الصنوبر والسنديان والأرز وأشجار البلوط الفليني والشربين والصنوبر الحلبي وغيرها، وشجيرات، ونباتات متسلقة، ونباتات عشبية، ونباتات حولية، ونباتات شوكية، تعرف هذه التجمعات النباتية بالمجتمعات النباتية.

ولقد جرت محاولات متعددة من قبل مجموعة من الباحثين النباتيين لتصنيف ودراسة الجماعات النباتية، تبعاً لبيئاتها الجغرافية في وحدات النبت الطبيعي، ومن أهم مراتب المجتمعات النباتية:

١. التكَّوين النباتي (Plant Formation):

هو أعلى مراتب المجتمعات النباتية، وتحدد أنماط التكَّوينات عوامل بيئية مختلفة، وتُسمى التكَّوينات التي تحدد صفاتها العوامل المناخية بالتكَّوينات المناخية، أما تلك التي تحددها عوامل الترب بالتكَّوينات النباتية التُرابية، ويحدد أنماط التكَّوينات النباتية صورة الحياة المميزة لنباتاتها السائدة من حيث شكلها، ارتفاعها، طراز الحياة.

أ. التكَّوينات النباتية المناخية Climatic Plant Information: يضم التوزع التقليدي لغابات العالم الذي يعتمد على اختلاف المناخ ثلاثة أنواع هي الغابات المخروطية، وغابات المناطق المعتدلة ذات الأشجار عريضة الأوراق، وغابات المناطق الاستوائية. وتضم سهوب المراعي

الدافئة حيث تنمو حشائش قصيرة فقط، والصحاري حيث الحياة النباتية ذات قدرة على التكيّف بصور متعددة لمجابهة ظروف الجفاف. هذه الأنماط هي صور ما يعرف بالتكَّوينات النباتية المناخية لأن وجودها يعتمد على العوامل المناخية (الرطوبة والمطر).

ب . التكَّوينات النباتية التربية (الأرضية) Edaphic Plant Information: يعتمد وجودها على عامل التربة، وخصائصها، وعلى ذلك يتحدد وجود التكَّوينات النباتية بعامل التربة مثل: غابات الشورة أو القرم (المانغروف) التي توجد في تربة لزجة مشبعة بالمياه عالية الملوحة، ونباتات المستنقعات القصبية Reed Swamps التي تغطيها المياه الضحلة على شواطئ البحيرات والأنهار بطيئة التيار. وتتنوع نباتات الكثبان الرملية Sand dunes تبعاً للخصائصها، فهناك الكثير من النباتات التي تنمو في البيئة الرملية مثل قصب الرمال Ammophila arenaria، والعديد من أنواع الطرفاء، والرتم، والعوسج، كما تنمو في الترب الرملية الملحية نباتات مثل الغرقد، والقطف الملحي، والعنظوان. ونباتات المستنقعات الملحية حيث التربة المالحة كشواطئ البحار والسبخات مثل نبات الساليكورنيا (إشنان).

٢. العشيرة: Association:

تمثل مجتمعات أقل مرتبة من التكَّوينات النباتية، والعشيرة هي تجمع نباتي لأنواع تعيش في مساحة ما، تسمى كل عشيرة باسم النوع السائد مثل عشيرة البلوط الأخضر، عشيرة الأرز...، ويمتلك هذا التجمع الطبيعي خصائص متميزة تفصله عن التجمعات النباتية الأخرى، إذ تتميز العشيرة النباتية بتركيب نباتي محدد، وبسيادة أكثر من نبات واحد، فإذا كانت السيادة لنوع واحد فقط سمي المجتمع تحت عشيرة Consociation، فالنباتات في منطقة الأهوار في جنوبي العراق على سبيل المثال هي من طراز المستنقعات القصبية، حيث يسود في مواضع نباتات البردي Phragmites australis وفي مواضع أخرى يسود نباتات الشمبلان Ceratophyllum (ذيل القط)، وأخرى يسود فيها القصب، وفي كل هذه المجتمعات تتشابه صور الحياة إذ إن الصورة القصبية تشملها جميعاً لذلك يسمى كل مجتمع من هذه المجتمعات تحت عشيرة، ومن الصعب تعيين حدود أي عشيرة نباتية. تفسر هذه الصعوبة بالتغير التدريجي لعناصر البيئة. لذا يلاحظ وجود مساحات انتقالية بين مختلف العشائر، وتتميز هذه المساحات الانتقالية بالتنافس بين عشيرتين. تتضح سيادة إحداهما على الأخرى، كلما اقتربنا من مساحة تواجدها، فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا عشيرتي من البلوط الأخضر والصنوبر الحلبي،

فالمساحة الانتقالية تتكون من أفراد العشيرتين، غير أنه كلما اقتربنا من دائرة انتشار الصنوبر الحلبي، كانت السيادة لهذه العشيرة، وكلما اقتربنا من دائرة انتشار البلوط الأخضر، عادت السيادة لهذه العشيرة الثانية.

٣ . الجماعة society:

توجد داخل العشيرة، مجتمعات نباتية أقل مرتبة، تحتل مواقع مختلفة من العشيرة، تُعرف بالجماعات Societies ويسود في كل جماعة نوع واحد من النباتات، ووجود ذلك النوع السائد نتيجة تغير خصائص البيئة بشكل يلاءم النبات أكثر ما يلاءم بعضها الآخر، ويمكن تسمية تلك الجماعات بالأنواع الغازية أو الدخيلة، فالمكونات الحيوية للنظام البيئي تتغير وتتبدل باستمرار، لاسيما النباتات، فهي عرضة للانتقال، واختفاء أنواع جديدة غير قادرة على التأقلم مع الخصائص البيئية الجديدة. فشكل الجماعة هو محصلة التفاعل ما بين مكّونات الوسط البيئي، خلال فترة حياة وتطور أفراده، ففي أحد فصول السنة تحتل إحدى الجماعات بقعة من البقاع داخل العشيرة، بينما تحتلها جماعة أخرى في فصل أخر أو تخلو منها الأرض خلواً تاماً.

ثامناً . تطور المجتمعات النباتية (التعاقب النباتي plant succession):

يُعرف التعاقب بأنه مجموعة من المراحل المتتالية، التي يحتل فيها مجتمع نباتي ما، ذو متطلبات بيئية خاصة، موقع مجتمع نباتي آخر، عبّر الزمن، وتشكل كل مرحلة من المراحل مجتمعات نباتية قائمة بذاتها قد تدوم طويلاً أو قليلاً وفقاً للخصائص البيئية المحيطة، حتى الوصول إلى مجتمع يكون في حالة توازن مع البيئة المحيطة يدعى مجتمع الأوج أو الذروة climax بحيث لا يظهر بعده أي مجتمع يكون أكثر تقدماً. تسمى مجموعة المجتمعات التي توالت على موقع ما للوصول إلى مجتمع الأوج مجموعة المجتمعات الانتقالية أو العرضية sere، ويلعب المناخ الدور الأساس في تحديد اتجاه التعاقب ونوعية الأوج وتأتي بعده التربة إلا أنه في بعض الأحيان قد يعجز المناخ عن القيام بدوره وفرض أوجاً مناخياً ومجتمعات أوجيه تلعب التربة دوراً أساسياً في تشكيلها وتسمى أوجاً تربياً، وبذلك تنشأ مجتمعات أوجيه متعددة ضمن منطقة ذات مناخ واحد.

اقترح نحال إبراهيم ١٩٨٢م تسميات خاصة للأوج النباتي للمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي في شرقي المتوسط عامة وسورية خاصة:

١ . **أوج مناخي:** المجتمع النباتي الذي يتعلق وجوده بالمناخ، نتيجة تأثير العناصر المناخية نجد أشكالاً مختلفة ومتباينة من النمو والتطور النباتي، وبصورة مختلفة، فمواقع فيها غطاء نباتي عشبي وأخرى شجيري وثالثة عارية من غطائها النباتي والترابي لتصبح فيها أشكال الحياة شبه معدومة.

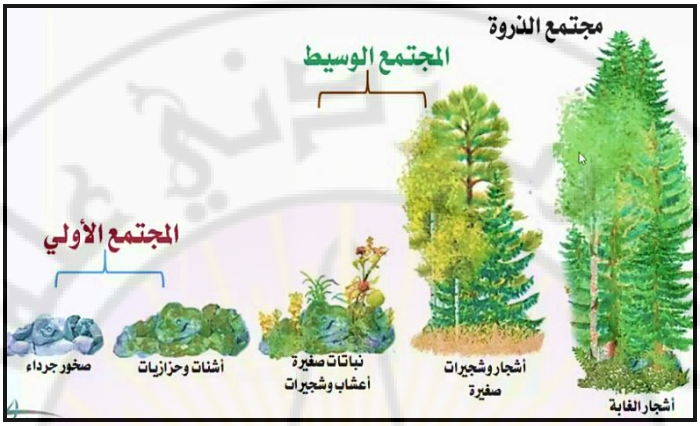
٢ . **أوج ترابي:** يطلق على المجتمع النباتي الذي يتعلق وجوده بالتربة، ضمن منطقة حراجية معينة اسم الأوج الترابي حيث أن الصفة الأساسية للمناخ في المتوسطي الجفاف الصيفي الطويل نسبياً، وبالتالي لا يستطيع المناخ فرض سيطرته التامة على الصخر الأم، مما يؤدي إلى مجتمعات نباتية مختلفة حسب الصخرة الأم ونوع التربة، مثل أشجار اللزاب التي تنمو على الترب الكلسية المارنية، وشجيرات اللوز البري والزعرور البري التي تنمو في الترب الكلسية القاسية، والخرنيبة والطرفاء والغرقد (النترايا) في الترب الرملية أو الملحية.

٣ . **أوج فيزيوغرافي:** نجد أشكالاً مختلفة ومتباينة من النمو والتطور النباتي نتيجة تباين ارتفاع الطوابق النباتية على مختلف السفوح الجبلية، وعلى مختلف الارتفاع عن سطح البحر، لذلك نجد التباين في المجتمعات النباتية حسب الارتفاع عن سطح البحر أو تأثير اتجاه السفوح.

٤ . **أوج كاذب (شبه أوج):** المجتمعات النباتية الحالية تختلف عن المجتمعات النباتية السابقة نتيجة تدهور البيئة الناتج عن فعاليات ونشاط الإنسان فالبيئة الحالية لا تسمح بعودة الأوج الأصلي لتباين الخصائص البيئية الحالية والتي لا تسمح بوصول المجتمعات النباتية إلى المجتمع الأوجي وتوقفها عند مرحلة معينة من التعاقب.

إن المجتمع النباتي ليس ثابتاً، فالمجتمعات النباتية تظهر وتنمو تحت تأثير العوامل البيئية، وردّ فعل النبات تجاه هذه العوامل، وعملية نمو المجتمعات النباتية تعتمد على **ظاهرة التعاقب** إن عملية انتشار مجموعة نباتية في منطقة ما، لا يمكنها أن تصل إلى مرحلة الاتزان، إذ لا بد من أن تحدث تغيرات وتطورات متتابعة، ومن مراحل متلاحقة متمايزة بعضها عن بعض يُطلق عليها **التعاقب النبات plant succession** فخلال مراحل التعاقب تعمل المجموعات النباتية على سيطرة أنواع نباتية أكثر تأقلماً مع شروط الوسط البيئي، إلى أن تنتهي هذه المراحل بسيادة غطاء نباتي معين، متأقلم مع أحوال الوسط البيئي، وهذه المرحلة المتميزة بنبات معين سائد في ظروف مناخية معينة، يطلق عليها **اسم الأوج النباتي climax**، فالأوج النباتي هو نهاية التتابع النباتي، وفيه تصبح المجموعة النباتية في حالة توازن مع الوسط، وتسود أنواع ملائمة للمناخ والتربة، قادرة على تحمل الخصائص البيئية المحيطة. الشكل .٦٣. التعاقب النباتي، فالميزة الأساسية في

هذه الظاهرة، هي النمو التدريجي للنبت نتيجة توالي عدة مجتمعات نباتية ذات متطلبات بيئية وتركيب نباتي مختلف على الموقع نفسه ويدل على أن المجتمع النباتي وصل إلى حالة ثبات، وأنه أصبح في حالة توازن مع بيئته، وسوف يظل النبات هو نفسه دون تغيير لمدة طويلة.

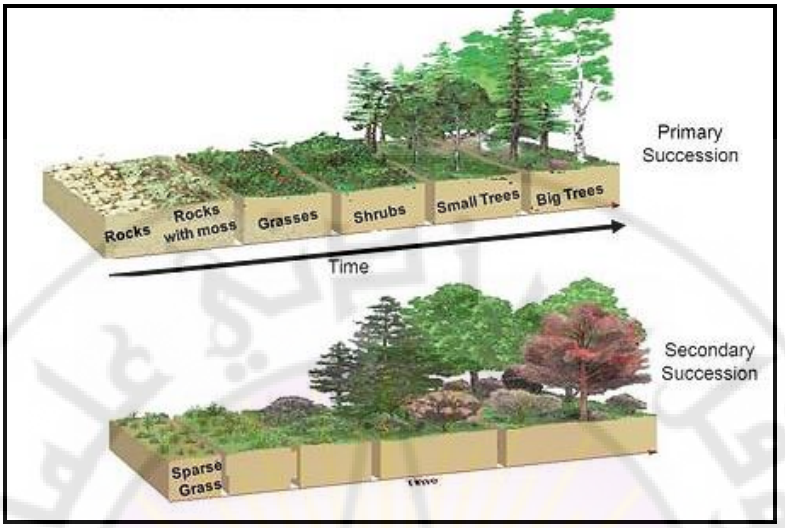


الشكل .٦٣. التعاقب النباتي

ويُقسم التعاقب النباتي إلى نوعين هما التعاقب الأولي primary succession، والتعاقب الثانوي secondary succession ، انظر الشكل .٦٤. أنواع التعاقب النباتي.

أ . التعاقب الأولي primary succession: يُطلق على توالي المجتمعات على أرض جديدة لم يسبق أن غزتها النباتات من قبل، وهو يبتدئ بنباتات رائدة pioneer plats حتى يصل إلى الأوج ويحدث هذا التعاقب بصورة بطيئة ويتألف من تتابع عدة مراحل، وقد يطلق على التعاقب الأولي اسم التعاقب التقدمي أي أنه يدل على تقدم النبت باتجاه الأوج.

ب . التعاقب الثانوي secondary succession: يحدث نتيجة تهديم الأوج لسبب من الأسباب كالحرائق أو السيول أو الاستثمار غير الصحيح. حيث تغزو النباتات موقعاً لم يسبق أن وجدت فيه مجتمعات أوجيه، أي تكون أرض الموقع متطورة نسبياً لدرجة تسمح بغزوها من قبل المجتمعات أكثر ملائمة لنمو نباتات أخرى. وقد يطلق على التعاقب الثانوي اسم التعاقب التراجعي أي ابتعاد النبت الطبيعي عن الأوج تحت تأثير عوامل التخريب المختلفة، يأخذ التعاقب مئات السنيين للوصول إلى الأوج. والتعاقب الثانوي أسرع من التعاقب الأولي في الوصول إلى الأوج.



الشكل .٦٤. أنواع التعاقب النباتي

١.٨. مراحل التعاقب النباتي:

١ . **بداية التعاقب:** يبدأ التعاقب النباتي في بقعة تربة مستقرة إذا كانت عارية لا يشغلها غطاء نباتي أو عندما تتعرض منطقة لتبدل في العوامل الحيوية مثال ذلك التعرض للرعي، أو الحراثة، أو الاحتطاب، أو الحرائق.

٢ . **هجرة الأنواع النباتية (البعثرة النباتية):** هجرة البذور والأبواغ وأعضاء التكاثر الخضرية من المواقع المجاورة إلى المواقع الجديدة، عن طريق الهواء أو الماء أو الطيور أو الحيوانات.

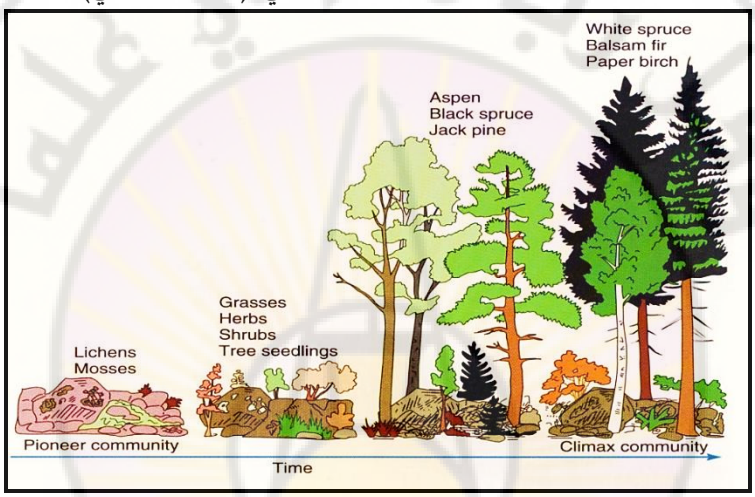
٣ . **التأقلم:** وهي مرحلة الإنبات والنمو وتثبيت النباتات لنفسها في الموقع.

٤ . **التنافس:** التزاحم بين الأنواع النباتية أي تنافسها بعضها مع بعض بحيث أن وجود النوع الواحد يقلل من فرص وجود النوع الثاني. ويأخذ التنافس أحد شكلين: أما التزاحم على الموارد الطبيعية كالتنافس على الرطوبة المتوفرة في التربة، والعناصر الغذائية، وعلى الضوء. أو إفراز مواد سمية تعيق نمو الأفراد الأخرى عن طريق زيادة حموضة التربة، أو زيادة قلويتها، أو ملوحتها...

٥ . **ردة الفعل:** وهي مرحلة تحوير وتطوير النباتات للبيئة.

٦ . **الاستقرار:** وهي مرحلة الأوج أو الغطاء النباتي الذروي، ويسمى المجتمع النباتي الذي ينتهي إليه التعاقب (الأوج) أو الغطاء النباتي الذروي، ومن أهم ميزات الأوج استقراره أو توازنه مع شروط البيئة والمناخ السائد.

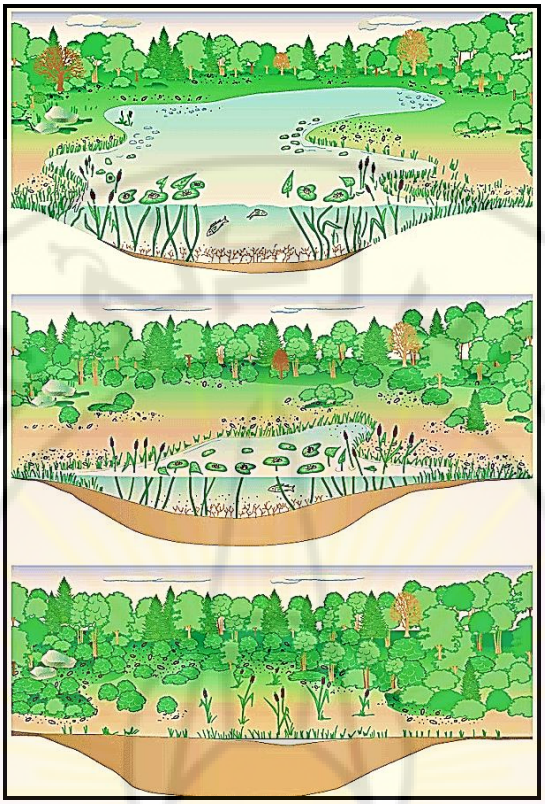
١.١.٨. مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي): يحدث على أرض جديدة لم يسبق أن غزتها نباتات، ويحدث هذا التعاقب بصورة بطيئة ليصل إلى مرحلة الأوج عند ظهور أرض عارية نتيجة انبثاق أرض كانت مغمورة تحت سطح البحر، أو ترسب طبقات من الطمي أو جفاف إحدى البحيرات. تأتي النباتات وتحتل هذه الصخور وتغير من خصوبتها وتجعل البيئة أكثر ملائمة لنمو النباتات الأخرى. وتُسمى سلاسل التعاقب التي تبدأ على صخور عارية أو اليابسة بسلاسل التعاقب الجفافية. الشكل ٦٥. مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي).



الشكل .٦٥. مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي)

٢.١.٨. مراحل التعاقب المائي: تنمو في البحيرات الضحلة نسبياً نباتات مغمورة بالماء مثل الأيلوديا Elodea، ولسان البحر، وحامول الماء وباستمرار نمو هذه النباتات تبدأ المواد العالقة التي تحملها مياه تيار مائي بالترسيب فوق النباتات ثم تهبط إلى قاع البحيرة، كما تموت الأجزاء المسنة من النباتات وتغوص إلى القاع، وباستمرار الترسيب يؤدي لنقص عمق الماء، ويرتفع مستوى القاع، فتصبح الظروف غير ملائمة لنمو النباتات الأصلية، وتُلائم ظهور نباتات جديدة. وتبدأ أنواع من النباتات الطافية زحفها على الرقعة التي تشغلها نباتات الغمر، وكلما ازداد عدد هذه النباتات واستمر انتشارها وزادت تغطيتها لسطح الماء انخفضت كمية الضوء وازداد ترسب التربة والمواد التي يحملها الماء، وبالتالي تُصبح الأجزاء القريبة من الشاطئ والتي كانت تسودها النباتات الطافية صالحة لغزو نباتات جديدة هي نباتات المستنقعات القصبية، باستمرار تناقص عمق الماء، وارتفاع مستوى القاع، وازدياد خصوبة التربة، تغزو الرقعة نباتات تنشب جذورها في القاع وتكون مغمورة جزئياً بحيث ترتفع أوراقها وأجزاءها العليا فوق سطح الماء، ولكثافة نموها

الخضري تُظلل على ما تحتها من نباتات، فينقطع الضوء عن النباتات الطافية، وتختفي بعد فترة قصيرة. كلما ارتفع مستوى القاع وبرز فوق الماء، وأصبحت البنية غير صالحة لنمو نباتات المستنقعات، وباختفاء نباتات المستنقعات يأخذ الغطاء النباتي في التحول من مستنقعات إلى مروج فتظهر أنواع عديدة من النجيليات، وبالتالي تصبح التربة جافة، ما يجعلها غير صالحة لنمو النباتات التي كانت موجودة من قبل، وفي النهاية تصبح المروج على درجة من الجفاف لا تسمح بنمو النباتات المحبة للماء، واستمرارها تتحول في الأجواء الجافة إلى أراضي حشائش جفافية، أما في البيئات المطيرة الرطبة تتحول إلى غابات. وعندما يرتفع مستوى سطح الأرض إلى الحد الذي تصبح فيه التربة مشبعة بالماء في بعض أوقات السنة، وجافة نسبياً في بقية العام تبدأ بعض الأنواع الشجيرية والأشجار بالظهور، وهذه النباتات الخشبية تنشر على سطح الأرض ظلال، وتخفض من مستوى الماء الأرضي عن طريق النتح، وتُصبح تلك التربة أكثر جفافاً وبيئة صالحة لنمو أنواع من النباتات الأكثر احتمالاً للشمس والجفاف. وباستمرار تراكم الدبال، وازدحام التربة بالبكتيريا والفطريات والكائنات الأخرى ... تزداد خصوبتها فتُتاح الفرصة لأشجار جديدة تغزو الرقعة، وتزداد كثافتها تدريجياً. الشكل ٦٦. مراحل التعاقب المائي.



الشكل ٢٦. مراحل التعاقب المائي

٢.١.٨. التعاقب الثانوي (التعاقب التراجعي): هو ابتعاد النبت الطبيعي عن الأوج تحت تأثير عوامل التخريب المختلفة كالرعي والقطع الجائرين والاستثمار السيئ... فتبدل الشروط البيئية في المنطقة سبباً في تحول الغابة باتجاه تراجعي أي غابة متدهورة، ولما كان المناخ العام ثابت نسبياً لفترة طويلة من الزمن والصخر الأم ثابت، فإن التحولات تكون نتيجة تغير الخصائص البيئية الناتجة عن تأثير الأنشطة البشرية المختلفة.

ومن البديهي أن هذه السلسلة من التعاقب التراجعي لا يمكن إرجاعها كلياً بشكل طبيعي إلى الأوج النباتي عبر وقف النشاط البشري والإدارة البيئية الرشيدة، نظراً لحدوث تغيرات متنوعة غير قابلة للعودة إلى ما كانت عليه قبل تخريبها لاسيما انجراف التربة، ومن هذا المنظور فإن حماية البيئة المتدهورة ولفترة زمنية طويلة ربما يساعد على إعادة الغطاء النباتي إلى ما كان عليه من قبل التدهور، ومن الممكن أن يصل المجتمع النباتي إلى مرحلة الأوج بعد فترة زمنية طويلة نسبياً بعيداً عن النشاط البشري السلبي.

تاسعاً . طرائق دراسة المجتمعات النباتية وصفتها الاجتماعية:

تتم عادةً دراسة المجتمعات النباتية ووصفها في الحقل من خلال طريقتين لكل منهما أساليبها الخاصة والأهداف التي تحققها وهاتان الطريقتان هما:

أ . الطريقة الأولى: وصف الغطاء النباتي بناءً على المظهر العام، حيث يتم من خلالها وصف المجتمعات النباتية تبعاً لمظهرها وشكل نمائها وحجمها وتُستخدم هذه الطريقة عادةً لتصنيف الغطاء النباتي ودراسته في مناطق واسعة كالعالم أو قارة أو دولة ...

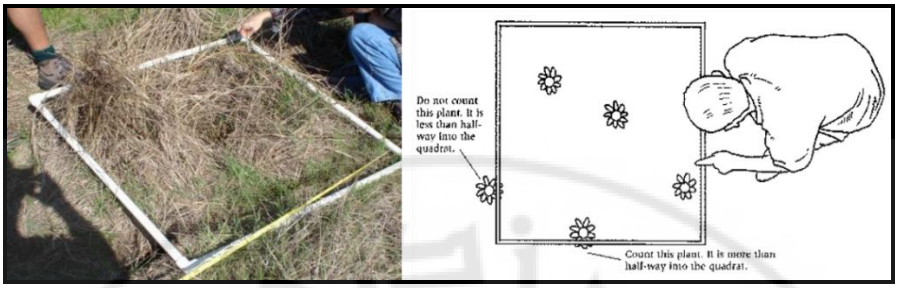
ب . الطرقة الثانية: طريقة وصف الغطاء النباتي بناءً على المحتوى النباتي ويتم من خلال هذه الطرقة دراسة المجتمع النباتي وذلك تبعاً لوجود أو عدم وجود الأنواع النباتية المميزة للمجتمع النباتي في منطقة معينة ودرجة وفرتها وكثافتها ودرجة تغطيتها وسيادتها ويتم معالجة هذه العناصر والوصول إليها بالطرق الكمية.

١.٩. طرائق دراسة المجتمعات النباتية: تتطلب دراسة مجتمع نباتي ما حصرا للأنواع التي يتكون منها ذلك المجتمع، ومعرفة النسبة العددية، وتوزع الأنواع داخل المجتمع، إن الدراسة الشاملة للمجتمع النباتي مستحيلة لذا نلجأ إلى أخذ العينات من الغطاء النباتي الممثل للمجتمع، وبتجميع العينات نستطيع أخذ فكرة عن المجتمع بأسره، لذا فمن اللازم التدقيق في اختبار مواضع العينات وعددها وحجمها وشكلها وهناك طريقتان لتحليل الغطاء النباتي الأولى طريقة المربعات Quadrats Method، والثانية طريقة القطاعات Sectors Method.

أ. طريقة المربعات Quadrats Method:

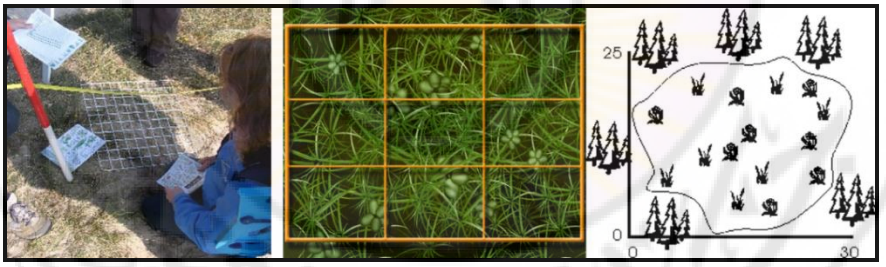
المربع اسم يطلق على وحدة جمع النماذج وهي مساحة معينة قد تكون بشكل مربع أو مستطيل أو دائرة، وتختلف المربعات بالحجم والشكل والعدد، وتعتمد على طبيعة النباتات الموجودة ولغرض دراسة أنواع النباتات وترددها بالحقل، ومعرفة فيما إذا كان المجتمع متجانساً، أو غير متجانس، وتعد هذه الطريقة أكثر شيوعاً في أخذ العينات لدراسة وتحليل الغطاء النباتي، وهناك عدة أنواع من المربعات التي نستعمل في هذا الجانب وهي:

١ـ المربع التعدادي الجدولي List count quadrat: يمكن بوساطته حصر الأنواع النباتية التي تستوطن مساحة معينة من الأرض ومعرفة عدد الأفراد من كل نوع وذلك بطريقة العد. الشكل ٦٧. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع التعدادي الجدولي.



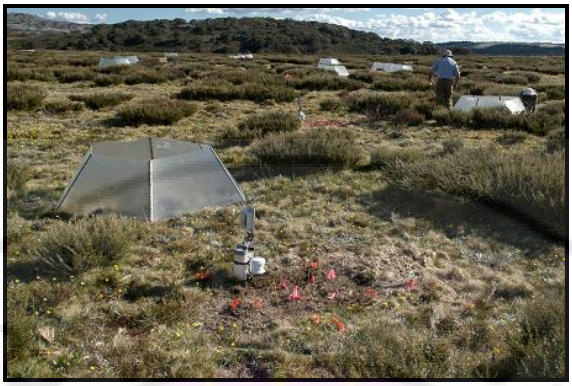
الشكل .٦٧. المربع التعدادي الجدولي

٢. المربع المرسوم Chart quadrat: تسمح هذه الطريقة بدراسة الغطاء النباتي في أوقات متعاقبة لمعرفة ما يطرأ عليه من تغييرات موسمية أو تغيرات ناشئة عن تغير الخصائص البيئية، وتتيح الفرصة لتقدير التغطية النباتية الكلية Total plant cover في المجتمع النباتي، وكذلك التغطية النسبية لكل نوع Relative cover of species وبذلك يمكن معرفة درجة كثافتها Density. يعمل المربع المرسوم على صفحة من ورق المربعات بمقياس رسم ملائم، ثم يقسم إلى مربعات صغيرة يسهل تمثيلها على الرسم، ثم تنزيل النباتات الموجودة على الأرض على مربع الخارطة المرسوم على الورق، وتوضح الأنواع النباتية على الورق بإعطائها رموز خاصة. الشكل .٦٨. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع المرسوم.



الشكل .٦٨. المربع المرسوم

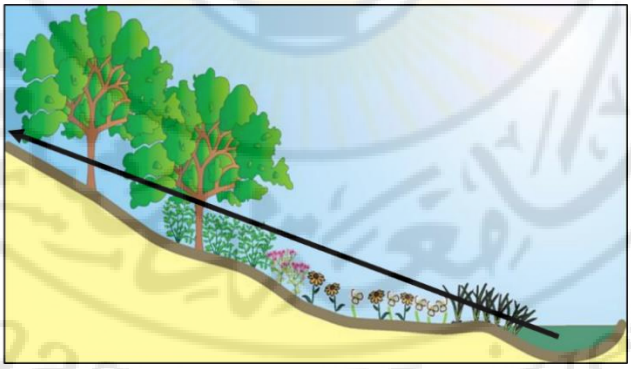
٣ . المربع المستديم Permanent quadrat: يعمل هذا النوع من المربعات في الحالات التي تتطلب فيها دراسة تكرار المشاهدة وتفيد هذه الطريقة بدراسة حالة التعاقب النباتي (التتابع النباتي) ودراسة سرعة التغطية في مساحة يمنع فيها الرعي وتدخل الإنسان (المحميات)، وتوضح التغيرات المناخية، الصورة .٣٨. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع المستديم



الصورة .٣٨. المربع المستديم

ب . طريقة القطاعاتSectors Method:

تستخدم عندما يكون استخدام المربعات متعذراً أو غير مناسب لدراسة الغطاء النباتي في المناطق ذات الغطاء النباتي المتناثر والمبعثر، كما هو عليه الحال في المناطق الصحراوية، وفي أراضي الغابة غير قابلة للاختراق. ويمكن استخدام طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض أي الأراضي المتدرجة الارتفاع عن سطح البحر فمن الممكن عن طريق القطاع تميز عدد من التكَّوينات النباتية تبدأ بالنباتات المغمورة ثم الطافية ثم المستنقعات القصبية فالمراعي وتنتهي بالغابات، الشكل .٦٩. طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض.

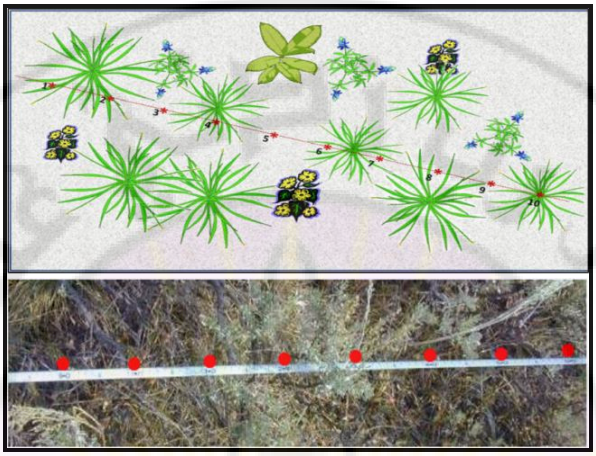


الشكل .٦٩. طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض

وأهم أنواع القطاعات هي:

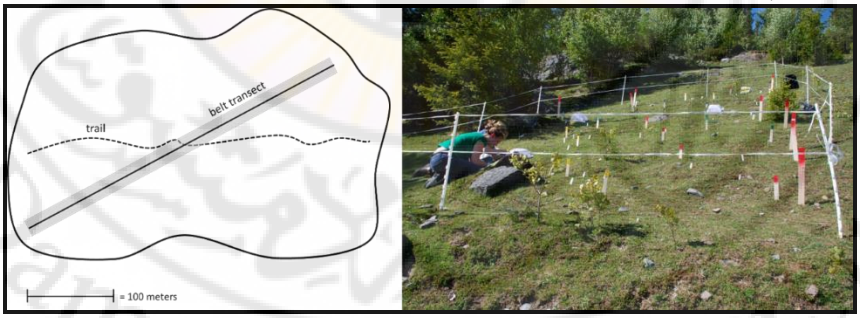
١. **القطاع الخطي Line transect** : تتم هذه الطريقة عادةً بمد شريط قياس مقسم إلى أمتار قد يصل طوله إلى مسافات طويلة قد تبلغ مئات الأمتار أحياناً. يُمد الشريط بين نقطتين عبارة

عن بداية ونهاية ويتم اختيار النقطتين بشكل عشوائي، وتُسجل جميع أفراد الأنواع النباتية التي تلامس أو تعترض طريق الشريط ويتم حساب التغطية النباتية بوساطة قياس طول المسافة من الخط التي تلامس الأنواع النباتية. الشكل .٧٠. طريقة القطاع الخطي



الشكل .٧٠. طريقة القطاع الخطي

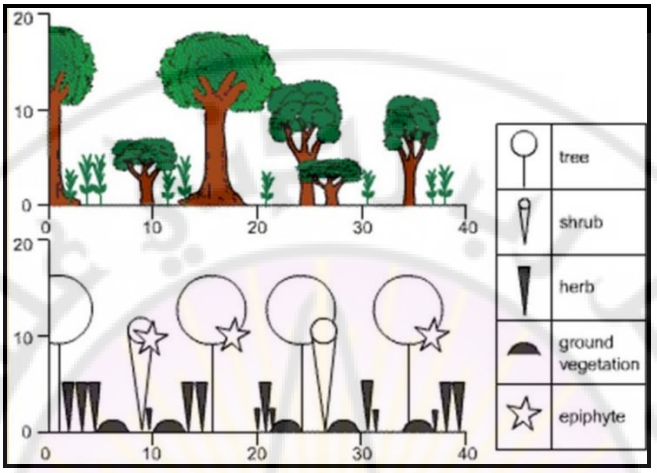
٢. **القطاع الحزامي belt transect:** يمكن تطوير القطاع الخطي وذلك بقياس الأنواع النباتية ضمن عرض معين بين خطين متوازيين يُعرف باسم القطاع الحزامي ويتم معاينة النباتات فيها كما تم توضيحه في طريقة القطاع الخطي. الصورة .٣٩. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الحزامي.



الصورة .٣٩. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الحزامي

٣. **القطاع الطيفي Stratum transect:** طريقة عمله إن يمد شريط القياس في الاتجاه المطلوب ثم يقاس ارتفاع النباتات التي يمسها الشريط بمسطرة في وضع قائم ويبين في القطاع الطبقي أيضاً الامتداد الأفقي للنباتات عند الارتفاعات المختلفة وذلك بطريقة التعبير عن كل نوع

من النباتات برسم توضيحي يبرز أهم مميزاته الشكلية وطريقة امتداده وتفرعه. الشكل .٧١. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الطيفي.



الشكل .٧١. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الطيفي

٢.٩. الصفات الاجتماعية التي تميز المجتمعات النباتية:

إن دراسة الصفات الاجتماعية تسمح بوصف المجتمعات النباتية ومن ثم تمييزها، وتُقسم الصفات الاجتماعية إلى:

١.٢.٩. صفات تحليلية :Analytical characters تنقسم إلى:

أ . صفات كمية Quantitative characters: تتناول الصفات الكمية:

- **الغزارة أو السيادة Abundance (الكثافة)** هي إجمالي عدد أفراد النوع النباتي في وحدة المساحة. تعتبر كثافة النوع النباتي الواحد كثافة جزئية لأنه جزء من الغطاء النباتي الكلي، لذلك تسمى كثافة جزئية أو نوعية، ولمعرفة كثافة جميع النباتات نحسب الكثافة الكلية كالآتي:

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{\text{إجمالي عدد أفراد النوع الواحد}}{\text{وحدة المساحة}} \times ١٠٠$$

ولمعرفة كثافة جميع النباتات نحسب الكثافة الكلية كالآتي:

$$\text{الكثافة الكلية} = \frac{\text{إجمالي عدد أفراد كل الانواع}}{\text{وحدة المساحة الكلية}} \times ١٠٠$$

- **التغطية Cover:** هي المساحة التي تغطيها أفراد النوع النباتي الواحد أو كل الأنواع النباتية في المجتمع النباتي. ويعبر عنها بنسبة مئوية، فالنسبة المئوية ١٠٠% تعني أن سطح التربة

مغطى بشكل كامل، والنسبة ٧٠% تعني أن ٣٠% من سطح التربة غير مغطى بالنباتات إذا نظرنا له من الأعلى. فالتغطية الكلية = مجموع تغطيات النباتات، أما التغطية النسبية:

$$\text{التغطية النسبية} = \frac{\text{مساحة تغطية النبات}}{\text{المساحة الكلية}} \times ١٠٠$$

- **التردد (التكرار) Frequency**: الكثيرة من الأنواع النباتية لا يكون انتشارها على كافة المساحة التي يحتلها المجتمع النباتي، والتردد هو عبارة عن درجة احتمال وجود النوع النباتي في أي مربع من المجتمع المدروس، ويعبر عنها بنسبة عدد المربعات التي يوجد فيها النوع إلى عدد المربعات المدروسة.

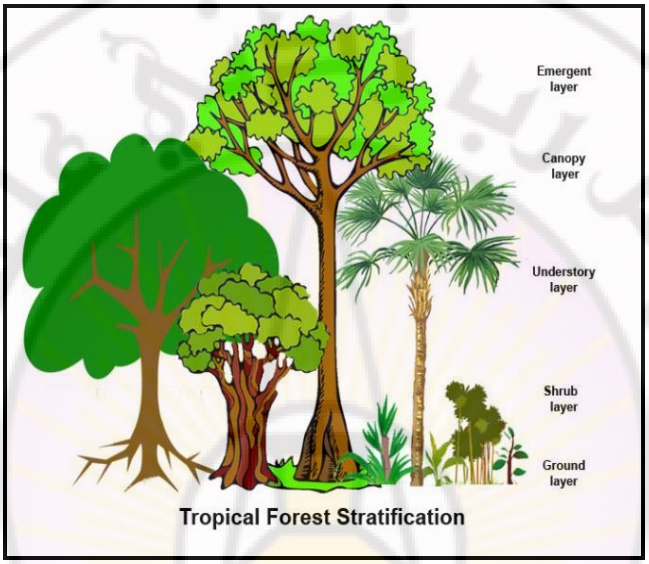
$$\text{التردد (R)\%} = \frac{\text{مجموع المربعات التي ظهر بها النوع}}{\text{المجموع الكلي للمربعات المدروسة}} \times ١٠٠$$

٢.٢.٩. صفات وصفية Descriptive characters:

١.٢.٢.٩. الاجتماعية أو جماعية النوع Sociability: صفة تحدد درجة تجمع أفراد كل نوع أو تفرقها داخل حدود المجتمع النباتي، وللصفة الاجتماعية مقياس لنمط التوزع وتنظيم الأنواع، هل هي تنمو أفراد مبعثرة ومعزولة عن بعضها أم هي مجتمعة على شكل رقع كثيفة. وقد اقترح براون بلانكيه مقياساً لجماعية النوع مؤلفاً من خمس قيم: (١) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل مبعثر (مفرد)، (٢) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل مجموعات صغيرة (باقات)، (٣) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل بقع (رقع صغيرة)، (٤) يدل على أن أفراد النوع تتجمع في مستعمرات صغيرة أو كبيرة، (٥) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل جمهرة نقية (حشود كبيرة) وتعد الحالة الأخيرة أوفى الحالات الاجتماعية. تفيدنا الجماعية في تمييز المجتمعات النباتية، لاسيما عندما تتماثل الأغطية النباتية بأنواعها وتختلف تماماً في نمط توزع هذه الأنواع.

٢.٢.٢.٩. الحيوية Vitality: أي حيوية الفرد ونشاطه ضمن المجتمع النباتي، وذلك لأن الأنواع إذا لم تستطع التكاثر وإكمال دورة حياتها وإنتاج الثمار والبذور بنجاح كان ذلك دليلاً على عدم ملائمة ظروف البيئة لها ما يؤدي إلى زاولها من المجتمع، واقترح براون بلانكيه أربع درجات من الحيوية (٤) نباتات تنبت مصادفة لكنها لا تستطيع التكاثر، (٣) نباتات تنمو نمو خضرياً غزراً لكنها لا تكمل دورة حياتها، (٢) نباتات طبيعية النمو،(١) نباتات تنمو جيداً وتتم دورة حياتها بانتظام وتزدهر وتثمر، وغالباً ما يكون التغيير في حيوية بعض الأنواع دليلاً على أحوال المجتمع أو الانتقال إلى مرحلة جديد من مراحل التتابع (التعاقب) في نمو الغطاء النباتي .

٣.٢.٢.٩. التنضد Stratification: يترتب الغطاء النباتي في طبقات متميزة أعلاها طبقة النباتات السائدة، ففي الغابات مثلا تتميز بوجود طبقة الأشجار، طبقة الشجيرات، طبقة الأعشاب، الطبقة الأرضية أو طبقة الحزازيات. يوضح الشكل .٧٢. مقطع طولي (طبقات نباتية) في غابة مدارية.



الشكل .٧٢. مقطع طولي (طبقات نباتية) في غابة مدارية

٤.٢.٢.٩. التغير الموسمي (Periodicity): تؤثر الظروف الطبيعية ومن أهمها المناخ في نمو النبات الطبيعي، وتسهم بشكل كبير في تشكيل صورته، وتحديد نوعه وحجمه وكثافته. يتميز مظهر الغطاء النباتي إلى عدد من المظاهر الموسمية ولكل مظهر نباتاته المميزة التي تزدهر خضرياً أو زهرياً في ذلك الوقت من العام حتى تضفي شكلها ومظهرها على المجتمع النباتي بأسره فتظهر بمظهر السيادة لدرجة تحجب غيرها من النباتات، ثم لا تلبث نباتات هذا المظهر إن تتوارى لتظهر نباتات المظهر التالي التي تنعقد لها السيادة المظهرية لفترة تختفي بعدها وهكذا. ومن الممكن تميز المظاهر الآتية المظهر الربيعي المبكر، والمظهر الربيعي، والمظهر الصيفي، والمظهر الخريفي، والمظهر الشتوي. ويستغرق كل مظهر من المظاهر وقتاً محدداً من العام، ويختلف باختلاف الأحوال المناخية، ويُعد المظهر الشتوي أقل المظاهر وضوحاً لأنه يمثل موسم الكمون لمعظم النباتات.

٣.٢.٩. صفات تركيبية Synthesis characters:

إن دراسة المجتمعات النباتية من المواضيع الأكثر أهمية في الجغرافية الحيوية، لذا فقد استقلت، وأصبحت ميداناً لاختصاص جديد نسبياً وهو علم اجتماع النبات، يعتمد هذا الفرع من الجغرافية الحيوية، على تحليل التركيب النباتي، لمعرفة مدى ما بينها من تشابه أو تباين، ومدى التجانس في تركيبها، ولمعرفة مدى ولاء الأنواع المختلفة لمجتمعاتها، ودرجة ثبوت كل نوع نباتي للمجتمع.

أ. الولاء Fidelity: تدل صفة الولاء عن التوزع للأنواع النباتية، وتدل درجة الولاء على مدى ارتباط نوع معين بالمجتمع النباتي، فهناك أنواعاً يقتصر وجودها على مجتمع معين ولا توجد في سواه، وهي بذلك تكون ذات ولاء قوي للمجتمع، وفي المقابل هناك من الأنواع ما يتكرر وجوده في مجتمعات نباتية متعددة، لذا فإنه يوصف بضعف الولاء، وقد عرف برون بلانكية خمس درجات من ولاء الأنواع النباتية لمجتمعاتها هي:

- **الأنواع الاقتصارية:** أنواع يقتصر وجودها على مجتمع معين.
- **الأنواع الانتخابية:** أنواع توجد بوفرة في مجتمع نباتي معين لكنها قد توجد مصادفة، وبصورة نادرة في مجتمعات أخرى.
- **الأنواع التفضيلية:** أنواع تفضل أن تتواجد بين أفراد مجتمع نباتي معين، فهي من الأنواع الدالة المميزة للمجتمع النباتي ذات أهمية بيئية، وتحدد مكان المجتمع في سلسلة التعاقب النباتي.
- **الأنواع لا اكتراثيه:** أنواع غير متحيزة لهذا المجتمع أو ذاك وتُسمى أنواع مرافقة.
- **الأنواع الغريبة:** نباتات دخيلة في المجتمع، ووجودها فيه هو محض صدفه، قد تكون منقولة من مجتمع نباتي آخر، أو تكون بقايا مجتمع نباتي سابق.

ب . الثبات Constancy: الثبات يُعبر عن حالة المجتمع النباتي، يصف الثبات حالة توزع الأنواع في منطقة معينة، أي درجة انتظام الأنواع المختلفة التي يتكون منها المجتمع في توزعها داخله ويقاس كنسبة مئوية، وتقسم الأنواع حسب صفة الثبوت إلى خمس درجة حسب نسبة الثبات هي: الدرجة الأولى أقل من ٢٠%. والدرجة الثانية بين ٢١ . ٤٠%. والدرجة الثالثة بين ٤١ . ٦٠%. والدرجة الرابعة بين ٦١ . ٨٠%. والدرجة الخامسة بين ٨١ . ١٠٠%. وكلما زادت الأنواع النباتية في المجتمع كان ذلك دليلاً على التجانس، والدرجتين الرابعة والخامسة يوجد فيها عدد كبير من الأنواع، ما يدل على الدرجة العالية من التجانس في المجتمع.

٤.٢.٩. نماذج التوزع الجغرافي: يكون لبعض الأنواع النباتية انتشار أو توزع في مناطق جغرافية مختلفة:

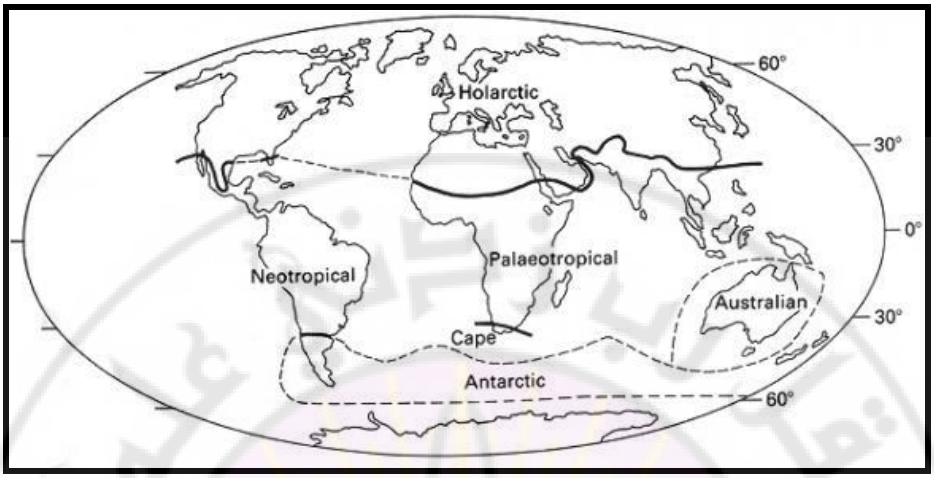
أ . الانقطاع والانتباذ: بالرغم من أن معظم الأنواع النباتية تكون متصلة إلى درجة مقبولة خلال توزعها إلا أن بعض منها له مناطق توزع متباعدة تفصلها مساحات خاليه منه، توصف هذه الأنواع بأنها ذات توزع متقطع والذي يمكن أن يكون نشأ من طرق عديدة غالباً ما يكون عن طريق الانتشار من منطقة لأخرى.

ب . التوطن: تسمى الأنواع النباتية التي توجد منفردة على مساحات جغرافية محددة، نباتات متوطنة، وهناك نوعان من التوطن: **توطن قديم:** أي أن النوع النباتي كان له توزع واسع الانتشار، ولكنه أصبح محصوراً في منطقة محددة مثال ذلك نبات الجينكو Ginko biloba الذي ينحصر وجودة في جانب صغير من الصين، ولكنه واسع الانتشار في شكل حفريات في نطاق الشمال المعتدل. **وتوطن محدث:** يكون النوع النباتي حديث العهد بالمنطقة ولم يستطع الانتقال إلى مناطق أخرى.

ج . النباتات الأجنبية: هي النباتات التي جلبت إلى منطقة جديدة بوساطة الإنسان للأغراض التطبيقية. يمكن أن تكون هذه النباتات مدجنة فتحافظ على كيانها وتصبح جزءاً من نباتات المنطقة أو أن تكون عرضية فتموت سريعاً بسبب عدم ملائمة الظروف غير الملائمة.

عاشراً . الممالك النباتية:

يُعد الغطاء النباتي للكرة الأرضية نتيجة لعملية تطورية طويلة تمت تحت تأثير عوامل الوسط المختلفة سواء في الماضي أو الحاضر، فالتغيرات التي طرأت على قارات الكرة الأرضية، وتبدل مكان القطبين، وتغيرات المناخ الموافقة لذلك خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة أدت إلى تمايز الممالك النباتية، وانطلاقاً من ذلك قُسمت الكرة الأرضية إلى ستة ممالك نباتية كما في الخريطة ٩. توزع الممالك النباتية، وهي:



الخريطة .٩. توزع الممالك النباتية

١. المملكة الشمالية (الهولركتيك)Holarctic Relam: تضم هذه المملكة القسم الأكبر من نصف الكرة الشمالية، تمتد من جنوب كاليفورنيا، والمكسيك، والجزء الجنوبي من فلوريدا، وعلى جزء الرأس الأخضر، وتجتاز الصحراء الكبرى، والصحراء العربية، وجبال إيران الجنوبية على طول جبال هيمالايا، وجنوب الصين وتحاذي خط العرض ٣٠ شمالاً في المحيط الهادئ.

٢ . المملكة الاستوائية الجديدة Neo tropical: تشمل المملكة النباتية الاستوائية في أمريكا الوسطى والجنوبية المتضمنة شبه جزيرة كاليفورنيا، وجزءً من المكسيك، والجزء الجنوبي من فلوريدا، وكامل أمريكا الجنوبية، باستثناء الثلث الجنوبي من التشيلي، وجزء صغير من جنوب الأرجنتين.

٣ . **المملكة الاستوائية القديمة Palaeo tropical:** تأتي بعد المملكة الشمالية من حيث المساحة والغنى بالأنواع النباتية، وتشمل إفريقيا باستثناء الجزء الشمالي منها، ومنطقة الكاب (الجزء الجنوبي الغربي من افريقيا) وجنوب آسيا ونيوزيلندا، (هناك خلاف من قبل الباحثين حول منطقة نيوزيلندا فبعض الباحثين ينسبها على المملكة القطبية الجنوبية وبعضهم إلى المملكة الاستوائية القديمة)، وتحوي الفصل المشترك بين المملكتين الاستوائية الحديثة والقديمة، وتقسم المملكة الاستوائية القديمة إلى قسمين الأول هندي . إفريقي : يشمل إفريقيا، ومدغشقر، والجزء الغربي من الهند، أما القسم الثاني ماليزي يشمل جنوب شرق آسيا، وإندونيسيا، وشمال نيوزيلندا.

٤ . المملكة الأسترالية Australian: تشمل كامل قارة استراليا وتسمانيا، وتتميز بفلورا خاصة بها، وأغلب أجناسها متوطنة، ويوجد ١٥% فقط من أنواعها في الممالك الأخرى

٥ . مملكة الكاب Cape: أصغر مملكة فلورية ولكنها تحتوي على عدد كبير من الأنواع يقدر نحو ٦٠٠٠ نوع، كما تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة، وتحتوي على فصائل ذات قرابة أو مشتركة مع الفصائل الموجودة في استراليا، والقطب الجنوبي، والمملكة الاستوائية القديمة.

٦ . المملكة القطبية الجنوبية Antarctic: تشمل القارة القطبية الجنوبية والجزر المحيطة التي توجد خارج المملكة الاستوائية والتي تنتشر بالقرب من القطب الجنوبي وجزءً صغيراً من أميركا الجنوبية، وبعض مناطق نيوزيلندا.

الفصل الثاني

الجغرافية الحيوانية (الفاونا) Zoogeography

أولاً . مفهوم الجغرافية الحيوانية وأهميتها:

يتمثل هدفه الأساسي للجغرافية الحيوانية في تحديد الأنواع الحيوانية البرية، والمائية، ووصفها وشرح توزعها الجغرافي، مع الأخذ بالحسبان التركيز على العلاقات السببية للظاهرات الحيوية التي تربط بين الكائن الحي والعوامل الجغرافية (الطبيعية والبشرية) في بيئته.

تدرس جغرافية الحيوانZoogeography توزع الأنواع الحيوانية البرية، والمائية مكانياً وزمانياً، فهي إحدى فروع الجغرافية الحيوية، التي تهتم بالتوزع الجغرافي الحالي والماضي للحيوانات على سطح الأرض، والعوامل البيئية الحالية والتاريخية التي تحدد التوزع الجغرافي للمجموعات الحيوانية على نطاق (قارة أو قارات)، أو على نطاق إقليمي، أو على نطاق محلي، كتوزع الحيوانات في منطقة جغرافية، وعلاقتها بالبيئة التي يعيش فيها، وتعد الحيوانات البرية، والمائية مؤشراً حية للخصائص البيئية، عن طريق مناطق التوزع الخاصة به، حيث يحدد علماء الجغرافية الحيوية على هذا الأساس المناطق التي تكون فيها الظروف البيئية موحدة أو متشابهة، وتكتنف دراسة الجغرافية الحيوانية صعوبات عدة منها أن الحيوانات لا يمكن رؤيتها في أماكن يسهل الوصول إليها، لأن بعض الحيوانات بحرية تعيش على أعماق كبيرة، وبعضها الآخر يعيش في شقوق، إلى جانب ذلك تتميز الحيوانات بحرية الحركة .

تقوم الجغرافية الحيوانية بمجموعة من الوظائف، حيث يتجسد الهدف الأول من دراستها من خلال تفسير العديد من مشكلات التوزع الحيواني، ومنها تفسير أسباب معيشة أنواع خاصة من الحيوانات في الأماكن التي تعيش فيها الآن مثل استئثار قارة استراليا بالجرابيات، وإيضاح كيفية استجابة الحيوانات لبيئاتها وبعضها لبعض، وكيفية تأثير العوامل البيئية في تطورها وانتشارها، كما تتمثل أهميتها في أن دراسة الطاقات الإنتاجية الحيوية في البيئات الطبيعية المختلفة تساعد إلى حد كبير في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستخدام الأمثل لها.

كما ترتبط جغرافية الحيوان Zoogeography ارتباطاً وثيقاً **بجغرافية النبات**، ويعزى ذلك إلى أن الحيوانات تعتمد في وجودها إلى حد كبير على النبات.

وتتألف الجغرافية الحيوانية من عدة فروع وتخصصات فرعية، لكنها تتضمن بعض المفاهيم العامة الموحدة التي تربط بين فروعها المختلفة وتسير عليها جميع الدراسات والبحوث منها:

١. **علم الأحياء التطوري developmental biology:** يهتم بدراسة أصول وأسلاف الكائنات الحية وتطورها عبر الأجيال، وتكاثرها وتمايزها بعضها عن بعض عبر الزمن، والعمليات التي أدّت إلى تنوع الحياة.

٢. **علم الحيوان الوصفي Zoography:** يصف حيوانات، كما يصف موائلها (أماكن معيشتها).

٣. **علم التشريح المقارن Comparative anatomy:** يدرس تركيب الحيوانات.

٤. **علم البيئة السلوكي Behavioral ecology** هو دراسة الأساس البيئي والتطوري لسلوك الحيوان، وأدوار السلوك في تمكين الحيوان من التكيف مع بيئته.

٥. **علم التصنيف الحيواني Taxonomy:** يقوم على دراسة الأنواع المختلفة من الحيوان ووصفها وتسميتها، ويهتم بتصنيف الحيوانات المختلفة والأسس التي يُبنى عليها في مجاميع متقاربة.

٦. **علم الحيوانات المتحجرة (المستحاثات) Paleozoology** الذي يُعنى بدراسة الحيوانات المتحجرة وانتشارها على مدى الزمن في العصور الجيولوجية القديمة، ويشمل تطور الكائنات وعلاقاتها بعضها البعض وعلاقتها بالبيئة التي تعيش فيه،

٧. **علم البيئة Ecology** يدرس العلاقة بين الكائنات الحية، وبين البيئة المحيطة بهم، وكيف يؤثر كل منهما بالآخر.

٨. **الجيولوجيا التاريخية** وبعض العلوم الإنسانية، بما في ذلك التاريخ وعلم الآثار وعلم الأعراق، والتي توفر معلومات عن التغيرات التاريخية في عالم الحيوان.

ثانياً . تطور علم جغرافية الحيوان:

لقد بدأت جذور العلم منذ ظهور الإنسان على سطح الأرض، بسبب حاجة الإنسان من جهة وغريزة حب الاستطلاع من جهة أخرى، حيث أن الإنسان الأول سجل رسوماً وأشكالاً للكثير من الحيوانات في مغارته وكهوفه المنتشرة في كل بقاع العالم. ظهرت بذور علم الحيوان في مطلع الألف الثالث قبل الميلاد، وهو علم يبحث في أحوال وخصائص الحيوانات وعجائبها ومنافعها ومضارها، ويعد **أرسطو** أول من ألفَّ كتاباً في علم الحيوان واسمه تاريخ الحيوانات، وصنَّف فيه الحيوانات حسب صفاتها المشتركة ضمن نوعين: ذوات الدم الأحمر، وكانت تشمل الفقاريات، واللادمويات التي شملت مفصليات الأرجل، وبعدها درس الحيوانات البحرية، وكان أرسطو يهتم

بسلوك الحيوانات ويدرس تأثير المناخ في معيشتها ويصف بيئتها وأمراضها، ومن خلال تشريحه للكائنات البحرية اكتشف تكوينها ودوَّنه في كتابه تاريخ الحيوانات، الذي كان مرجعاً رئيسياً للعلماء حتى القرن السادس عشر، وقد اشترك في كتابته مع الطبيب اليوناني **إرسيستراتوس** ويعد البذرة الأولى لنشر إجراء التجارب على الحيوانات خلال القرنين الرابع والثالث قبل الميلاد.

قام **بليني Pliny** عام ٢٣ . ٧٩م، بوضع موسوعة بعنوان التاريخ الطبيعي Natural History من ٣٧ مجلداً حول أنواع الحيوانات وحيث تعيش، وكانت مزيجاً من الحقائق والخرافات.

لقد كانت معظم الكتب التي كُتبت عن علم الحيوان في العصور الوسطى منقولة عن أرسطو وبليني، فلم تكن هناك أي إضافات أصيلة للتحقق من صحة ما ذكره هؤلاء أو خطئهم، ولكن الطبيب اليوناني **جالينوس Galen** عام (١٣١ . ٢٠١م) قام بالعديد من التجارب وعمليات التشريح على الحيوانات، واعتمد في ذلك على تشريحه للخنزير والقرد.

بدأت الاكتشافات الأولى التي أسهمت في تطوير الجغرافية الحيوية كعلم في منتصف القرن الثامن عشر. وكانت معظم وجهات النظر حول العالم خلال القرن الثامن عشر تتشكل من خلال الدين والكتاب المقدس بالنسبة للعديد من اللاهوتيين الطبيعيين.

وضع **كارل لينيوس** في منتصف القرن الثامن عشر طرق تصنيف الكائنات الحية، وعدَّت نتائج لينيوس أساساً للجغرافية الحيوية البيئية، والذي أفسح المجال بعد ذلك لبعض وجهات النظر حول التوزع الجغرافي للحيوانات، وقال إن بنية الحيوان ترتبط ارتباطًا وثيقاً بمحيطه المادي. كانت هذه الفكرة مهمة لنظرية التوزع الخاصة **بجورج لويس بوفون**، حيث لاحظ تغيرات في المناخ وكيفية انتشار الأنواع في جميع أنحاء العالم كنتيجة لذلك، كما لاحظ أوجه تشابه بين بعض المناطق مما دفعه للاعتقاد بأن القارات كانت مرتبطة في وقت ما ثم فصلتها المياه وتسببت في حدوث اختلافات في الأنواع، وأشار أن بعض الأنواع المُتشابهة، مثل الخيول والحمير، أو الأسود والنمور والفهود، من الممكن أن تكون سلالات منحدرة من جد مشترك، وأصبح قانون بوفون مبدأ الجغرافية الحيوية من خلال شرحه كيف كانت البيئات المتماثلة تستضيف أنواع متشابهة من الكائنات الحية. وكان **أوغسطين دي كاندول** أول من وصف الاختلافات بين أنماط التوزع الجغرافي للكائنات الحية في جميع أنحاء العالم، وقد كان لنظرياته تأثير كبير في تشارلز داروين الذي كان مصدر إلهام للنظر في تكيف الأنواع والتطور.

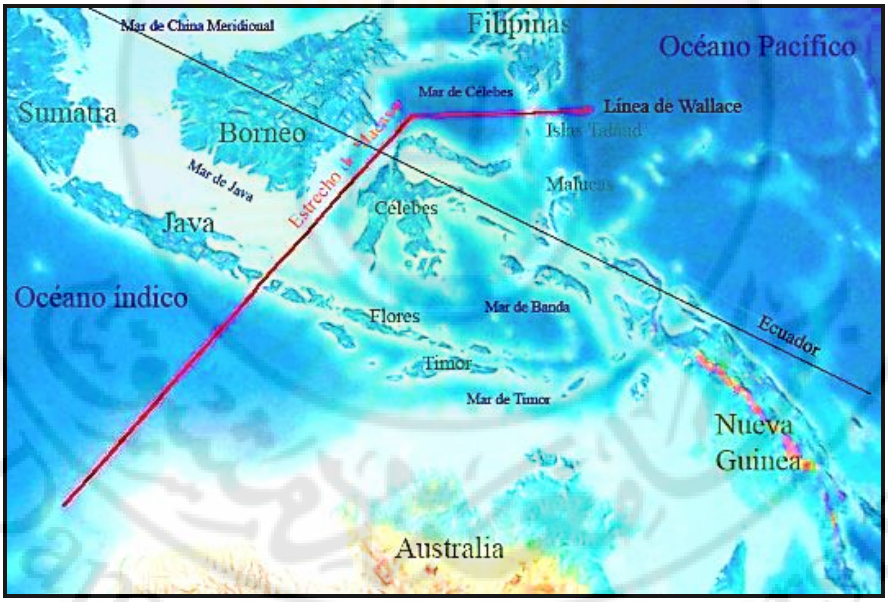
شهد القرن التاسع عشر ازدهار السفر بحراً، وكانت السفن الأوروبية تعود محملة بصناديق من عينات السلالات الحيوانية التي يُعثرون عليها، وبدأ العلماء في فَهْم تنوع الحياة الحيوانات

وتوزعها الجغرافي، وتصنيفها. منهم **كونراد جيسنر** طبيباً سويسرياً وعالماً في علم الحيوان، والنبات، أول من وصف أنواع الحيوانات في أوروبا، حيث قام بتجميع معرفته في ذلك الوقت وكتب مجلة الحيوان ١٥٥١ . ١٥٨٧م، والتي تعد منشأ علم الحيوان الحديث. و**جون راي** ١٦٢٧ . ١٧٠٥م أول من وضع تصنيف النباتات والحيوانات على أسس علمية ووضع أسس الاختلاف في الصفات الخارجية، وعرَّف النوع واعتبره الوحدة التي يقوم عليها التصنيف، وقام العالم السويدي **كارلوس لينيوس** ١٧٠٧ . ١٧٧٨م، بتوسيع نظام تصنيف أرسطو، واستخدم طريقة تصنيف أرسطو نفسها تبعاً للفروق بين الكائنات الحية في الشكل والسلوك والبيئة، وصنف الحيوانات والنباتات ووضع لها أسس التسمية الثنائية (الجنس والنوع)، وأصبح تصنيف لينيوس يُعتمد باعتباره أول نظام رسمي للتصنيف.

كما أسهم العديد من العلماء الآخرين في القرن التاسع عشر بوضع نظريات جديدة لتطوير مفهوم الجغرافية الحيوية. حيث قام العالم الجيولوجي **تشارلز لايل** بتطوير نظرية الوتيرة الواحدة، حيث بينت هذه النظرية أن التحولات الجيولوجية تتم خلال عصور وأبعاد زمنية هائلة، فهي لا تنسجم بالضرورة مع نظرية الخلق، واستنتج أنه من الممكن أن تنقرض الأنواع، ويتغير توزع الأنواع وفقاً لتغيرات مناخ الأرض. لقد أثرت هذه الأفكار إلى حد كبير بتشارلز داروين أثناء وضعه لنظرية التطور، وكان أهم دراسات **تشارلز داروين** في جزر غالاباغوس. حيث طرح داروين فكرة الانتقاء الطبيعي، وكان لأعماله دوراً مهماً في تطوير علم الحيوان، وساعدت دراساته لحياة الحيوان كثيراً في أبحاثه حول نظرية النشوء والارتقاء، بالعديد من المقارنات والأبحاث والتجارب والمراسلات لمختصين بمجال الأحياء لعدة سنوات قبل قيامه بجمع كل تلك الملاحظات في كتابه أصل الأنواع، الذي نشر في عام ١٨٥٩م، مما مكن بعض العلماء اللاحقين من تطوير أفكاره حول التوزع الجغرافي للكائنات الحية في جميع أنحاء العالم.

قام عالم الأحياء الفرنسي **جان باتيست لامارك** عام ١٨٠١م بنشر كتاب نظام الحيوانات اللافقارية، ويعد أول من تحدث عن نظرية تطور الكائنات الحية الذي أعلن فيه عن أفكاره الخاصة بتمايز أنواع الحيوانات من خلال الظروف البيئية الخاصة بحياتهم، تطورت منها من خلال تطور بطيء مبني على آلية الانتقاء الطبيعي، وقد ضرب مثالًا بذلك في حيوان الزرافة، بأنها اكتسبت تلك الرقبة الطويلة لأنها تمد رأسها لأعلى من أجل الحصول على الطعام من الأشجار، وذلك أدى إلى انتخاب صفة طول الرقبة على مدار آلاف الأجيال.

واعتبر **ألفرد راسل والاس** في القرن التاسع عشر عالم بارز في التوزع الجغرافي لأنواع الحيوانات، واشتهر لتصوره المستقل لنظرية التطور في الانتخاب الطبيعي، وورقته البحثية التي نشرت بالمشاركة مع بعض كتابات تشارلز داروين، وقد قام والاس بعمل ميداني موسع، الأول في حوض نهر الأمازون ثم في أرخبيل مالاي، وأجرى والاس أبحاث ميدانية، ودرس توزع الفراشات والطيور مقارنة بوجود أو عدم وجود عوائق جغرافية، حيث تعَّرف على الانقسام الحيواني الذي يُعرف اليوم **بخط والاس**، والذي يفصل الأرخبيل الإندونيسي إلى قسمين متمايزين: القسم الغربي الذي تكثر فيه الحيوانات من أصل آسيوي، والقسم الشرقي الذي تعكس فيه الحياة الحيوانية أستراليا Australasia التي تضم استراليا، ونيوزيلندا، وبابو غينيا الجديدة، والجزر المجاورة. وأدت ملاحظاته إلى استنتاج أن عدد الكائنات الحية الموجودة في مجتمع ما يعتمد على كمية الموارد الغذائية في موطنها، وتبين الخريطة ١٠. خط والاس الذي يفصل بين وحيش أستراليا عن وحيش جنوبي شرقي آسيا.



الخريطة ١٠. خط والاس الذي يفصل بين وحيش أستراليا عن وحيش جنوب شرق آسيا

وعلى الرغم من أن إسهام العرب في حقل الحيوان لم يكن واضحاً مثل إسهامهم في بقية العلوم، إلاَّ أن لهم آراء سبقوا بها أفكار بعض المُحْدَثين، وبرز العديد من العلماء في هذا المضمار، كان من أشهر الذين ألّفوا عن الحيوان وغلب على تناولهم الطابع اللغوي **النضر بن شميل**٨٢٠م، ومن آثاره كتاب الصفات في اللغة، الذي يتكون من خمسة أجزاء، خصص الجزء الثالث منه

للإبل، كما تناول الغنم والطير وخلق الفرس في الجزأين الرابع والخامس، وكذلك **أبو زياد بن عبدالله الكلابي** ٨١٥م، له كتاب الإبل، **وهشام الكلبي**٨١٩م، من تصانيفه أنساب الخيل، **وأبو عبيدة التيمي**٨٢٣م، ومن مؤلفاته كتاب الفرس، وكتاب الإبل، وكتاب الحيات، وكتاب أسماء الخيل، ودرس **الأصمعي** ٨٢٩م، بعض أصناف الحيوانات البرية والبحرية والأليفة والمتوحشة، وكان جل تركيزه على دراسة بيولوجية الخيل والإبل بشكل موسع في مصنفاته خلق الفرس، والخيل، والإبل، والشاء، وكتاب الوحوش، **وابن السكيت** ٨٥٧م، من تصانيفه كتاب الوحوش، وكتاب الحشرات، وكتاب الإبل، **والدينوري٨٩٥م**، وله كتاب الخيل، وألف **الجاحظ** ٨٩٦م، موسوعته بعنوان الحيوان، درس فيها سلوك الحيوان وأعضاءه وتطوراته وطعامه وشرابه وسلاحه وطباعه وأمراضه وعمره وموطنه وأثر البيئة فيه وعلاقته بغيره من الحيوانات، كما اشتمل على ملاحظات علمية صحيحة كقوله: إن الخفافيش تلد ولا تبيض، وترضع، أما التمساح والسلحفاة والضفدع فإنها تبيض وتحضن بيضها، ومن ملاحظاته أن جميع الحشرات وجميع العقارب والذبابات والأجناس التي تعض وتلسع تكمن في الشتاء دون أكل أو شرب ما عدا النمل والنحل، فإنها تدخر ما يكفيها أثناء فترة سباتها. ويُعد الجاحظ أول من قال عن أسس **المكافحة الحيوية**، حيث قال: فعلمت أن الصواب في جمع الذباب مع البعوض، فإن الذباب يفنيه. هذا الكلام له مفهوم بيئي مهم في السيطرة على الكائنات الحية الضارة بدلاً من استعمال المبيدات والمواد الكيميائية التي تلوث البيئة. ويعد العالم **المجريطي** ١٠٠٨م، أول من وضع كتاباً أبرز في عناوينه كلمة **البيئة** من خلال كتابه في الطبيعيات وتأثير النشأة والبيئة في الكائنات الحية، ولعل المجريطي كان أول من تحدث فيما يعرف اليوم بمراتب الهيمنة لدى الحيوانات، حيث أشار إلى أن للحيوانات رئيساً ومرؤوساً فيقول: إن الحيوانات فيها التفاضل موجود كوجوده في بني آدم وفيها رؤساء وقادة في كل جنس من أجناسها. وقسّم **ابن مسكويه** ١٠٣٠م في كتابه الفوز الأصغر، الكائنات الحية إلى مراتب، وقسم الحيوانات إلى أقسام وضع كل قسم منها في وضعه الملائم من الشجرة الحيوانية، وذكر تأثير البيئة في جميع الأحياء، وتحدث عن الحيوانات الدنيئة، التي لم تستوف الصفات الحيوانية الكاملة، والتي تشابه النباتات في صفاتها، كالسوطيات التي تشبه الحيوانات في أنها قادرة على الانتقال والحركة، وتشارك النبات في قدرتها على التركيب الضوئي، وكالأصداف والحلزون، ليس لهما من صفات الحيوانية إلا حس واحد، وهو حس اللمس، والحيوانات ناقصة الحواس فيمثل لها بالخُلد، الذي فقد البصر بتأثير البيئة، تُولد صغاره بعيونها، غير أن عيونها سرعان ما تضمر، ومن أمثلة الحيوانات ناقصة الحواس النمل، ومنه

أنواع لا عيون لها، إلاَّ أن باقي حواسها مُستكْمَل قوي كحاسة الشم، وتلك التي استكملت حواسها الخمس فهي عنده على مراتب متفاوتة، منها البليدة الجافية الحواس، ومنها الذكية اللطيفة الحواس التي تستجيب للتأديب، وتقبل الأمر والنهي كالفرس من البهائم والبازي من الطير، أما القردة وما شاكلها فقد وضعها في قمة مرتبة الثدييات. ألّف **الدميري** ١٤٠٥م، كتاب حياة الحيوان الكبرى، وأورد الكتاب في نحو ٩٠٠ نوع من الحيوانات وأسماءها وفصائلها وطبائعها وخصائصها، ويُعد كتابه مرجعاً لغوي لأسماء الحيوانات والطيور والأسماك، حيث جاء ترتيب هذا الكتاب على حروف المعجم، ويبدأ كل مادة بتعريف اسم الحيوان، وشرح الاسم شرحاً لغوياً، ويورد الأسماء التي يُكنى بها الحيوان ثم يتلو ذلك وصف الحيوان، وذكر طباعه وأنواعه، ويورد أحياناً قصصاً اشتهرت عن حيوان مثل: البُراق، والعنقاء، وهدهد سليمان، وحوت موسى، وفرس فرعون ... لقد بحث في كتابه مواضيع الحيوانات الخيالية والحقيقية، وخلط هذا الكتاب العلم بالأدب والحقائق بالخرافات. أما الحيوان عند **إخوان الصفا** صنفان الحيوانات: **تام الخلقة**: هو الذي ينزو ويحبل ويلد ويرضع، أما **ناقص الخلقة**: كالتي تنفذ وتبيض وتحضن وتربي، والحيوانات **الناقصة الخلقة** متقدمة الوجود على التامة الخلقة بالزمان في بدء الخلق، وقسموا الحيوانات وفق بيئاتها فمنها **سكان الهواء**، وهي أنواع الطيور أكثرها والحشرات جميعاً، ومنها **سكان الماء** وهي حيوانات تسبح في الماء كالسمك والسرطان والضفادع والصدف ونحو ذلك، ومنها **سكان البر** وهي البهائم والأنعام والسباع، ومنها **سكان التراب** وهي الهوام.

ومن المشاهدات والتجارب التي عرَّفها **العرب**، شيء من **علم الوراثة**، ولطالما استخدم العرب التهجين في إبلهم، واختاروا أفضل الفحول لأفراسهم، ومن قول الجاحظ في هذا المعنى إذا ضربت الفوالج (الجمال ذات السنامين) في العراب (الإبل العربية) جاءت هذه الجواميز (الإبل الممتازة) والبُخت (الإبل الخراسانية) الكريمة التي تجمع عامة خصال العراب، وخصال البخت، ومتى ضربت فحول العراب في إناث البخت، جاءت الإبل البهوتية أقبح منظراً من أبويها، وفي هذا المعنى من التهجين يقول الدّميري: المتولد من الفرس والحمار، إن كان الذكر حماراً فشديد الشَّبه بالفرس، وإن كان الذكر فرساً فشديد الشّبه بالحمار.

ومن المسائل التي سبق إليها العرب والمسلمون **أثر البيئة في الحيوانات** يورد الجاحظ عدداً من الإشارات العلمية التي توضح فهمه لهذا الأمر، وهو أول من أشار إلى أثر الهجرة والمحيط في التغيرات التي تطرأ على حياة الحيوان، فبعضها يغير لونه أو سلوكه. ولا يغيب أثر البيئة عند **القزويني** الذي يرى أن البيئة تؤثر في التوالد والتفريخ، فيقول في كتابه عجائب المخلوقات

وغرائب الموجودات: فالفيلة لا تتولد إلاَّ في جزائر البحار الجنوبية، وعمرها في أرض الهند أطول من عمرها بغير أرض الهند، وأنيابها لا تعظم مثل ما تعظم بأرضها، والزرافة لا تتولد إلاَّ بأرض الحبشة (إفريقيا الشرقية)، والجاموس لا يتولد إلا بالبلاد الحارة قرب المياه، والصقر والبازيّ والعقاب لا يُفرخ إلا على رؤوس الجبال الشامخة...

كما أننا نجد إشارات واضحة لدى كل من الجاحظ والقزويني والدّميري **لنظرية التكافل أو المشاركة الحيوانية** التي مفادها أن بعض الحيوانات التي تعيش في بيئة مكانية واحدة قد يربط بينها نوع من المصلحة المشتركة، لذا تنشأ بينها مودة، كأن يحط طائر البقر فوق البقرة ليلتقط منها الهوام، أو كأن ينظف طائر التمساح أسنان التمساح مما علق بها من بقايا اللحوم...
كان **التصنيف الحيواني** كذلك من إنجازات العرب وإسهاماتهم المميزة في علم الحيوان، فلم يكن تقسيمهم للحيوان موحداً، فقد بدأ عاماً، إذ قسموا الحيوانات إلى أليفة ومتوحشة وضارية، وعندما انتقلوا من الوصف اللغوي إلى التناول شبه العلمي، قسموها إلى نوع يمشي وآخر يطير وثالث يسبح ورابع ينساح (يزحف)، ومنهم من قسمها إلى تام وناقص ...إلخ.

تطورت العلوم الحيوية إلى فروع معرفية، وبدأ **أنطوان لافوازييه** وغيره من علماء الفيزياء بربط العالمين الحي والجامد من خلال الفيزياء والكيمياء. وقام علماء الطبيعة المستكشفون برحلات استكشافيه مثل **ألكسندر فون هومبولت** الذي قام برحلة استكشافيه طويله إلى أمريكا اللاتينية، وجمع كم هائل من المعلومات والاكتشافات العلمية، واهتم بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبيعية، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي، وعلم السلوك الحيواني الذي يدرس سلوك الحيوان في ظل الخصائص الجغرافية الطبيعيّة، والتكيفية التطورية.
اتسع مجال علم الحيوان تدريجياً، وأسهم تقدم العلوم الأخرى في تقدم علم الحيوان، باختراع الميكروسكوب المركب عام ١٩٥٠م، الذي ساعد في تقدم مجال العلوم المختلفة مثل العثور على أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة التي لم تكن مرئية باللعين المجردة.
تميزت التطبيقات الحديثة لجغرافية الحيوان المعاصرة باستخدام واسع النطاق للبيانات من التخصصات، وينصب تركيز علماء الجغرافية الحيوانية فيها بشكل رئيس على العوامل الجغرافية وتأثيرها في الحيوانات، وتأثير الإنسان في توزع الأنواع المحددة في الدراسة، كما سمحت التطورات التكنولوجية بتصوير ودراسة الأرض بالأقمار الصناعية، بإعطاء بيانات على نطاق

عالمي على سطح الأرض مثل مواقع الحيتان، ودرجة حرارة سطح البحر، وقياس الأعماق...، وتحديد مناطق الحيوانات في العالم وتوزعها الجغرافي.

ومع تطور علم الحيوان وتشعب فروعه واعتماده المتزايد على التخصصات الأخرى وابتكار التقنيات الحديثة والاتجاه نحو المعالجة البيئية، تطور علم الحيوان ليشمل التشريح المقارن، والفيزيولوجي، وعلم الوراثة، وسلوك الحيوانات، والخصائص الجغرافية البيئية، والجغرافية الحيوية، وعلم الحيوانات القديمة، والوراثة الخلوية، وعلم التوزع الجغرافي للحيوانات وغيرها من أفرع علم الحيوان المتطورة.

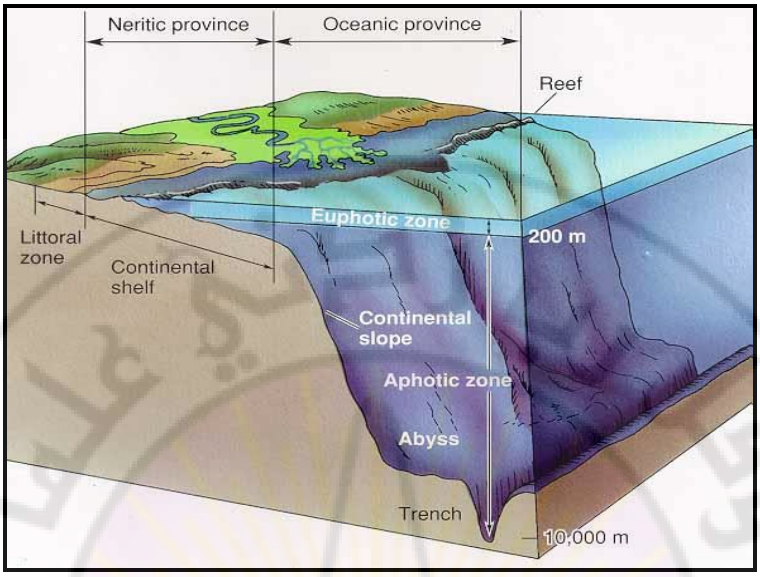
أصبح علم الحيوان يشكل مجالاً دراسياً دائم الاتساع تجري فيه خطوات سريعة بواسطة الكثير من الباحثين ولأن هناك وفرة من علماء القرن العشرين، فإنه من غير الممكن ذكرهم، ولكنة يمكن أن يذكر أن أحد أهم هذه المساهمات هي تلك الخاصة **بجيمس ديوي واتسون** عالم أحياء أمريكي، مشهور بأنه واحد من مكتشفي بنية الـ DNA عام ١٩٥٣ مع **فرانسيس كريك** العالم البريطاني **وروزاليند فرانكلين** عالمة فيزياء حيوية بريطانية.

ثالثاً . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وتوزعها وتصنيفها جغرافياً:

١ . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات ومواطنها: الموطن أو المسكن Habitat: هو ذلك الجزء أو المساحة المحيطة بالكائن الحي التي قد تتشابه بالخصائص المحيطة بالكائن، وقد تكون هذه المساحة مختلفة الحجم ابتداءً من البيئات الدقيقة مثل جذوع الأشجار وقد تكون بيئات كبيرة مثل الصحاري والمحيطات ويمكن تقسيم المسكن جغرافياً إلى:

١.١. المساكن (مواطن) الجغرافية المائية تقسم إلى:

١.١.١. (مساكن) مواطن المياه المالحة: تشكل البحار والمحيطات معظم المواطن المائية، ويحتوي البحر على عدة مناطق رئيسية لها أشكال حياة واضحة، الشكل .٧٣. يوضح المناطق الرئيسة لأشكال الحياة في البحار والمحيطات.



الشكل ٧٣. المناطق الرئيسة لأشكال الحياة في البحار والمحيطات

ونورد فيما يلي تقسيماً مبسطاً للمجتمعات الحيوية المائية المختلفة على أساس اختلاف الأعماق:

أ . منطقة الساحل littoral zone أو منطقة المد و الجزر intertidal zone: حيث يتقابل البحر مع اليابس أغنى البيئات البحرية، وحيوانات هذه المنطقة معرضة للأمواج العنيفة ولأشعة الشمس والرياح والأمطار، وللتغيير في درجة الحرارة، وعوامل التعرية والترسيب. وغنية بالأملاح المعدنية، لذلك تزدهر بها الحيوانات مثل الأطوم والقواقع والكيتون والبطلينوس وبلح البحر وقنفد البحر وحيوانات أخرى كثيرة.

ب . المنطقة تحت الساحلية sublittoral zone: وهي تلي منطقة الساحل وتكون مغمورة بالماء دائماً. تضم مجموعة متنوعة من الحيوانات وغابات من الطحالب البنية.

ج . منطقة الرصيف القاري continental shelf منطقة المياه الضحلة neritic: تحيط بالقارات وتمتد إلى عمق ٢٠٠ متر، وهذه المنطقة أكثر إنتاجاً عن عرض المحيط، لأنها تستفيد من الأملاح المعدنية القادمة من الأنهار، ومن التيارات الصاعدة عند حافة الرصيف القاري، وعلى ذلك فإن نمو النباتات يكون وفيراً، وبالتالي يدعم حياة متنوعة للحيوانات، وهي تشمل مصايد أسماك العالم.

د . منطقة السباحة pelagic zone: هي عرض المحيط الواسع، وبالرغم من أن حجمها ٩٠% من مساحة المحيط، إلا أن هذه المنطقة فقيرة نسبياً من الناحية الحيوية، وذلك لأن

الكائنات الحية تموت، ثم تترسب خارج المنطقة المضيئة، وتصل الأملاح المعدنية إلى المنطقة القاعية.

هـ . المنطقة القاعية abyssal habitat: توجد في أقصى أعماق المحيط، وتتميز بالضغط الهائل والظلام الدائم، ودرجة الحرارة الثابتة القريبة من الصفر، وقد بقيت هذه المنطقة عالماً مجهولاً للإنسان إلى وقت قريب حين استُحدثت آلات تصوير القاع، وشباك القاع التي تم إنزالهما إلى قاع المحيط لتصويره وأخذ عينات منه، حيث اكتشف حديثاً مستعمرات لحيوانات قاعية ذات اعتماد ذاتي، إذ لا تعتمد على الطاقة الشمسية إطلاقاً، ولا على تساقط المواد العضوية من أعلى.

كما يُقسم المحيط **تبعاً لاختراق الضوء** إلى منطقتين وذلك يعتمد على مدى عمق الماء هما:

١. المنطقة الضوئية Photic zone: عمقها يصل إلى ٢٠٠ م، وتوجد فيها الكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، وكذلك الحيوانات التي تعتمد مباشرة في غذائها على تلك الكائنات، ويمكن تقسيم الكائنات التي تعيش في المنطقة الضوئية إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . العوالق Plankton: كائنات دقيقة الحجم، وتشمل العوالق النباتية phytoplankton والحيوانية zooplankton الأساسية في عملية نقل الطاقة خلال الهرم الغذائي

ب . السوابح Pelagic: وتمثل الكائنات السابحة في المناطق الشطية والبحر المفتوح.

ج . القاعيات Benthos: وتمثل الكائنات الحية التي تعيش في الأعماق بما في ذلك النباتات والحيوانات وبعض الفطريات والأوليات والبدائيات.

٢. المنطقة المعتمة Aphotic zone: تشمل أعماق المحيطات ما بعد ٢٠٠ م تحت سطح الماء ولا يصلها الضوء، ولذلك فهي خالية من الكائنات الحية التي تعتمد على التمثيل الضوئي، وتقتصر على بعض الحيوانات اللاحمة، والبكتريا والفطريات التي تتغذى على المواد العضوية المتحللة.

٢.١.١. المساكن (مواطن) الجغرافية للمياه العذبة: تفرض بيئات المياه العذبة كثيراً من التحديات للعديد من الحيوانات المائية التي تعيش فيها حيث تحتاج الحيوانات المائية إلى تكيف خاص للاحتفاظ بالأملاح، والتخلص من الماء الزائدة، لأن المياه العذبة تحتوي على كمية أملاح ضئيلة. والحيوانات التي تعيش في المجاري المائية سريعة الجريان ذات تكيفات معينة مثل أعضاء للالتصاق، أو يكون شكلها انسيابياً لتفادي جرفها مع تيار الماء المستمر. كما أن كمية الأوكسجين الذائب في الأنهار والبرك والبحيرات ذات المياه الساكنة يكون أقل مما هو عليه في

بيئة المياه الجارية، ومن حيوانات المياه العذبة التي تعيش على القاع، أو على النباتات المغمورة القواقع والمحار والقشريات وأنواع عديدة من الحشرات، وحيوانات سابحة وتضم الأسماك، والبرمائيات.

١.٢. المساكن (مواطن) الجغرافية على اليابسة Terrestrial Biome:

تقسم مواطن اليابسة إلى عدة مناطق بيئية متميزة حسب دوائر العرض والارتفاع عن سطح البحر، وقد قسَّم علماء النبات اليابسة إلى وحدات كبيرة ذات نباتات متميزة، مثل الغابات، والمراعي، والصحاري، أما بالنسبة لتوزع الحيوان كان ذلك أكثر صعوبة بصفة دائمة حتى بعد أن جمع علماء الطبيعة المعلومات الأساسية حول مجالات ومراكز توزع الحيوانات حول العالم، ووجدوا أن توزع النبات والحيوان لا يتطابق، ولذلك فإن علماء التوزع الجغرافي للحيوان تقبلوا توزع النبات كوحدات حيوية أساسية، لاعتماد الحيوانات على النباتات في غذائها، فإن كل منطقة جغرافية تكفل حيوانات معينة، وتقسم بيئة اليابسة إلى :

١.١.٢. موطن الغابات الماطرة الاستوائية Tropical rain forests : هناك صفة واضحة للغابات الاستوائية وهي وجود التسلسل الطبقي الحياتي، ويشمل عدداً من طبقات التغذية كالآتي: الجزء الأعلى من الغابة تقطن الطيور آكلة الحشرات والخفافيش، وأسفل هذه الطبقة توجد طيور وخفافيش الفاكهة، وثدييات تتغذى على الأوراق والثمار، في المنطقة الوسطى توجد ثدييات متسلقة الأشجار مثل القرود وحيوان كسلان الأشجار والعديد من الطيور، وهناك مجموعة مميزة من الحيوانات توجد أعلى وأسفل جذوع الأشجار تتغذى من جميع الطبقات، مثل القوارض الكبيرة، كما توجد مجموعة مختلطة من آكلة الحشرات الصغيرة، وآكلة اللحوم، وآكلة الأعشاب، وكلها تبحث عن غذائها في الأوراق المتساقطة والأجزاء السفلى من جذوع الأشجار .

٢.١.٢. المواطن العشبية Grasslands: تنتشر في هذه المنطقة أنواع مختلفة من الأعشاب القصيرة والطويلة، وتوجد بها أنواع عديدة من الثدييات آكلات النبات كالأبقار، والجواميس، والمواشي، والظباء، والأرانب البرية، والزراف والأسود والفيلة ...

٣.١.٢. موطن الغابات المعتدلة المتساقطة الأوراق Temperate deciduous forests:

تتميز هذه المنطقة بقلة تنوع الحيوانات التي تقتصر على تلك التي تستجيب للتغييرات الموسمية بطرق مختلفة، فبعضها يهاجر، والبعض الآخر يدخل في حالة بيات شتوي، وهناك حيوانات أخرى غير قادرة على الهروب تتعايش باستخدامها الغذاء المتاح كالغزلان، أو تختزن الغذاء

كبعض أنواع السناجب، وتوجد كذلك في هذه المناطق الحيوانات الكبيرة آكلة اللحوم مثل أسود الجبل والذئاب، وتوجد بكثرة مستعمرات الحشرات، واللافقاريات.

٤.١.٢. الموطن الصحراوي Deserts: تنتشر في هذه المنطقة الحيوانات ذات القدرة العالية على تحمل الجفاف والخصائص البيئية القاسية، وللعديد من حيوانات الصحراء الكبيرة تحورات تشريحية وفسيولوجية مميزة لتحتفظ بدرجة حرارتها منخفضة، وكذلك لتحتفظ بالماء، وتتفادى معظم الحيوانات الصغيرة الخصائص الصعبة أو القاسية بأن تعيش في حجور أو تنشط ليلاً.

٥.١.٢. موطن التايغا Taiga: تتميز بانتشار الحيوانات ذات الفراء السميكة كالدببة والثعالب وغيرها، كما تكثر فيها الطيور في فصل الصيف.

٦.١.٢. موطن التندرا Tundra: تقتصر الحيوانات على بعض أنواع الثدييات مثل الرنة، وثعلب المسك، والثعلب القطبي، والأرنب البري القطبي، بالإضافة للطيور المهاجرة أثناء فصل الصيف.

٧.١.٢. الموطن القطبي Polar area: تشتهر بوجود حيوانات الفقمة، والبطريق، والدببة التي تعتمد في حياتها على البحر.

يتضح مما سبق أن لكل موطن من المواطن الجغرافية الحيوانية مجموعة خاصة من الحيوانات تعيش فيه وتتلاءم معه كما أن لها من الصفات التشريحية والفسيولوجية ما يجعلها تختلف كل الاختلاف عن المجموعات الأخرى.

٢ . التوزع الجغرافي للحيوانات وأشكال انتشارها:

إن دراسة التوزع الجغرافي للحيوان تهتم بالإجابة على السؤال: لماذا تعيش الحيوانات في مناطق معينة؟ كما توضح لنا نماذج انتشارها والعوامل المسؤولة عن انتشارها. فلكل بيئة من البيئات الحيوانية مجموعة خاصة من الحيوانات تعيش فيها، وتتلائم معها كما أن لها من الصفات التشريحية والفسيولوجية ما يجعلها تختلف كل الاختلاف عن المجموعات الأخرى، وكثيراً ما تنتقل بعض الحيوانات من بيئة جغرافية إلى أخرى، أو من مكان إلى مكان لتستقر في الأماكن الملائمة لها، وقد يكون الانتقال ميسوراً حيث تستطيع الحيوانات الانتقال بسهولة، أو أنه يجد في طريقها بعض العوائق التي يصعب اجتيازها تقف كحجاز طبيعي ضخم يمنع أو يعرقل هذا الانتقال مثل الصحاري المتسعة أو الجبال الشاهقة أو المحيطات الكبيرة التي تمنع أو تحد من انتشار المجموعات الحيوانية من مكان إلى مكان .

لقد أثبتت البحوث الجيولوجية الحديثة أنه قد حدثت تغيرات كبيرة فيما يتعلق بتوزع الماء واليابسة على سطح الأرض وذلك خلال العصور الجيولوجية القديمة فمثلاً كان يوجد اتصال أرضي

مباشر بين العالمين القديم والجديد في نصف الكرة الشمالي (أوراسيا وأمريكا الشمالية) وكان هذا الاتصال في بحر بيرنغ، مما سمح بتحرك المجموعات الحيوانية من الشرق إلى الغرب والعكس، أيضاً كان هناك اتصال بين افريقيا وأمريكا الجنوبية ويستدل من تشابه حيوانات هاتين القارتين على وجود هذا الاتصال السابق. لهذه الأسباب فإن علماء البيئة الحيوانية عندما يقوموا بتوزيع الحيوانات على سطح الكرة الأرضية لا يتقيدون بالمفهوم الجغرافي الذي يقسم العالم إلى قسمين قديم وجديد، بل أنهم يتخذون من الدراسات البيئية أساساً لينقسم هذا العالم إلى قسمين العالم الشمالي Arctogaea، والعالم الجنوبي Notogaea.

١.٢. أشكال انتشار الحيوانات: توجد طريقتان لظهور التوزع الجغرافي للحيوانات إما أن تتحرك الحيوانات إلى موقع جغرافي جديد ويعرف ذلك بالانتشار أو يتحرك الموقع نفسه حاملاً الحيوانات معه ويُعرف ذلك بالحمل:

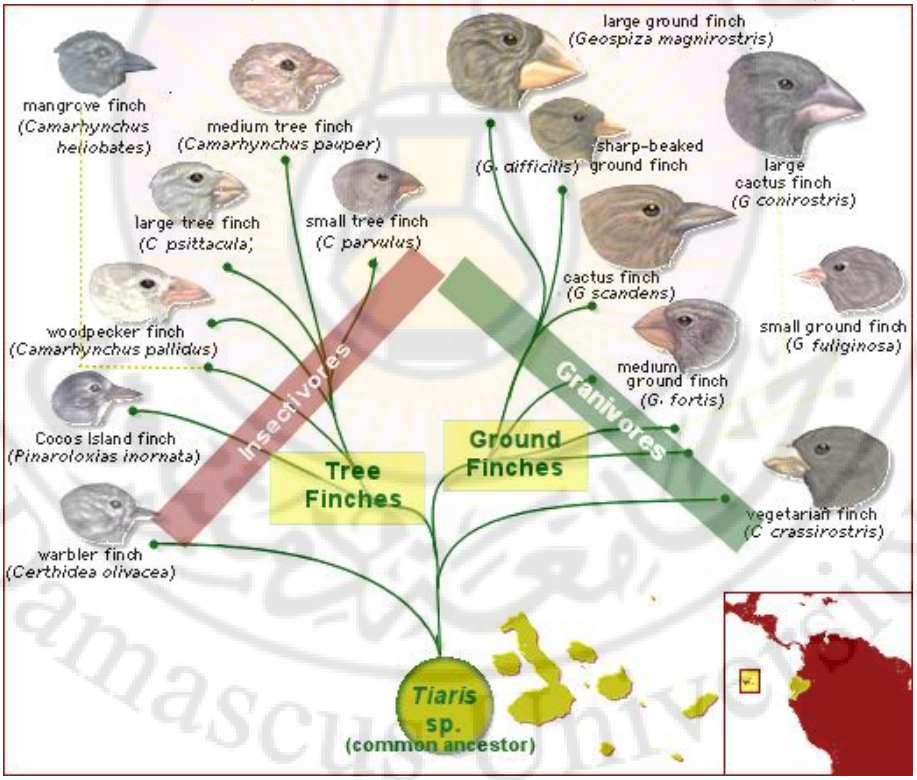
١.١.٢. التوزع بالانتشار(بالانتثار) (الانتشار الحيوي) Distribution by dispersal:

حركة أفراد النوع بعيداً عن موطنهم الأصلي، حيث تنتشر الحيوانات بالانتثار إلى مواقع جديدة بعيدة عن مكانها الأصلي، وتؤدي التغيرات البيئية إلى إرغام الحيوانات على تغيير مسكنها لتحصل على ظروف ملائمة. فعلى سبيل المثال معدل التكاثر للحيوانات كبير جداً لدرجة حدوث ضغط مستمر على الأفراد للتحرك لمساحات جديدة لتقليل التنافس على الغذاء والمأوى. ويجب أن يميز الانتثار عن الهجرة، فالهجرة هي تحرك موسمي من وإلى موقعين جغرافيين، مثل الهجرة الموسمية للطيور، أما الانتثار فهو تحرك للخارج وفي اتجاه واحد، ويمكن أن تتحرك الحيوانات المنتشرة إيجابياً بقوتها الذاتية إما أن تكون زاحفة، أو متسلقة، أو عداءه، أو قافزة (نطاطة)، أو طائرة، أو أنها تنتشر سلبياً متأثرة بالرياح وتيارات الهواء، والطفو على سطح الماء، أو تلتصق بحيوانات أخرى.

٢.١.٢. التوزع بالحمل الجغرافي الحيوي Distribution by Vicariance: يحدث التوزع بالحمل الجغرافي الحيوي عندما يُعزل نوع حيواني ما بحاجز جديد كجبل أو صحراء، أو بالتغير الجغرافي وانفصال المساحات التي كانت متصلة في يوم ما، فعلى سبيل المثال انشطرت قارة استراليا قبل ٥٠ مليون سنة من القارة القطبية الجنوبية، وكونت حاجزاً أمام دخول المشيمات، وبذلك ازدهرت وتنوعت الكيسيات في استراليا، هذا ويتطابق التوزع بالحمل الجغرافي الحيوي مع نظرية الانزياح القاري، التي صاغها العالم الألماني ألفريد فيغنير.

يتوافق توزع الحيوانات جغرافياً مع آلية نظرية التطور، لقد لاحظ علماء الطبيعة أن المناطق المعزولة جغرافياً بجبل أو واد أو بحر أو نهر تكون بيئة مناسبة لنشأة أنواع مختلفة من الحيوانات، ويكون فيها الاختلاف ملائماً للبيئة وموافقاً للانتخاب الطبيعي، وحدث التغيير بعد الانفصال الجغرافي هذا الانفصال والانعزال أتاح للكائن الحي الفرصة للتغير في الصفات مبتعداً عن المستودع الجيني، كما لاحظ العلماء كلما كانت عزلة المنطقة أشد وأقدم كان الاختلاف أكبر وهذا موافق تماماً لآلية التطور التي تحتاج إلى الوقت والانعزال لحدوث التغيير بين بني العمومة من الكائنات الحية.

من الأمثلة على ذلك التنوع والاختلاف بين طيور (عصافير داروين) الجزر القريبة من بعضها في أرخبيل جزر غالاباغوس البركانية في المحيط الهادي، وبين بني عمومتها الأبعد على البر الرئيسي في أمريكا الجنوبية (شواطئ الإكوادور). كما هو موضح في الشكل ٧٤.



الشكل ٧٤. التنوع والاختلاف بين طيور جزر غالاباغوس القريبة من بعضها

كان العالم البريطاني داروين زار جزر غالاباغوس عام ١٨٣٥م، وكانت مشاهداته التي أوضحت أن أنواع الطيور ذات صلة القرابة تختلف من جزيرة إلى أخرى، إذ تختلف الأنواع في

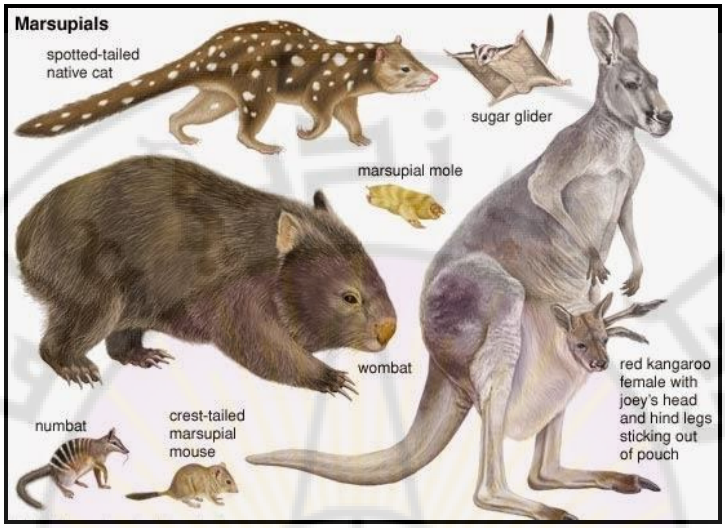
شكل مناقيرها للتلائم مع مختلف مصادر الأغذية، كانت للعصافير التي تتغذى على البذور مناقير قصيرة وغليظة، في حين أن العصافير التي تتغذى على الحشرات كانت لها مناقير طويلة ونحيفة، استخلص داروين أن جميع هذه الاختلافات كانت لفصيلة واحدة من العصافير كانت تعيش أصلاً على اليابس، وبالتدريج نمت مناقيرها وتطورت بشكل يتناسب ونوع الغذاء المختار الذي تقتات عليه، وكانت تتناسل وتتهاجن فقط مع سلالتها الخاصة، وتطورت في نهاية المطاف إلى أنواع منفصلة، فالوقت والعزل أتاح لطيور الجزر التطور بدرجة كبيرة عن طيور القارة بينما لم يتيح لطيور الجزر القريبة نفسها لتختلف كثيراً بعضها عن بعض. الشكل .٧٥ أشكال مناقير عصافير داروين.



الشكل .٧٥. أشكال مناقير عصافير داروين

مثال آخر على الانعزال الجغرافي هو خلو أستراليا من كل أنواع الثدييات إلا الجرابية (الكيسية)، باستثناء الوطاويط التي تستطيع الطيران وعبور الجزر، إن سلفاً مشتركاً بين الثدييات الأولية هاجر في وقت كانت فيه أستراليا متصلة مع العالم، وأمكن لهذا الحيوان الثدي البدائي أن يتطور وينشئ سلالة فريدة كالكنغر والكوالا وشيطان تسمانيا، كما أن أنواع أخرى من الثديات الجرابية تعيش في أمريكا الجنوبية، وهذا ما يؤكد أن قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية كانت متصلة في

مرحلة ما قبل الانفصال والابتعاد إلى مواقعها الحالية . الشكل ٧٦. الثدييات الجرابية التي تعيش في قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية.



الشكل ٧٦. الثدييات الجرابية التي تعيش في قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية

جاء اكتشاف نظرية الانزياح القاري لتؤكد نظرية التطور وتتوافق مع التوزع الجغرافي الحالي للكائنات الحية، حيث نجد بني العمومة في القارات رغم انفصالها الحالي، ونرى الاختلاف والتنوع في كل عائلة وجنس ونوع في شجرة عائلة الكائنات الحية، فعلى سبيل المثال هناك قرد أمريكا الجنوبية العنكبوتي، وليمور مدغشقر، ومكاك إندونيسيا الأسود، وشمبانزي أفريقيا... كل هذا التنوع الذي لم يكن ليحدث لولا ابتعاد القارات والعوازل الجغرافية التي أتاحت لها التميز.

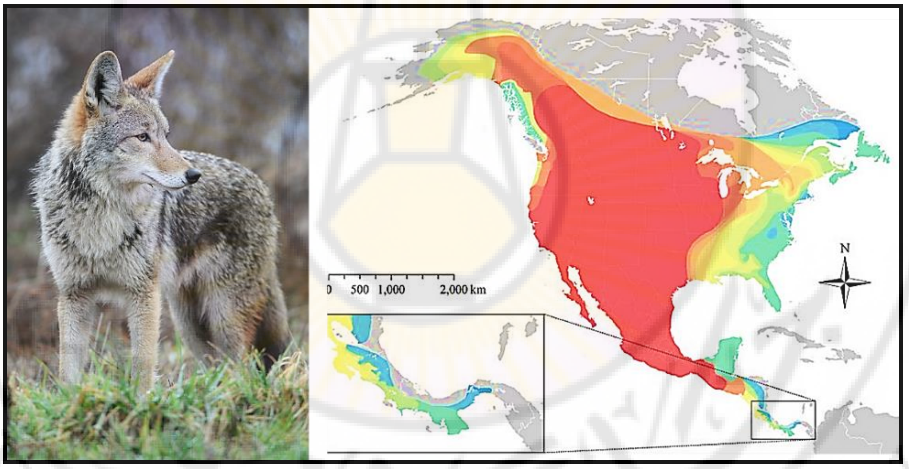
٢.٢. مظاهر الانتشار الحيواني:

إن حدود انتشار أي نوع حيواني غير ثابتة على مر الزمان، ففي حال حدوث أي تغير شروط الحياة في موطن نوع حيواني وظهور شروط أكثر ملائمة له في مناطق مجاورة فإن هذا النوع سيهاجر إليها، وبذلك تتغير حدود انتشاره، وللانتشار الحيواني مظهران أحدهما سلبي والآخر إيجابي:

٢.٢.١. مظهر إيجابي: يتمثل في توسع انتشار النوع الحيواني عن حدود نطاق انتشاره، أي توسع مجال انتشاره الحيوي، فالانتشار الإيجابي لبعض الحيوانات لاسيما الصغيرة منها يمكن أن يتم بمساعدة التيارات المائية والهواء، أو الإنسان، فالتقدم في وسائل النقل الحديثة على سبيل المثال ساعد على انتشار الحشرات بدرجة كبيرة ونقلها إلى بيئات جديدة ذات ظروف أكثر ملاءمةً،

وغذاء أكثر توافراً، وانعدمت في هذه البيئات الأعداء الطبيعية الموجودة في البيئة الأصلية للحشرات والتي كانت تحد من تكاثرها وانتشارها.

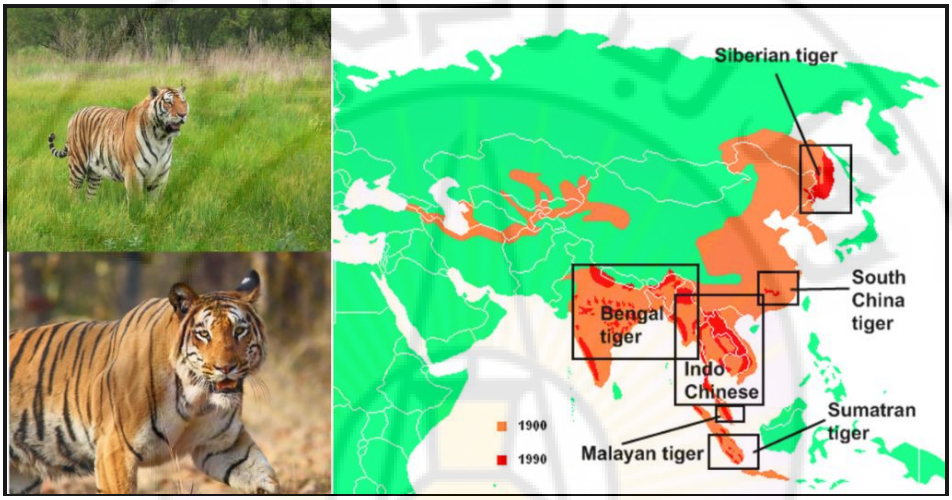
كما يظهر الانتشار الإيجابي في الطبيعة بأشكال متعددة عن طريق حركة الحيوانات نفسها بحثاً عن الغذاء أو هرباً من الأخطار التي تهدد حياتها، ما يساعد على توسيع مجال انتشارها لضمان استمراريتها. كانتشار ذئب القيوط Coyotes في قارة أميركا الشمالية، حيث أشار العلماء في جامعة نورث كارولينا الأميركية إلى اقتراب وصول القيوط إلى أميركا اللاتينية بعد انتشاره الواسع على قارة أميركا الشمالية، ما يجعل منه أكثر الحيوانات قدرة على التكيف والاستمرارية، كما صورت خرائط جغرافية مناطق انتشار الذئب بين عامي ١٩٠٠ و٢٠١٨م، وأظهرت مدى سرعة ومرونة انتشاره في الولايات المتحدة وكندا خلال ١٠٠ عام، وكذلك قدرة القيوط على التزاوج مع الكلاب والذئاب الأخرى لإنجاب مواليد هجينة ذات قدرات تكيف عالية، وقادر على أكل أي شيء، وعلى الإنجاب السريع. الخريطة .١١. مناطق انتشار ذئب القيوط في أمريكا الشمالية.



الخريطة .١١. مناطق انتشار ذئب القيوط في أمريكا الشمالية (الانتشار الإيجابي)

٢.٢.٢. مظهر سلبي: يتمثل في تراجع انتشار النوع الحيواني عن حدوده التي وصل إليها، أي تقلص مجال انتشاره الحيوي، وأسباب هذا التراجع يعود إلى خسارة مواقع عيشها وتراجع مساحة الأماكن التي تستوطنها، وهي مرتبطة بالعلاقات بين الحيوانات، وبخصائص الحيوان الفسيولوجية وقدراته ويشمل حالة العداء والمنافسة التي قد تظهر في بعض المجتمعات الحيوانية، حيث تفترس الأنواع القوية من الحيوانات ضعافها أو تحرمها من غذائها وتطردها من مواطنها، أو تفتك بها عن طريق إصابتها بالأمراض الجرثومية، أو تعرضها للكوارث الطبيعية أو النشطة البشرية

كتراجع انتشار حيوان البَبْرPanthera tigris، على سبيل المثال حيث أدى القنص اللاشرعي للببور من أجل الحصول على فرائها وعظامها وكل عضوٍ من جسمها تقريباً للاستخدام في الطب الصيني التقليديّ، بالإضافة إلى تدمير موائلها تراجعت أعداد البَبْر فمنذ قرنٍ مضى كان هناك نحو ١٠٠ ألف ببر في العالم، أما الآن فقد انخفضت الأعداد إلى نحو ٥٠٠٠ فقط. والخريطة ١٢. يظهر الموطن الحالي للببر والمناطق التي اختفت منها.



الخريطة ١٢. الموطن الحالي للببر (اللون الغامق)، والمناطق التي اختفى منها (اللون الفاتح)

٢.٣. عوائق الانتشار الحيواني: تُقسم عوائق انتشار الحيوانات إلى قسمين طبيعية وأخرى حيوية:

١.٢.٣. العوائق الطبيعية:

تشمل كافة العوامل الجغرافية الطبيعية التي لا تلائم انتشار النوع الحيواني، ومنها على سبيل المثال العوائق المائية البحرية، فكثير من الحيوانات لا تنتشر في الجزر ومناطق المحيط لأنها لا تستطيع العوم أو الطيران فوق مساحات شاسعه من الماء، ومناطق ذات درجة الحرارة العالية، والمناطق ذات درجة الحرارة المنخفضة تشكل عوائق أمام انتشار الحيوانات فمثلاً حيوانات ذوات الدم البارد لا تستطيع تحمل درجة الحرارة المنخفضة لذلك تنحسر مناطق انتشارها دون المناطق القطبية المتجمدة، كما تقف التضاريس العالية في كثير من الأحيان كجدار منيع يحول دون التوسع في انتشار أنواع معينة من الحيوانات.

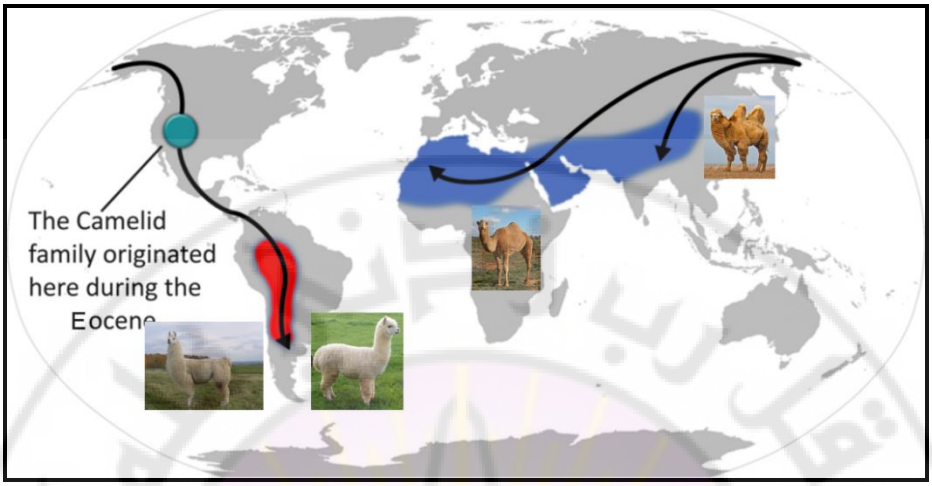
٢.٢.٣. العوائق الحيوية:

مرتبطة بالعلاقات بين الحيوانات، ومرتبطة أيضاً بخصائص الحيوان وقدراته، ويشمل حالة العداء والمنافسة التي قد تظهر في بعض المجتمعات الحيوانية.

فصراع نوعين متشابهين في حاجاتهما يمكن أن يؤدي إلى انقراض أحدهما أو ابتعاده عن المنطقة التي جرى الصراع عليها، وتدعى هذه الظاهرة بالتنافس، ومن نتائجها مثلاً اختفاء الجرابيات على كامل الأرض باستثناء أستراليا وأمريكا الجنوبية. وتدل الأبحاث أن هذه الحيوانات كانت منتشرة في الحقب الجيولوجي الثالث في العالم كله، ولكن مع ظهور الثدييات الحقيقية تراجعت الجرابيات وانعزلت. وبالمثل أدى تطور القرديات إلى اختفاء الليموريات باستثناء وجوها في مدغشقر المعزولة.

إن وصف توزع الكائنات الحية في علم الجغرافية الحيوية هو مدخل لاستخلاص أنماط وأسباب هذا التوزع. ونقول عن نوع حيواني إنه **مستوطن** إذا كان مستعمراً لأرض صغيرة المساحة، ونجد أمثلة متميزة على استيطانات لحشرات كهفيه لا نجدها سوى في مغارة واحدة في جبال البيرينيه مثلاً. ولهذه الحيوانات المستوطنة وسائل انتقال وانتشار ضعيفة.

كذلك نلاحظ أن التوزع **المتقطع** ظاهرة متواترة، حيث يشغل الكائن الحي عدداً من المناطق التي تفصلها مسافات متباعدة نسبياً. وغالباً ما تكون مناطق التوزع المتقطعة نتيجة لتقلص وتجزؤ مساحة أولية أكبر وأكثر اتصالية. ومثال ذلك الثدييات من عائلة الجَمَليّات (إبْلِيّات) Camelidaeالتي تضم الجمل ذا السنمين في آسيا الوسطى وذا السنم الواحد في الصحراء الكبرى واللاما والفيكونه في أمريكا الجنوبية وجبال الأنديز. وتدل الأبحاث الباليونتولوجية أن أصل هذه العائلة يرجع إلى أمريكا الشمالية في الحقب الثالث، ومنها انتشرت إلى أمريكا الجنوبية وآسيا عبر مضيق بيرنغ. الخريطة .١٣. مناطق التوزع المتقطعة الثدييات من عائلة الجَمَليّات (إبْلِيّات).



الخريطة .١٣. مناطق التوزع المتقطعة الثدييات من عائلة الجَمَليّات (إبِلِيّات)

وهناك أيضاً ما يُدعى بالأسباب القديمة للتوزع الجغرافي للكائنات وانتشارها، فجغرافية القارات تغيرت على مدى العصور الطويلة، وثمة مثلاً مجموعات حيوانية كثيرة اليوم يرجع تشابهها وتوزعها في أفريقيا وأمريكا الجنوبية إلى اتصال هاتين القارتين في عصور سابقة، إن توزع الكائنات الحالي وانتشارها هو نتاج تاريخ طويل جداً.

٣ . التصنيف الجغرافي للحيوانات ومستويات التصنيف:

يُعد تصنيف الحيوانات ودراستها أصعب من تصنيف النباتات ودراستها، ويعود ذلك إلى أن الحيوانات دائمة الحركة والتنقل من مكان لأخر، وهناك أكثر من ١٣ مليون نوع من الحيوانات لم يصنف إلاَّ القليل منها، وما يزال تصنيفها مستمراً حتى يومنا هذا، وتتكون مملكة الحيوان من مئات الآلاف من أصناف الحيوانات المختلفة، والتي تتباين في الحجم من حيوانات وحيدة الخلية لتصل إلى الحوت الأزرق الذي يعدر أضخم الحيوانات على الإطلاق.

١.٣. التصنيف الجغرافي للحيوانات: من أبسط أسس التصنيفات للحيوانات التي تعتمد عليها جغرافية الحيوان هي:

١.١.٣. تصنيف الحيوانات على أساس العمود الفقري:

يتم تمييز الحيوانات على أساس معيار واحد بسيط بناءً على ما إذا كان الحيوان يمتلك عمود فقري أو لا، وهذا المعيار يساعد على وضع الأنواع الحيوانية في واحدة من المجموعتين، مجموعة الحيوانات الفقاريات التي تشكل ٥% من المملكة الحيوانية، ومجموعة الحيوانات اللافقاريات التي تشكل ٩٥% من المملكة الحيوانية:

أ . الحيوانات الفقارية: تُعد مملكة الفقاريات من أكبر الممالك الحيوانية، والفقاريات هي الحيوانات التي تمتلك هيكل عظمي داخلي (عمود فقري وجمجمة)، وتختلف أحجام الفقاريات وأشكالها والأوساط التي تعيش فيها وطرق تغذيتها، أصغرها فهو نوع من الضفادع لا يتجاوز طوله بضعة مليمترات ٧,٧ ملم، والخفاش الطنان طوله ٣٠ .٤٠ ملم، أضخمها الحوت الأزرق يصل طوله إلى ما يقارب ٣٣ متراً، وتشمل الأغلبية العظمى من شعبة الحبليات نحو ٦٤٠٠٠ نوع موصوف، ونقُسم إلى طوائف هي:

١. طائفة الأسماك: أول الفقاريات التي ظهرت وتعيش في الماء هناك الكثير من الأسماك المتنوعة والغريبة، منها **أسماك عديمة الفك** (اللافكية) منها: سمك الجلكي[١] وسمك الجريث[٢] **والأسماك الغضروفية** تحتوي في أجسامها على غضاريف طرية مثل أسماك القرش، وأسماك الراي أو أسماك الشِفنين اللاسعة، وهناك أنواع أخرى من الأسماك لا يحتوي جسمها على عظام مثل نجمة البحر وقنديل البحر، وهناك نوعية القشريات مثل الروبيان والجمبري، وأنواع الرخويات مثل الأخطبوط. أما **الأسماك العظمية** فهي الأكثر تنوعاً بين مجموعات الفقاريات، منها سمك السلمون، وسمك الهامور، وسمك البلطي (المشط)، وغيرها، **والأسماك العظمية المجزأة الزعانف** لزعانفها أجزاء عضلية ومفاصل لذلك زعانفها أكثر مرونة، مثل: السمكة الرئوية[٣].

٢. طائفة البرمائيات: تُشكل إحدى رتب الفقاريات وتجمع بين العيش في الماء وعلى اليابسة، تعيش البرمائيات في جميع قارات العالم ما عدا القارة المتجمدة الجنوبية (أنتاركتيكا)، وتفضل العيش في البيئات الرطبة، بالقرب من المستنقعات، والبحيرات، كما تعيش بعض البرمائيات في المناطق الجافة، حيث تقضي أسابيع، أو أشهر تحت الأرض حتى تهطل الأمطار. وتضم

---

١ . هذه الأسماك البدائية التي تشبه الأنقليس (ثعبان البحر)، يعتبرها العلماء من أقل الفقاريات تطوراً، لم تتغير على مدى ملايين السنين، تمتلك فكوك ولها أسنان قرنية تشبه الممصات لتستخدمها في الالتصاق بالأسماك، وتقوم بالتغذي على دماء وأنسجة الأسماك المضيفة، وليس لها هيكل عظمي، بل له حبل ظهري يشبه العمود الفقري، ويتكون من نسيج مطاطي يُسمى الغضروف، ويصل طول جلكي البحر إلى ٩٠ سم، ويعيش في المحيطين الأطلسي والهادئ.

٢ . سمك الجريث أو ثعبان البحر المخاطي تشبه ثعبان البحر وتفرز سائل أبيض مخاطي، يمتلك عمود فقري هش ولكن ليس بالظهر، وجسمه مملوء بسائل تسبح فيه الأعضاء، تعيش في المحيط الأطلسي.

٣ . تتنفس عن طريق الرئـة بالإضافة إلى الخياشيم، وقادرة على العيش على اليابسة من دون مياه لعدة شهور متتالية، وحتى لسنين في بعض الأحيان، أي تدخل في الفصل الجاف في سبات، كانت منتشرة في العصر الديفوني.

البرمائيات: الضفادع والعلاجيم والسلمندرات، والسحلية أو السيسليان عديمة الأرجل تعيش مختبئاً تحت سطح الأرض، وتشبه كثيراً ديدان الأرض، ويُعد السمندر الياباني العملاق من أكبر البرمائيات حيث يصل طوله إلى أكثر من ١,٥م.

٣. طائفة الزواحف : هي من أنواع الحيوانات التي تزحف للتحرك والانتقال، وهنالك أربعة أنواع من الزواحف هي: **السحالي والثعابين** تمثل هذه المجموعة أكبر مجاميع الزواحف، و**السلاحف** هي الزواحف الوحيدة ذات الأصداف، منها يعيش على الأرض ومنها في المياه العذبة أوفي المحيطات، **والتمساحيات** يُقدر عمرها بنحو أربعة ملايين إلى مليوني سنة، وتشمل هذه المجموعة تماسيح أمريكية وهي القاطورات الأمريكية والكيمنات Caimaninae التماسيح الأمريكية الاستوائية، وتماسيح هندية والجافيالات gharial أو تمساح المياه المالحة أكبر أنواع الزواحف الحية، ويُعد تمساح النيل من أقدم أنواع التماسيح في مصر، حيث يعود تاريخه إلى٢٠٠ مليون عام، ويُعد التمساح الصيني من أندر التماسيح المتواجدة في العالم، **والطُراطرة عظاية التواتارا** البدائية تعيش على جزر قليلة وصغيرة بعيداً عن سواحل نيوزيلندا، وهي تشبه السحالي، لكنها أقرب صلة بالديناصورات المنقرضة.

٤. طائفة الطيور : حيوانات فقارية، من ذوات الدم الحار، تضع البيض، وهي ثنائية الحركة، وذات أجنحة وريش، ويُعرف منها نحو ٩٠٠٠ نوع، وهذا يجعل صف الطيور أكثر الصفوف غناءً بالأنواع بين صفوف الفقاريات رباعيات الأطراف كلها، والطيور الحية كلها تُدرج تحت طبقة الطيور الحديثة Neornithes، التي تتميز بالريش الذي يغطي جلدها، والمناقير الخالية من الأسنان، ووضعها لبيض صلب القشرة، وتعيش الطيور في جميع المناطق البيئية على سطح الأرض وتكثر في المناطق الاستوائية وتقل أعدادها وأنواعها كلما أتجهنا إلى القطبين وتختلف الطيور في أشكالها وأحجامه من كبير مثل النعامة والتي يصل طولها إلى ٢,٥ م ووزنها إلى ١٨٠ كغ تقريباً إلى صغير مثل طائر الطنان والذي يصل طوله إلى ٥ سم ووزنه إلى ٢,٨ غرام تقريباً. ومعظم أنواع الطيور تستطيع الطيران، أما الطيور التي لا تستطيع الطيران مثل طيور البطريق، وطيور النعام، وطيور الكيوي وهو أصغر أنواع النعاميات الحية حجماً، وطيور الدودو المنقرضة طائر عاجز عن الطيران منقرض وقد كان مستوطنا في جزيرة موريشيوس، شرق مدغشقر في المحيط الهندي، وطائر الموا أكبر نوع من جنس النعاميات التي تعرضت للانقراض قبل عام ١٤٠٠م، وهو من الطيور التي لا تطير. وأكثر الطيور نهارية تكون مستيقظة ونشطة مع بداية النهار وتبقى في سعيها وراء طعامها طوال اليوم، والبعض الآخر ليلي مثل البوميات

التي ينشط عملها في الليل ويهدأ ويسكن نهاراً. وتمتلك الطيور هيكل عظمي خفيف الوزن قوي، وتنقسم إلى مجموعات كثيرة منها: البطريقيات والنعاميات، والحمائميات، والبجعيات، والقلقيات، والدّجاجيات وغيرها. وينتمي صف الطيور إلى شعبة الحبليات وشعيبة الفقاريات، ويقسم إلى صفيفين:

١. صفيف الطيور القديمة Archaeornithes الذي يضم **الطائر المجنح القديم**، مثل تيتان (الرخ الملغاشي أو الطائر الفيل) هو جنس طائر عملاق منقرض، طوله نحو ٣ أمتار كان يعيش في مدغشقر منذ ١٠٠٠ عام تقريباً، حجمه كبير، يزن نحو ٧٠٠ كيلوغرام سيقانه ضخمة، وفكه كبير، وبسبب وزنه وحجم جسمه لا يمكنه الطيران، اختفت هذه الطيور منذ نحو ١٠٠٠ عام على الأرجح بسبب البشر. و**الطيور المستحاثه ذوات الأسنان**، وهي مجموعة منقرضة من الطيور البدائية الأولى ذات أجنحة بدائية، وذيل طويل مستدق، وأسنان، تشبه السحلية، مثل أركيوبتركس Archaeopteryx ويسمى أيضاً المجنّح العتيق، ويعد أول طائر يظهر الريش على جسمه، ويمثل أقدم الطيور عُثر عليه على شكل مستحاثات في طبقات أواخر الجوراسي من الحقب الجيولوجي الثاني، كان لهذا الحيوان ريش تماماً كالطيور مع احتفاظه على بعض خصائص الزواحف، لذلك فهو واحد من الحلقات الوسيطة بين الطيور والزواحف، وقد عثر في الفترة الواقعة ما بين عام ١٨٦٠ . ١٩٨٧م على سبع عينات من المجنح القديم منطقة سولنهوفن في ولاية بافاريا جنوبي ألمانيا. الصورة ٤٠. صفيف الطيور القديمة Archaeornithes.



الصورة ٤٠. صفيف الطيور القديمة Archaeornithes

٢. صفيف الطيور الحديثة Neornithes: الذي يضم بقية الطيور الأخرى، ويُقسم إلى فوق رتبتين: فوق رتبة قديمات الفك Paleognathae: تضم الطيور العاجزة عن الطيران كالنعامة والكيوي. فوق رتبة حديثات الفك Neognathae: تضم كل الطيور الأخرى الحية اليوم والتي تتوزع في اثنتين وعشرين رتبة أهمها:

١. رتبة البجعيات: طيور مائية، من أنواعها: طائر البجعة، وطائر الأطيش، والغاقيات: تمتلك طيور الغاق جراب في رقبتها تستخدمه في تخزين الأسماك. والقاذفات: وتدعى أيضاً الطيور الثعابنية لأنها لها رقبة رقيقة شبيه بجسد الثعابين وأبو مركوب أو حذاء النيل الأبيض.

٢. **رتبة القلقيات:** تنتشر في القارات كافة ماعدا القطب الجنوبي، ومن أنواعها طائر اللقلق، وطائر البالشون أو المالك الحزين، وطائر الواق، أبو منجل وقد سمي تشبيها بالمنجل في شكل منقاره ويُعرف عنز الماء وهناك ما يقرب من ٣٠ نوعاً في جميع أنحاء العالم، وطائر أبو ملعقة له منقار طويل على شكل الملعقة، وطائر الفلامنغو (النحام).

٣. رتبة الإوزيات (البطيات): تضم نحو ١٥٠ نوعاً، في ثلاث فصائل هي: **فصيلة الإوز:** يشبه البط يوجد أكثر من ٤٠ نوعاً من الإوز البري وبخاصة في آسيا وأوروبا وشمال أمريكا، وقد تم استئناس الإوز لأول مرة في آسيا منذ آلاف السنين. **وفصيلة الصياح:** لهذه الفصيلة ثلاثة أنواع تعيش فقط في أمريكا الجنوبية إذ يمتد موطنها من فنزويلا إلى شمال الأرجنتين. **وفصيلة البطيات:** للبط عدة سُلالات منتشرة في جميع أنحاء العالم. ويتبع فصيلة البطيات كل من طائر البجع أكبر الطيور ضمن فصيلة البطيات، وطائر التَّم قريب الصلة بالبط والإوز، ولكن غالبية التم أكبر حجماً وأطول عنقاً من البط أو الإوز.

٤. رتبة الجوارح أو الكواسر: الجوارح وهي رتبة من الطيور تضم معظم الطيور الجارحة **كالنسر** أكبر طائر من الجوارح يوجد بالعالم ٢٣ نوعاً من النسور، منها ١٦موجودة بالعالم القديم، ويقصد بنسور العالم القديم: النسور الموجودة بالقارات الثلاث أوروبا وآسيا وأفريقيا، و٧ موجودة بالعالم الجديد الأميركتين، ونسور العالم القديم وتضم إضافة إلى نسور العالم القديم كلا من العقبان وطيور الباز والحدأة، وهذه الطيور ليست قريبة جينياً من عائلة نسور العالم الجديد، على الرغم من وجود تشابه ظاهري بين أفراد العائلتين، فنسور العالم القديم لا تمتلك حاسة الشم القوية التي تمتلكها نسور العالم الجديد، ولنسور العالم القديم حاسة بصر قوية تساعدها على إيجاد الجيف، أما نسور العالم الجديد فتعثر على الجيف مستخدمة حاسة شمها القوية، وتعيش نسور العالم الجديد في أمريكا الشمالية، والجنوبية، والوسطى، وتتميز برأسها الخالي من الريش ومن أشهر أنواع نسور العالم الجديد النسر الرومي، والنسر الأسود، والنسر الملك، وكندور الأنديز، وكندور كاليفورنيا. أما نسور العالم القديم تعيش في أوروبا، وإفريقيا، وآسيا، وتتميز بخصائص مختلفة عن نسور العالم الجديد، لها منقار قوي بنهاية معقوفة، وأجنحة واسعة ومن أشهر نسور العالم القديم: **النسر الرمادي** ويُسمى أحياناً النسر الأسود، والنسر المصري أو **دجاج فرعون.**

و**الباشق**، و**الشاهين**، **والسنقر**، **والعقبان** يعيش معظمها في أوراسيا وأفريقيا، ومن أشهرها العُقاب الذهبي الذي يدعى أحياناً ملك الطيور، وقد استخدم الهنود الحمر ريش العقاب في تزيين رؤوسهم، لذلك أطلق عليه اسم عقاب الحرب، وهناك باحثون يذكرون أنها الموطن الأول لطائر العقاب سورية[1] وتحديداً في جبل سنجار، ويقال: إن هذا الجبل هو مصدر الصقور الثمينة، ومنشأ الصقور النادرة ومنه ظهرت الصقور الموجودة في العالم، وإذا كان بعض الباحثين يريدون دليلاً علمياً على هذا القول إلا أن جميع الباحثين يرون من الثابت أن جبل سنجار منشأ الصقور السوداء ومكان تواجدها حتى اليوم، والتسمية الشائعة لهذا النوع من العقبان هي السنجاري ويطلق هذا اللقب على أي صقر أسود نسبة لجبل سنجار.

٥. رتبة الدجاجيات: إحدى أهم رتب الطيور الثقيلة جسدياً، أرضية الغذاء، وهي طيور قديمة واسعة الانتشار، يعيش معظمها على الأرض، تضم الأنواع الاقتصادية من الطيور ذات الفائدة الكبيرة لغذاء الإنسان، من أنواعها **الدجاج الحبشي**، ويُعرف بالدجاج الفرعوني. وطائر **الطيهوج** والذي يمكن العثور عليه في المناطق الباردة من نصف الكرة الشمالي، و**الديك الرومي** من الطيور ذات الحجم الكبير، والهنود الحمر أول من قام بتربية الديك الرومي قبل أن ينتشر في جميع أنحاء العالم، وموطنه الأصلي القارة الأمريكية الشمالية. **وحجل الشوكار أو الشنار** يعيش على الأرض في الأراضي الصخرية الجبلية يعيش في جماعات صغيرة ويُعرف بالعامية بالحجل، **والطاووس:** ومن أنواعه الطاووس الأخضر (الطاووس الجاوي)، وطاووس الكونغو من أصل أفريقي يفتقر إلى الذيول الملونة، أكثر أنواع الطاووس ألواناً هو الطاووس الهندي، **والفري السُماني**.

٦. رتبة الحماميات: تضم أربعة أجناس و١٣ نوعاً من طيور الحمام واليمام، وتُطلق تسمية يمام على الأنواع صغيرة الحجم، وتسمية حمام على الأنواع كبيرة الحجم، ولكن لا يوجد منطلق علمي يدعم ذلك. تنتشر في جميع أنحاء الأرض ماعدا المرتفعات الجبلية، وتضم أنواعاً مختلفة من الحمام، وهناك نوع من الحمام الكبير يتواجد فقط في جزيرة ساموا الواقعة في المحيط الهادي،

---

١ . العقاب: هو شعار سورية منذ أقدم العصور وحتى الآن، وتعد سورية أقدم دول العالم في اتخاذ طائر العقاب شعاراً، ودلت المكتشفات الأثرية على وجد نقش للعقاب على حجر بازلتي في حفريات جرف الأحمر بحلب في عام ١٩٩٥م، يعود إلى ثمانية آلاف عام قبل الميلاد، وفي النقش طائر باسط جناحيه، ويرتفع شعار العقاب حالياً على واجهة البرلمان السوري، والمباني الحكومية، والرتب العسكرية، والعملة.

ويعد من الحيوانات المهددة بالانقراض وقد كان يتواجد سابقاً في جزيرة تونغا في جنوب المحيط الهادي ويعتبر حالياً الطير الوطني لجزيرة ساموا.

٧. **رتبة الببغاوات:** يعد الببغاء أحد أنواع الطيور، التي تتميز بألوانها الزاهية، ويوجد ٣٧٢ نوع منها، ويعد من أذكى أنواع الطيور، ويمتلك القدرة على تقليد الأصوات، ويستخدم كثيراً لغايات الأغراض التجارية، ويوجد أكثر من ١٣٠ نوع مهددة بالانقراض، وذلك نتيجة فقدان الموائل، والصيد. وتعيش الببغاوات في مجموعات كبيرة يُطلق عليها اسم قطعان، وتشترك هذه الببغاوات في بعض الصفات مثل شكل المنخار المقوس، وعدد الأصابع إذ يمتلك كل نوع منها ٤ أصابع في كل قدم، اثنين نحو الأمام واثنين نحو الخلف، وتختلف أحجام الببغاء فيما بينها ويراوح طولها ما بين ٨ . ١٧ سنتيمتر وحتى ١٠٠ سنتيمتر، بينما يراوح وزنها ما بين ٦٤ غراماً وحتى ٤ كيلوغرامات، وتحتوي هذه الرتبة على فصيلتين: **الفصيلة الأولى بستاكيداي Psittacidae ببغاء إفريقي**، تحتوي على مجموعة واسعة من أنواع الببغاء وتعيش هذه الببغاوات في المناطق الاستوائية من أفريقيا، يطلق على بعضها اسم ببغاوات العالم القديم منها الببغاء الرمادي الإفريقي هو طائر معروف بذكائه وقدرته العالية على الكلام وتقليد الأصوات، تشمل ببغاء الكاسكو أو ببغاء الكونغو الرمادي الإفريقي، وببغاء التمنه الرمادي، والببغاء البادجي، وببغاء المكاو، وببغاء الأمازون ويسمى الببغاء الأخضر من أكثر أنواع الببغاء شيوعاً في العالم وهي من الطيور المحبوبة لدى البشر ويتم تربيتها لشكلها الجذاب وسلوكها الاجتماعي وقدرتها على الكلام. أما **الفصيلة الثانية الكوكاتو Cacatuidae** وتضم هذه الفصيلة ٢١ نوعاً، تنتشر في أستراليا، ولون ريشها في الغالب أبيض أو أسود أو رمادي، لطيور الكوكاتو جميعها أعراف، والكوكاتو كبيرة الحجم مقارنة بالببغاوات الأخرى.

٨. **رتبة البوميات:** من الجوارح ذات نشاط ليلي، تنتشر في كل مكان ماعدا القطب الجنوبي، تتميز بحاسة البصر القوية ليلاً، معظم البوميات ليلية، حيث تختار الصيد في الظلام الدامس، وهناك بعض الأنواع شفقية أي تنشط في ساعات الشفق، كمثال البومة القزمة، وبعضها ينشط في ساعات النهار مثل البومة قصيرة الأذنين. يعد وجوده ومشاهدته علامة على نقاء البيئة من المبيدات الحشرية. ويوجد نحو ٢٠٠ نوع من البوميات وتُعد البومة العفريتة، أو البومة القزمة أصغر أنواع البوم، حيث يبلغ طولها نحو ١٥ سم، وأكبر أنواع البوم البومة الرمادية العظمى، ويبلغ طولها نحو ٧٥ سم، ويراوح طول جناحيها المنفردين بين ١٣٧ و١٥٢ سم، والبومة الثلجية، والبومة الكبيرة ذات القرون يوجد خصل شعر كبيرة على رأسها على شكل قرون، وبوم

الحظائر تعيش في معظم الأماكن عدا المناطق الباردة، وهي غالباً ما تبني أعشاشها في الأماكن المظلمة وفي حظائر الحبوب والأعلاف، ومن هنا نشأ اسم هذا البوم، ويشجع الفلاحون في بعض المناطق الأوروبية بوم الحظائر لإقامة أعشاشه في حظائرهم وذلك بعمل باب خاص في تلك الحظائر يُعرف بباب البوم يسمح بحرية الدخول والخروج.

٩. رتبة الشقراقيات: الشقراقيات أو الضؤضئيات أو غدفيات الشكل رتبة كبيرة، طيورها ذات ألوان زاهية، تنتشر في المناطق الاستوائية والمعتدلة، معظمها شجرية. وتشترك بأن لديها ارتفاق الأصابع أو التصاق الأصابع، من أنواعها: **الرفراف** أو صائد السمك، **وطار الهُدْهُد** الذي تم ذكره في القرآن الكريم هو أحد الطيور المتميزة، يُسمى بملك الطيور، حيث أنه يتميز بعرفه البني الفاتح الشبيه بالتاج، وبأنه يستطيع التكيف مع كل البيئات، وينتشر في جميع أنحاء العالم، و**طائر الوروار** (أو أشباه العصفوريات) يُعد أحد أعداء النحل، وهو منتشر في كل أنحاء العالم وله أسماء عديدة في المنطقة العربية.

١٠. رتبة النقاريات: تضم طيوراً صغيرة ومتوسطة الحجم، مختلفة الأشكال والألوان، تنتشر في جميع أنحاء العالم وخاصاً في الأماكن المليئة بالأشجار، ومن أبرز أماكن تواجده هي جنوب شرق الولايات المتحدة، وتقسم إلى رتيبتين هما: **رتيبة الجكماريات Galbulae (اليقمرية)** طيور صغيرة أو متوسطة الحجم، تنتشر في غابات المناطق المدارية من أمريكا الوسطى والجنوبية وأدغالها، وتتميز بالذيل الطويل والمنقار الطويل المدبب. تتغذى بالحشرات الطائرة، وتضم هذه الفصيلة ١٥ نوعاً منها **فصيلة الأشعثية** تتميز برؤوسها الكبيرة وريشها المنفوش، ومن هنا جاءت تسميتها. **وفصيلة الرأسية الملتحية** تتميز بوجود أشعار قاسية تغطي قاعدة المنقار والمنخرين مشكلة ما يشبه اللحية، وهذا سبب تسميتها بالملتحيات. **وفصيلة الطوقانية (طوقان)** طيور شجرية، تعدّ من أكبر نقاريات الخشب، تتميز بمناقيرها الكبيرة، وتطير بصعوبة لثقل أجسامها وضخامة مناقيرها، لذلك تتجنب الطيران مسافات بعيدة، تُمضي معظم وقتها جاثمة على أغصان الأشجار. **ورتيبة نقارات الخشب.Pici** تتألف من **فُصَيْلة نقارات الخشب الحقيقية** تضم أكثر من ٢٠٠ نوع من الطيور الصغيرة والمتوسطة الحجم، وهي متكيفة لتتسلق جذوع الأشجار، يساعدها على ذلك أرجلها القوية رباعية الأصابع المجهزة بمخالب حادة، وكذلك ريش الذيل القاسي الذي يستخدم مسنداً في أثناء تسلقها شاقولياً على الأشجار، والمنقار طويل ومستقيم تشبه نهايته الإزميل، يستخدم لحفر الخشب بحثاً عن الغذاء (الحشرات ويرقاتها)، و**فُصَيْلة اللوّاء (لوّاءات العنق):** طيور ذات مناقير صغيرة لا تشبه مناقير نقارات الخشب ولا تستخدم في الحفر،

ولا تستطيع تسلق الأشجار، وإنما تقف على الأغصان، وعندما تشعر بالخطر تمدّ أعناقها، وتلويها يمنة ويسرة، ومن هنا جاءت تسميتها. **وفُصَيْلة Picumninae بيكومنينا**، أصغر الطيور في عائلة نقار الخشب ينتشر بشكل رئيسي في أمريكا الجنوبية الاستوائية.

١١. رتبة العصفوريات (الجواثم): رتبة ضخمة من الطيور، حيث ينتمي إليها أكثر من نصف أنواع الطيور في العالم، وهي أحد أكثر رتب الفقاريات تنوعاً، حيث تضم نحو ٥٤٠٠ نوع، ويبلغ عدد فصائلها ما يقرب من ٥٦ فصيلة، والعصفوريات عالمية الانتشار الجغرافي، قليلة في القطب الجنوبي، وبعض الجزر الصغيرة في المحيطات، وكثيرة الأنواع والعدد في غابات المناطق الاستوائية والمدارية.

إن ما يميز الطيور الجاثمة، أن أغلبها طيورها مغردة منها الشحرور، الدخلة، والزرزور، وعصافير القرقف، والكناري، والحسون، وطائر الدوري، وطائر الجاوا، والبلبل، والسنونو، وأبو الحن، والعندليب، وطيور النمنمة، وهناك نوع من العصافير يطلق عليها اسم طيور الحب ... إن أكثر الجواثم تطوراً هي أعضاء فصيلة الغرابيات، فالغراب، والزاغ، والعقعق، وأبو زريق، وتُعد الجواثم من أهم مؤشرات التوازن البيئي والتنوع الحيوي لما لها من دور كبير بالتوازن البيئي، ومن هذه الأدوار القضاء على الحشرات.

٥. طائفة الثدييات: فقاريات ثابتة درجة الحرارة، تنتشر الثدييات في جميع أنحاء الكرة الأرضية، فمنها ما يعيش على اليابسة، ومنها ما يطير مثل الخفاش، ومنها ما يعيش في البحار مثل الحوت والدلفين وبقر البحر (عروس البحر) والفقمة، ومنها ما يعيش في المياه العذبة مثل القندس والقضاعة وجرذ المسك. وتختلف الثدييات في أشكالها وأحجامها، وجميع الثدييات تلد باستثناء أحاديات المسلك التي تضع البيض، ويمكن تقسيم الثدييات إلى ثلاث مجموعات على أساس الطريقة التي تنشأ عنها أفراد جديدة حسب طريقة ولادة صغارها هي:

أ . ذوات المشيمة (الثدييات الحقيقية): الأغلبية العظمى من الثدييات حيوانات مشيمية تبدأ الصّغار في التّكون داخل الرحم يحصل على غذائه من الأم عبر المشيمة، وتختلف فترة الحمل إذ تراوح ما بين ١٦ يوماً عند الهمستر الذهبي و٦٥٠ يوماً عند الفيلة. وتلد معظم الأنواع ولادة.

ب . ذوات الجِراب وتعرف بالثدييات الكيسية (الثدييات البعدية) مجموعة من الثدييات تلد نسلاً صغيراً جداً غير كامل النمو، وبعد الولادة مباشرة تبقى الصغار بجوار ثدي الأم داخل كيس

بطني يسمى جراباً، وتظل هناك إلى أن يكتمل نموها، وهناك نحو ٢٦٠ نوعاً من ذوات الجراب يعيش ثلثها تقريباً في أستراليا والجزر القريبة، مثل حيوانات الكنغر، ودببة الكوالا، والومبت.

ج . وحيدة المسلك (الثدييات الأولية) لا تلد صغاراً بل تضع بيضاً جلدي القشرة، يفقس بعد انقضاء فترة الحضانة، وتشمل هذه المجموعة قنافذ النمل وحيوانات البلاتيبوس (حيوان يتحرك مثل الزواحف لكنه ليس من الزواحف، ويشبه الطيور لكنه ليس من الطيور، ويعتبره العلماء من الثدييات، لكنه يبيض، لديه منقار يشبه منقار البط لكنه منقار لحمي).

وتضم هذه المجموعة العديد من الرتب أهمها **رتبة آكلة الحشرات** ومن أمثلتها القنافذ. **رتبة الخفافيش** ومن أمثلتها الخفافيش. **رتبة الحيتان** ثدييات مائية كبيرة الحجم. **رتبة اللحميات** أو الضواري وتضم القطط والكلاب والدببة. **رتبة القوارض** وتضم الجرذان والفئران النيص أو الشيهم. **رتبة الخرطوميات** مثل الفيل. **رتبة الأرنبيات** مثل الأرنب والبيكاوات. **رتبة جلدية الأجنحة** مثل الليمور الطائر والسنجاب الطائر. **رتبة وتريات الأصابع** مثل الحصان والحمار الوحشي. **رتبة زوجية الأصابع** مثل الخنازير وفرس النهر والجمل والغزال والزرافة. **رتبة الرئيسيات** تشمل على عدد من الحيوانات كالقردة والغوريلات وأيضاً الإنسان.

ب . حيوانات لافقارية:

أي تفتقر إلى العمود الفقري، وتشكل الحيوانات اللافقارية نحو ٩٥%، وتمتلك بعض الأنواع من اللافقاريات هيكل عظمي ولكنه لا يتكون من العظام، وتشير الدراسات إلى وجود مليون نوع معروف من أنواع الحيوانات اللافقارية منها:

١. الأوليات (البرزويات) معتضيات ذات خلية واحدة، نشأت أوائل الحيوانات في العالم من كائنات وحيدة الخلية تسمى البرزويات قبل نحو بليون سنة عاشت في البحر وهي أبسط أنواع الحيوانات، لا يزال الكثيرة منها موجودة اليوم في المياه والتراب والدم، وهي تتنقل بالطفو أو بتحريك أعضاء على أجسامها شبيهة بالشعر، وهي اليوم تصنّف في مملكة خاصة تعرف بالأوليات.

٢. الإسفنجيات: الإسفنج هو الأكثر بدائية في الحيوانات المتعددة الخلايا، تشكل شعبة مستقلة تدعى شعبة الثقبيات أو المساميات أو الإسفنجيات، لا يوجد لها أعضاء داخلية أو أعصاب أو عضلات معظم مستحاثاتها التي عثر عليها وجد أنها تعود إلى عصر ما قبل الكامبري.

٣. **جوفمعويات:** منها الهيدريات اللاسعة (الهيدرا) والفنجانيات اللاسعة (قناديل البحر)، والشعاعيات اللاسعة (شقائق النعمان والشعاب المرجانية).

٤. **الديدان المفلطحة (العريضات) والمثقّبات (الديدان الورقية) والشريطيات:** لهذه الحيوانات أجسام لينة ونحيلة ومسطحة، تملك ماصّات وخطاطيف، تعيش كطفيليات في أجسام حيوانات أخرى، وبعضها الآخر في المواطن البيئية الرطبة.

٥. **الديدان الحلقية:** ديدان أجسامها مكونة من عقل أو حلقات متجاورة ومتشابهة تقريباً، جميعها ذات أجسام لينة دون هيكل عظمي صلب، يوجد عدة أنواع من الديدان الحلقية تتمثل في **صنف ديدان عديدة الأشواك** مثل دودة الرمل (النيرس) والدودة الشوكية، تقوم بالتطفل على المفصليات مثل القشريات والحشرات وعلى الفقاريات من الأسماك. **وصنف ديدان قليلة الأشواك** أجسامها مقسمة إلى عقل تحمل كل عقلة أشواكا قليلة، ومنها دودة الأرض. **وصنف العلقيات** ليس لهذه الحيوانات أرجل أو أشواك وأجسامها مفلطحة لها قدرة كبيرة على التمدد والانكماش لها ممصات للالتصاق والحركة، مثل العلق الطبي.

٦. **الديدان الاسطوانية (النيماتودا):** الخيطيات أو الديدان الثعبانيّة ديدان نحيلة ومستديرة، بعضها صغير جداً حتى إنه لا يُرى إلا بالمجهر، هناك أكثر من ١٥ ألف نوع يعيش في التربة والماء، والعديد من أنواع الديدان بغالبيتها ديدان طفيلية مثل ديدان الإسكارس، وديدان الفيلاريا تسبب مرض الفلاريا أو داء الفيل.

٧. **الرخويات** للرخويات أجسام لينة ذات جزء سفلي غالباً ما يشكل قدماً عضلية، هناك أكثر من مئة ألف نوع منها تشمل الأخطبوط، والبُزَاق.

٨. **مفصليات الأرجل:** تشمل العناكب والعقارب والديدان المئويّة (أمات الأربع والأربعين) والقشريات كالسلطعون وجراد البحر والحشرات.

٩. **شوكيات الجلد:** القُنْفذيّات تشمل نجم البحر، وزنبق البحر، وقنفذ البحر، وخيار البحر.

٢.١.٣. تصنيف الحيوانات على أساس التكاثر: حيوانات تتكاثر بالولادة مثل الثدييات كالفيلة والقردة والذئاب والضباع ...، وحيوانات تتكاثر بالتفقيس (بالبيض) مثل الطيور والأسماك والحشرات والزواحف.

٣.١.٣. تصنيف الحيوانات على أساس السلسلة الغذائية وتشمل حيوانات آكلة اللحوم مثل الأسود والنمور والثعالب. وحيوانات آكلة الأعشاب مثل الأغنام والغزلان والفيلة.

والقوارت Omnivoreوهي حيوانات آكلة اللحوم والأعشاب معاً مثل الدببة، والقرود، والغُراب، والنمل.

٢.٣. مستويات التصنيف:

عملية التصنيف هي وضع الكائنات الحية في مجموعات حسب أوجه الشبة والاختلاف بينها بحيث يسهل دراستها والتعرف عليها ولا شك أن المنشغلين بدراسة الكائنات الحية يجدون صعوبة كبيرة في التعرف على الكائنات الحية بسبب وجود أعداد هائلة من الأنواع، فكان لا بد من تصنيفها بوضع الأنواع المتشابهة في جماعات وترتيب هذه الجماعات على حسب قرابتها وتشابهها على أساس ثابت ويعرف هذا النوع من الدراسة بعلم التصنيف.

بدأت محاولات تقسيم الكائنات الحية من قبل الإنسان منذ زمن بعيد، ويعود وضع نظام تصنيفي محدد إلى عهد قدماء اليونان، حيث اهتم فلاسفتهم مثل أرسطو وثيوفراستيس بوضع أنظمة تقسيم مختلفة مثل تقسيم الحيوانات إلى مجموعة تعيش على اليابسة، وأخرى تعيش في الماء، وثالثة تعيش في الهواء، كما وضعوا نظاماً لتقسيم الحيوانات إلى حيوانات تلد وأخرى تبيض، كما قسمت الحيوانات حسب أهميتها الاقتصادية إلى حيوانات ضارة، وحيوانات غير ضارة، وحيوانات تؤكل وحيوانات لا تؤكل إلخ. يؤخذ على هذا التصنيف التقليدي أنه لا يضع حدا فاصلا بين النباتات والحيوان لاسيما في الكائنات بسيطة التركيب فهي مزيج من الخصائص المميزة لكلا من النبات والحيوان مما يصعب وضعها في أي من المملكتين، وقد دعا ذلك إلى تصنيف حديث يفسر التشابه بين الأنواع على أساس انحدارها أو تطورها من أصول سابقة مشتركة. ويتم ترتيب الحيوانات إلى مجموعات بناءً على خصائصها، فالتصنيف الذي يستخدمه العلماء هو جزء من نظام هرمي متسلسل تقع فيه كل فئة ضمن الأخرى :

١. **المملكة Kingdom**: مجموعة كبيرة جداً من الشعب تضم ملايين الأنواع من الكائنات الحية المتشابهة من حيث أسس التصنيف.

٢. **الشعبة phylum**: مجموعة صفوف مثلاً: جميع الحيوانات التي لها عمود فقري تصنف في شعبة الحبليات ضمن المملكة الحيوانية.

٣. **الصف Class**: مجموعة رتب، التي تمتاز بأنها ذات دم حار وتنتج إناثها الحليب .

٤. **الرتبة Order**: مجموعة فصائل متقاربة.

٥. **الفصيلة Family**: مجموعة الأجناس المتشابهة.

٦. **الجنس Genus**: مجموعة الأنواع المتشابهة في بعض الصفات من الكائنات الحية.

٧. **النوع Species:** مجموعة من الأحياء الأكثر تشابهاً في صفاتها الظاهرية ويمكنها التزاوج فيما بينها لتعطي أفراداً جديدة خصبة قادرة على التكاثر.

لتوضيح المستويات المختلفة في نظام التصنيف الحديث نورد الأمثلو التالية:

- **القطة:** المملكة حيوانات متعددة الخلايا، الشعبة الحبليات، شعبة تحتية فقاريات، الصف فقاريات رباعية الأطراف، الطائفة ثدييات، الرتبة حيوان مفترس، العائلة الكبرى قططي، العائلة قطة، الجنس قطة برية من العالم القديم، النوع قطة برية، نوع تحتي قطة منزلية.
- **الدب الأمريكي الأسود:** فوق المملكة حقيقية النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة آكلات اللحوم، العائلة الدببة، الجنس الدب، النوع الأمريكي.
- **الدب الآسيوي الأسود:** فوق المملكة حقيقية النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة آكلات اللحوم، العائلة الدببة، الجنس الدب، النوع الآسيوي.
- **قنديل البحر الخالد:** فوق المملكة حقيقية النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة لاسعات، الصف أبابيات (الهدريات)، الرتبة اللاغموديات، العائلة محيطيات، الجنس توريتوبسيس Turritopsis، النوع قنديل البحر الخالد.
- **خنازير البحر:** المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة حيتانيات، العائلة دلافين محيطية، الجنس دلفين، النوع خنازير البحر.
- **الزوع أو الأرملة السوداء:** المملكة الحيوانات، الشعبة مفصليات الأرحل، الصف عنكوبيات، الرتبة الرُتَيْلاوات، العائلة الشحاذيات، الجنس الزوع، النوع الأرملة السوداء.
- **الإنسان:** ينتمي إلى فوق مملكة حقيقيات النوى، مملكة الحيوانات، شعبة الحبليات، وطائفة الثدييات، ورتبة الرئيسيات، وفصيلة القردة العُليا، وجنس هومو Homo، ونوع سابينز sapiens .

رابعاً. العوامل الجغرافية المؤثرة في توزع الحيوانات:

إن وجود العوامل الجغرافية أو غيابها، أو زيادتها أو نقصانها، قد يؤثر في مقدرة الكائنات الحية على المعيشة ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة، وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحية تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جميعها. ونتيجة لذلك تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع.

١. المناخ وعناصره:

١.١. درجة الحرارة: تعد درجة الحرارة من العوامل البيئية الهامة في حياة الكائنات الحية، حيث تحدد وجود أو عدم وجود الحيوانات على سطح الأرض، وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزع الكائنات الحية على البيئات المختلفة فهناك كائنات تعيش في البيئة الباردة وكائنات تعيش في البيئة الحارة، فمثلا طائر البطريق لا يستطيع أن يعيش إلاَّ في المناطق الثلجية (بيئة التندرا). أما الزواحف فتوجد في المناطق الحارة (حزام خط الاستواء) وتقل باتجاه القطبين من حيث التنوع ووفرة الأعداد، وذبابة التسي تسي لا تعيش إلاَّ في المناطق الاستوائية التي يكون متوسط درجة الحرارة فيها في حدود٢٠م°، كما أن هناك بعض الكائنات الحية تستطيع أن تتأقلم مع الحياة في درجة الحرارة العالية كما في الصحراء إما بتغير درجة حرارة جسمها مع تغير درجة الحرارة الخارجية كما في الجمل فعلى الرغم من أنه من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة إلاَّ أن درجة حرارة جسمه ترتفع في النهار إلى٤٠م° وتهبط في الليل إلى٣٥م°، كما أن بعض الثدييات كالرنة والثور القطبي والدب والفقمة يمكنها أن تعيش وتتكاثر في درجة الحرارة المنخفضة حيث يمكنها أن تحتفظ بحرارة جسمها ثابتة بفضل الاستقلابات العالية، وبفضل العزل الحراري عن طريق الفراء أو الريش الكثيف أو الطبقة الدهنية تحت الجلد. وتتأقلم بعض الحيوانات مع الحياة في درجة الحرارة العالية بالنشاط الليلي للهروب من درجة الحرارة العالية في النهار كما في الزواحف وكثير من القوارض وبعض الحشرات. فعلى سبيل المثال اليربوع من القوارض الصحراوية الصغيرة فهو يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز ٣٣م°، وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير. ويسد جحره بسداد ترابي فيحفظ رطوبة ما يزفره من الهواء. كما نجد أن الحيوانات متغيرة درجة الحرارة يتوقف نشاطها عندما تنخفض درجة الحرارة في بيئتها عن الحد الأدنى لمجالها الحراري وتدخل في البيات الشتوي. فضلاً عن أن الحيوانات تستطيع أن تغير أماكنها بانتقالها إلى مناطق ذات مناخات أكثر ملاءمة ويساعدها في ذلك أعضاءها الحسية وامتلاكها آليات توجيه خاصة (تدعى الانجذاب) التي توجه الحيوان نحو الوسط الأكثر ملاءمة، وهذا ما يمكن ملاحظته مخبرياً عندما وضع الجراد الرحال في قفص متطاول تتغير درجة حرارته بشكل منتظم من نهاية لأخرى، فوجد أن الجراد يتجمع حول منطقة تكون حرارتها قريبة من قيمة معينة هي درجة الحرارة المثلى.

وبالتالي عندما نقول عن كائن ما أنه متساهل (مرن) في تغير درجة الحرارة فهذا يعني أن الكائن الحي قادر على تحمل تغيرات درجة الحرارة، مثال ذلك النمر يستطيع تحمل مناخ سيبيريا

والمناخ الاستوائي. أما إذا كان الكائن يستطيع العيش ضمن حدود ضيقة من درجة الحرارة فإنه يدعى غير متساهل (غير مرن) للتغيرات درجة الحرارة، مثال ذلك ذبابة تسي تسي لا تعيش إلا في المناطق الاستوائية الإفريقية حيث يتجاوز متوسط درجة الحرارة السنوية ٢٠ م°.

لقد تكيف الحيوانات مع درجة الحرارة مثلاً: نجد أن ثعلب الصحاري تكون أطرافه طويلة وأذناه كبيرتان بينما الثعلب الأوروبي تكون أطرافه قصيرة وأذناه قصيرة (أقصر من الصحاري) أما الثعلب القطبي أذناه قصيرتين جداً وخرطومه قصير. ويمكن ملاحظة التكيفات في فراء ثدييات المناطق الباردة (نمر سيبيريا مثلاً) تكون أكثر ثخانة من فراء ثدييات المناطق الحارة (نمر الهند) حيث تلعب الفراء دوراً واقياً في حماية الحيوان من تأثير درجة الحرارة.

٢.٢.١. الضوء: يلعب دوراً في نشاط وتوزع الأحياء وعملياتها الحيوية وسلوكياتها، ولكن عنصر الضوء ليس له مجال محدد (معين) كما لعنصر درجة الحرارة حيث نجد أن العديد من الكائنات الحية تستطيع أن تعيش في الظلام الحالك أو حتى في الضوء المستمر.

١.٢.٢.١. أثر طول الموجات الضوئية (نوع الضوء) بعض الحيوانات مجهزة بجهاز مستقبل للضوء يسمح لها تمييز أطوال الموجات المختلفة أي تستطيع رؤية الألوان التي تلعب دوراً في سلوكها، فالفراشات الليلية تنجذب نحو الضوء الغني بالأشعة فوق البنفسجية.

٢.٢.٢.١. تؤثر **الشدة الضوئية** في الحيوانات إذ يطال هذا التأثير في بعض الأنواع الحيوانية مثلاً تؤدي إلى توقف نمو ذبابة الخل وتسبب موتها، وكثير من الحيوانات تظهر تفضيلاً للدرجة المثلى من الضوء، انجذاب ضوئي ايجابي أو سلبي، الحشرات الليلية تنجذب نحو الضوء، الصرصور يركض في غرفة مظلمة وسرعان ما يختبئ عند إشعال الضوء.

هناك عدد من الحيوانات يطلق عليها اسم **الحيوانات النهارية** وهذه الحيوانات تخرج نهاراً للسعي وراء الغذاء مثل معظم الطيور وبعض الثدييات، وهناك أيضاً عديد من الحيوانات التي يطلق عليها **الحيوانات الليلية** وهي تختبئ في مخابئها في ضوء النهار فإذا أظلم الجو وأقبل الليل فإنها تخرج من هذه المخابئ سعياً وراء غذائها مثل الخفافيش والبوم.

٣.٢.٢.١. أثر **الفترة الضوئية** في الحيوان، تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بعامل الفترة الضوئية، فمنها من يستطيع العيش بعيداً عن الضوء كحيوانات القاع في أعماق المحيطات والبحار، وبعضها يحتاج الضوء لحياته.

كما أن الفترة الضوئية تسبب التكاثر في وقت ملائم فمثلاً أسماك الأومبل يعيش في الينابيع ويضع بيضة في شهر تشرين الثاني أي عندما تتناقص الفترة الضوئية إلى٨ ساعات، فعندما

حفظ قسم من هذه الأسماك في فترة ضوئية متزايدة في البداية ثم متناقصة تدريجياً فإن وضع البيض كان يتم عندما تصل الفترة الضوئية إلى٨ ساعات مهما تكن الفترة من السنة التي تجري فيها.

كما تتحكم الفترة الضوئية في هجرة الطيور والحشرات والأسماك، فالطيور تهاجر شمالاً عندما يطول النهار، وجنوباً عندما يقصر.

٣.١. الرياح: يعد عاملاً مهماً ومؤثراً من ناحيتين: الناحية الأولى حركة الرياح التي تلعب دوراً في توزع الحيوانات وانتشارها على سطح الأرض، والناحية الثانية تركيبه الكيميائي المؤلف من غازات ضرورية لاستمرار حياة الكائنات الحية خاصة (o_2) الضروري لتنفس الأحياء.

تؤثر الرياح في نشاط الكثير من الحشرات: فالبعوض لا يستطيع الطيران عندما تتجاوز سرعة الرياح ١٢كم/سا، يتوقف الجراد الرحال أمام الرياح، وتختار ذبابة المنزل الأماكن الهادئة لتستقر، ونمل الحصاد لا يترك جحره عندما تكون هناك رياح. وعدم قدرة الطيور على الطيران في الأيام التي تكون فيها الرياح شديد، وتنقل الرياح الآفات الحشرية من النبات المريض إلى النبات السليم، كما تنقل الرياح بذور وبيوض ويرقات الكائنات الحية مما يُسهم في انتشارها، ويزداد حدوث عملية التبخر في الحيوانات بزيادة سرعة الرياح.

٤.١. الرطوبة يُعد الماء أساس الحياة، وبالتالي فإن عامل الرطوبة يعد مهماً في توزع الكائنات الحية فالرطوبة العالية تحد من انتشار كثير من الكائنات الحية، كما أن الرطوبة المنخفضة تحد من انتشار بعضها الآخر. حيث تنتشر بعض الحيوانات في المناطق الرطبة كالحشرات مثل البعوض. وتعد المناطق الرطبة موطناً لأنواع أخرى من الحيوانات كالجاموس والتماسيح والثعابين المائية والديدان والقواقع في حين يعيش بعضها الأخر في المسطحات المائية المختلفة كالأسماك والحيتان، بينما لا يحتاج بعض الحيوانات إلى توافر المياه بصورة كبيرة فالفأر الصحراوي لا يشرب الماء بينما يحصل عليه من خلال تغذيته على جذور النباتات، كما تتحمل الجمال العطش.

إن درجة الرطوبة للوسط المحيط تتحكم في معدل فقدان الجسم للماء من خلال الجلد أو الرئة لذلك تحاول الحيوانات التقنين من صرف الماء الذي حصلت عليه بكل الوسائل الممكنة من خلال سلوكها لجوء بعض الأنواع إلى الحياة الليلية والاختباء أثناء النهار. واختيار نباتات معينة

للأكل. كما أن جسم الحيوانات يكون ملائماً للبيئة مثلاً: حيوانات تخفض التعرق أو لا تتعرق مثل الإبل، كما تمتلك بعض الحيوانات كساء جسم قاسي تمنع تبخر الماء.

٢. التربة من المعروف أن طبيعة التربة تعين إلى حد كبير نوع النباتات والحيوانات التي يمكن أن تعيش عليها، فالحيوانات تستقر في نوع التربة التي تلائمها سكناً وملجأ تحتمي فيه من الأعداء ومن الحرارة ومن الجفاف ويعيش بالتربة أعداد لا حصر لها من الحيوانات والديدان الخيطية والحشرات والثديات القارضة.

ويلعب عمق التربة دوراً في حياة الكائنات الحية، فكلما زاد عمق التربة كلما ازداد محتواها المائي فعلى سبيل المثال: ديدان الأرض لا تتواجد إلا في الترب الرطبة، وتقضي الفصل الجاف مغروسة في الأعماق. فإذا كانت التربة سطحية لا تستطيع ذلك ولا تبقى إلا الحيوانات القادرة على التصيف. كما أن رطوبة التربة العالية تقتل كثيراً من يرقات الحشرات.

ولحجم الحبيبات أهمية بيئية بالنسبة للأحياء التي تعيش بالتربة أو تحفر فيها، فيرقات الحشرات لا تستطيع العيش في التربة كثيرة الحصى وتتطلب تربة ناعمة كغشائيات الأجنحة التي تحفر حجوراً لتسكن صغارها مثل الجراد الذي يغرس بيوضه في التربة الناعمة، كما يوجد حيوانات بحرية تظهر تفضيلاً مختلفة تجاه نوعية الرمل، فمنها يفضل الرمل الخشن كبرايرس جنس من المحار، أو الرمل الناعم كالتفاعة جنس من المحار، والحلقيات كثيرات الأشعار ساكنات الأنابيب تفضل السلت مثل دودة الرمل.

٣. العوامل الطبوغرافية (التضاريس): يُلحظ أثر التضاريس في الحياة الحيوانية من خلال:

١.٣. تنوع الحيوانات من حيث الضخامة تبعاً لاختلاف التضاريس، فالمناطق السهلية تتميز بحيواناتها الضخمة كالفيلة، والأبقار، والنعام، والغزال الشائك القرن، والحمار الوحشي، بينما تتميز حيوانات المناطق الجبلية بصغر حجمها وخفة حركتها ومقدرتها على القفز، كالماعز، واللاما، والأغنام الجبلية، والبيكا، كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخري.

٢.٣. تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزع الحيوانات: تتغير أنواع الحيوانات الجبلية وفقاً لارتفاع الجبال: ومن أمثلتها الحيوانات الجبلية في جبال المناطق المدارية يوجد أنواع من القردة ذات الفراء وهي توجد في غابات السفوح المنخفضة في جبال هيمالايا وهضبة التبت، والدب الأسود والنمر في هضبة منغوليا، أما الحيوانات التي تعيش في نطاق الحشائش فتوجد العاشبات الخفيفة الحركة مثل التيتل الذي يوجد في جبال الألب، والياك في هضبة التبت، واللاما في جبال

أمريكا الجنوبية، وتتميز هذه الحيوانات بأن لها حوافر قوية تساعدها على تسلق الجبال ذات المسالك الوعرة. وطائر السمامة النيبالي الذي يتخذ أعشاشه على ارتفاع٦١٠٠ م فوق سطح البحر كما في جبال همالايا.

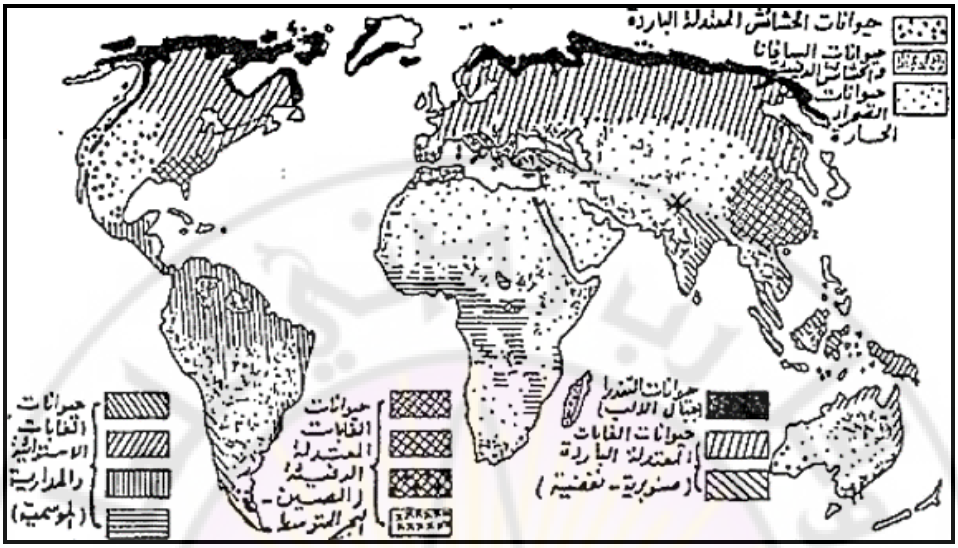
٣.٣. القرب والبعد عن السواحل ودرجة العمق بعض الحيوانات تعيش قريباً من السواحل، ومنها على سبيل المثال عائلة الاطوم، بينما البعض الآخر لا تعيش إلا بعيداً عن السواحل، في عرض البحر ويبرز هنا عامل العمق ليقسم هذه البيئة إلى ثلاثة أقسام، بيئة سطحية وقريبة من سطح الماء، وبيئة متوسطة العمق، وبيئة عميقة جداً. لا شك أن أهم عامل يقترن بالأعماق ومداها هو الضوء وهو عامل بيولوجي مهم لنمو وتكاثر العضويات.

خامساً . الأقاليم الجغرافية الحيوانية:

الإقليم الحيواني: هو جزء سطح من الأرض يتميز بتركيب وتجمع حيواني معين، بخاصة الحيوانات الثديية التي تتصف بملامح تميزها عن الأقاليم الأخرى، ولكل إقليم حيواني أنواع فريدة تقتصر عليه، والملاحظ أن الأقاليم الحيوانية لا تتفق بصورة دقيقة مع القارات، لتنحصر في مناطق أكثر امتداداً منها، وتفسر حدود الأقاليم الحيوانية بالتغيرات التي طرأت على المناخ وعلى توزع اليابس والماء في العصور القديمة.

إن الاختلافات بين الأقاليم الحيوانية نتج من وجود حواجز عاقت حركة الحيوانات في الماضي وتُعيقها في الحاضر، سواء كانت مناخات إقليمية، أو حواجز طبيعية (جبال، مسطحات مائية) التي تسببت في عزل بعض الحيوانات وحبسها في بعض الأقاليم دون غيرها.

وبالتالي تتباين الأقاليم الجغرافية من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف خصائصها البيئية، لاسيما مدى توافر الحشائش والأعشاب التي تعد أكثر العوامل تأثيراً في أنواع الكائنات الحيوانية وتوزعها وكثافتها وخصائصها. وتعيش في كل إقليم من الأقاليم النباتية حيوانات وطيور وحشرات متنوعة الأشكال والأحجام، بحيث تتلاءم مع طبيعة الإقليم الذي تعيش فيه بما يساعدها على البقاء والتكاثر. وتوضح الخريطة .١٤. الأقاليم الجغرافية الحيوانية في العالم تبعاً لخصائص البيئة.



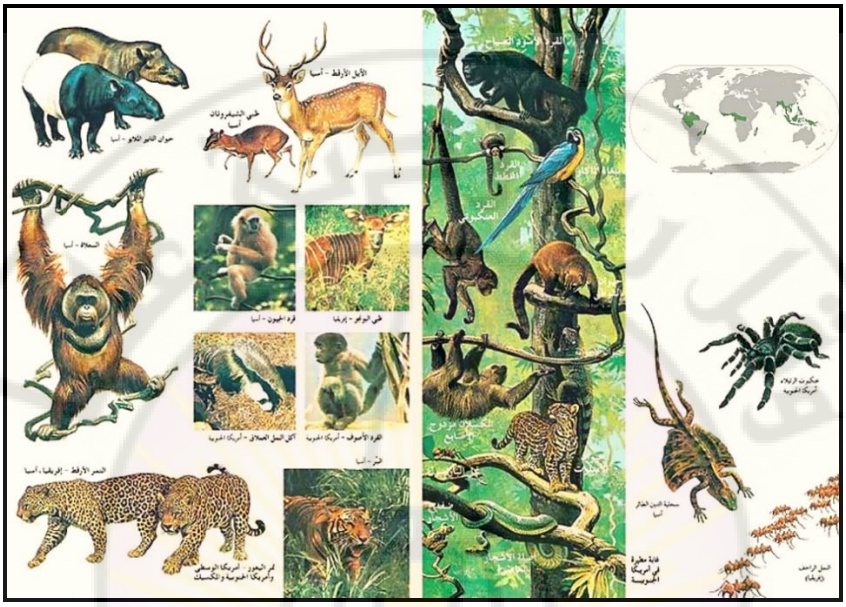
الخريطة ١٤. الأقاليم الجغرافية الحيوانية

١ : إقليم حيوانات الغابات:

على الرغم من تنوع الغابات تبعاً للعروض التي تقع فيها، فإن الحياة الحيوانية بها زاخرة، وتتنوع كذلك بتنوعها، وسوف نقدم شرحاً للحياة الحيوانية حسب أنواع الغابات:

١.١. حيوانات الغابات الاستوائية والمدارية: تعد موطناً لتنوع حيوي هائل، ونظراً لازدحام الغابة الاستوائية بالنبات والأشجار، ولصعوبة الحركة والانتقال، فإنه ليس هناك متسع للحيوانات الكبيرة الحجم والضخمة، فالغابة موطن للحيوانات التي تعيش على أعالي الاشجار ويمضي العديد من هذه الحيوانات حياته على الأشجار ولا يهبط إلى الأرض أبداً، وتكون الثمار والجوزات المتكونة في الظلة العلوية والسفلية قاعدة غذاء لها مثل القردة والسناجب والببغاوات، وحيوانات الكسلان، وتسكن الضفادع والسحالي وبعض الثعابين بين فروع الأشجار، وتتأقلم معظم حيوانات الظلة مع الحياة فوق قمم الأشجار فبعضها ينزلق من شجرة إلى أخرى مثل الليمور الطائر والسناجب الطائرة، بينما تقفز حيوانات الجلاجو، والقرد المخطط من فرع إلى آخر، ويطوف بعضها أرضية الغابة كالظباء، والأيائل، والخنازير، والتابير، والكثير من القوارض، حيث تتغذى بجذور النباتات والبذور والأوراق والثمار التي تسقط على الأرض. وتنتشر العديد من الحشرات مثل النحل والفراشات والبعوض والعث والنمل الأبيض والعناكب. أمَّا الغابات المدارية (الموسمية) فإنها مأوى الحيوانات التي تعيش على العشب كالفيل والخرتيت (وحيد القرن) وآكلة اللحوم كالنمور،

والحيوانات التي تعيش على الأشجار في الجهات الكثيفة منها كالقردة والسنجاب. الصورة .٤١. حيوانات الغابة الاستوائية والمدارية.



الصورة .٤١. حيوانات الغابة الاستوائية والمدارية

٢.١. حيوانات الغابات الباردة: الحيوانات التي تعيش في هذه الغابات سواء في ذلك الغابات النفضية أو الصنوبرية، وتشمل بعض أنواع الطيور التي تعيش على الفاكهة، وبعض الحيوانات القارضة مثل السناجب، وبعض القطط المتوحشة، والحيوانات العشبية مثل الأرانب كما يعيش فيها الثعالب والدب والذئب والخنزير البري، والغزال الضخم، وتوجد هذه الحيوانات بصفة خاصة في غابات شمال أوراسيا وأمريكا الشمالية، كما تكثر بها الحيوانات المائية القارضة مثل كلب الماء.

٣.١. حيوانات غابات المناطق المعتدلة: تعيش حيوانات مختلفة الأحجام، منها ذوات الحجم الصغير، مثل الصيدناني، والقنفذ، والشهيم أو النيص، وبعض أنواع القوارض والسناجب، كما تعيش فيها حيوانات كبيرة الحجم مثل الدب، والخنزير البري، والأيل الأحمر، والراكون، والغزلان، والكوالا... وحيوانات برمائية منها القندس، والضفادع، وثعلب الماء، والسلاحف المائية، ويبني الكثير من الطيور أعشاشه فيها، وتقاوم بعض حيوانات الغابات المعتدلة درجة الحرارة المنخفضة في فصل الشتاء من خلال السبات، بينما تهاجر حيوانات أخرى إلى المناطق ذات الأحوال

المناخية الأفضل، ثم تعود إلى مكانها الأصلي عندما يمر الشتاء. الصورة .٤٢. حيوانات غابات المناطق المعتدلة.



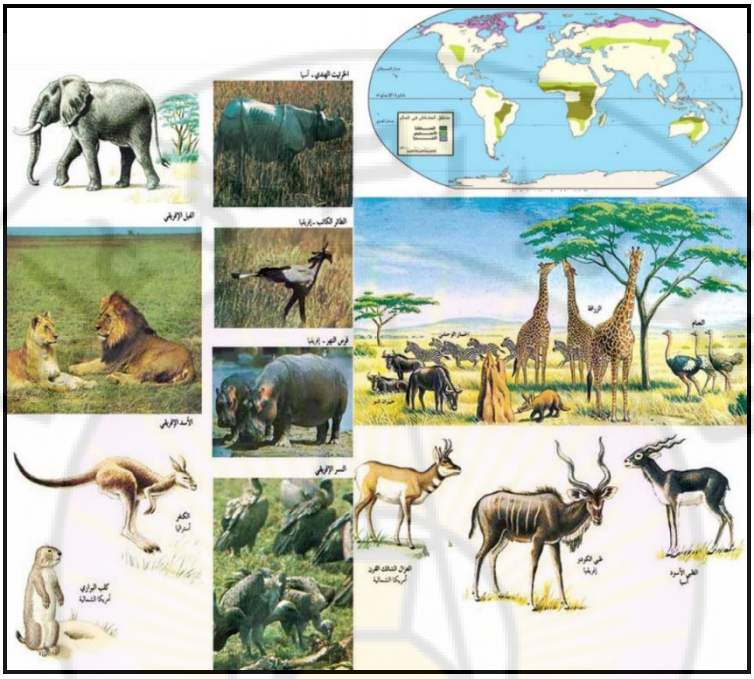
الصورة .٤٢. حيوانات غابات المناطق المعتدلة

٢. إقليم حيوانات مناطق الحشائش الطبيعية:

تنمو الأعشاب في عدة مناطق حارة وفي مناطق أخرى معتدلة دفيئة أو معتدلة باردة، وتختلف الحياة الحيوانية فيها تبعاً لاختلاف الأحوال البيئية في كل منها:

١.٢. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا): تتميز الحيوانات بأنها كبيرة الحجم وسريعة العدو في مساحات شاسعة من السهول المكشوفة، ومن بين أكبر حيوانات السافانا حجماً البقر الوحشي، والجاموس، والحمار الوحشي، والزراف، وفرس النهر، ووحيد القرن، والفيل والغزال، وبعض الحيوانات المفترسة آكلة اللحوم مثل النمر، والأسد، والفهد، وحيوانات السريعة العدو الظبي الأسود وبقر الكودو الوحشي، والغزال الشائك القرن، ويعد الكنغر أكثر حيوانات مناطق شيوعاً في قارة أستراليا، وتتواجد بعض أنواع القوارض التي تعيش في أوكاراً تحفرها لنفسها في الأرض للمأوى، ويعيش في إقليم السافانا بعض الحشرات والديدان التي تكثر في خلال فصل المطر والحرارة، وهنا تعيش بعض الطيور المتوطنة التي فقد بعضها القدرة على الطيران نظراً

لضخامة جسمه وقصر أجنحته مثل النعامة. الصورة .٤٣. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا).



الصورة .٤٣. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا)

٢.٢. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة: تتعرض الحيوانات في مناطق الإستبس للجفاف والبرد، لهذا فإن بعض الحيوانات يضطر للهجرة إلى مناطق أخرى، بينما يضطر البعض الآخر الى السبات في مسكنه حتى فصل الدفء. ومن أهم الحيوانات الغزال والجمل ذو السنامين، والثور الوحشي وكثير من الحيوانات القارضة مثل السنجاب، ومن صفات حيوانات الإستبس أنها حيوانات ليلية، أي أنها لا تخرج من جحورها إلا ليلاً، أما الطيور فمن أهمها السمان، والقنابر (قنبرة) وبعض الطيور الجارحة كالحدأة والنسور. الصورة .٤٤. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة.

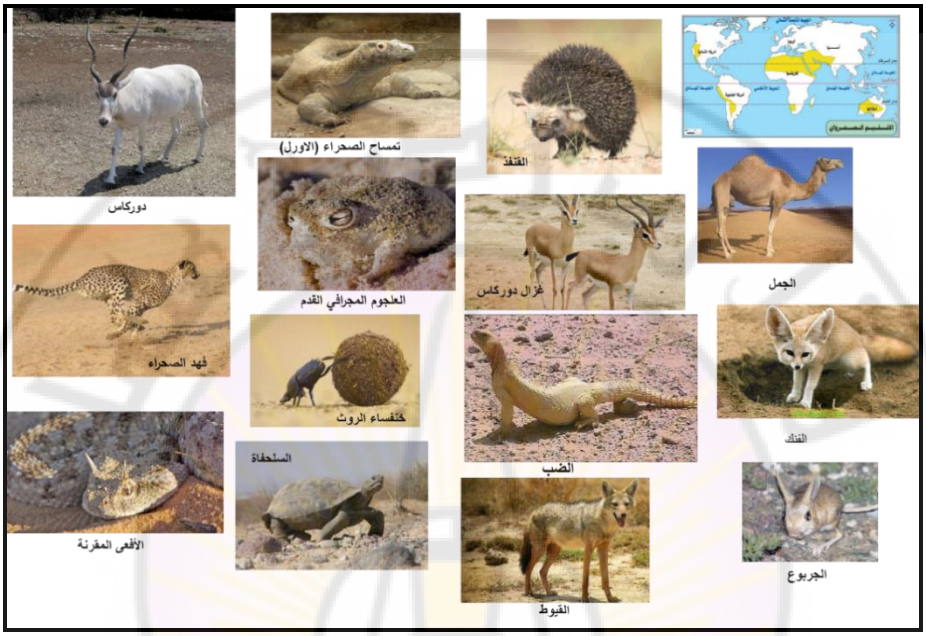


الصورة ٤٤. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة

٣ . حيوانات الصحاري:

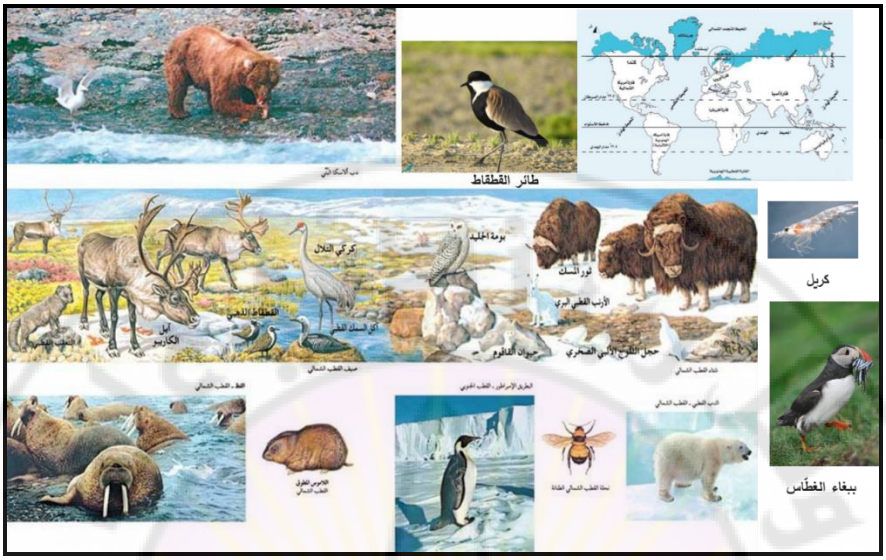
١.٣. حيوانات الصحاري الحارة: ولما كانت النباتات الصحراوية قليلة أو نادرة، فإن الحياة الحيوانية محدودة، وهي تتركز عادة في الواحات وقرب حدود الصحراء، ولدى معظم حيوانات الصحاري أجسام صغيرة الحجم تُمكنها من الهروب من درجة حرارة الشمس التي تُلهب الصحاري، حيث تختفي معظم تلك الحيوانات في أوكارها الأرضية خلال النهار، وتستظل حيوانات الصحاري الأخرى تحت الشجيرات الصغيرة والصخور، ومن حيوانات هذه الصحاري نذكر الجمل ذو السنام الواحد (الجمل العربي)، والغزالان كغزال دوركاس (العفري)، وغزال الأريل هو أحد أصغر أنواع الغزلان وأكثرها شيوعاً، والظبي(غزال الريم)، وظباء اداكس، والفئران، والأرانب البرية، وفأر الكنغر (الجربوع)، والعلجوم المجرافي القدم (نوع من أنواع الضفادع) والوعوع أو (ذئب البراري) والكلب الأسترالي (دنغو)، والفنك ثعلب الصحراء، وفهد الصحراء (فهد شمال افريقيا)، والأرنب البري، والطيور التي تسطيع الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء، كالبزاة والشواهين، وطائر القطا، وطائر البوم، وتنتشر الكثير من الزواحف منها الأفاعي كالأفعى القرناء(الصوندر)، والسحالي كالوُرل من السحالي السامة، والعقارب كعقرب ستوكر المميت، ويمكن لمعظم حيوانات الصحاري العيش دون ماء لعدة أيام، كما أن أغلبها يتميز بلونه الذي لا يختلف كثيراً عن لون رمال الصحراء، تُساعده على الاختفاء من أعدائها، كما أنها تتميز أيضاً

بتحملها للجفاف الشديد، والسير بسهولة في الجهات التي تغطيها الرمال، لأن لأقدامها شكلاً خاصاً يساعدها على ذلك. الصورة .٤٥. حيوانات الصحاري الباردة.



الصورة .٤٥. حيوانات الصحاري الحارة

٢.٣. حيوانات الصحاري الباردة (التندرا): على الرغم من الظروف القاسية فهناك بعض الحيوانات التي تعيش في المناطق الصحراوية الباردة، حيث الثلج والجليد طوال العام، مثل الثعلب القطبي الشمالي، والرنة إحدى الأيليات، وثور المسك، وأرنب القطب الشمالي، والقاقوم أو ابن عرس قصير الذيل، والدب القطبي، واللاموس من القوارض، والذئب القطبي أو الذئب الأبيض، ومن الطيور البطريق، وببغاء الغطّاس أو بفن الأطلنطي، وحجل الثلوج الألبي، وبومة الثلج، وطائر القطقاط الذهبي، وزعنفيات الأقدام مجموعة من الثدييات البحرية تشمل الفقمة، وأسد الماء، والفظ، وهناك عدد قليل جداً من أنواع الأسماك في المحيط الجنوبي تُعرف بأسماك الدم الأبيض فهم يفتقرون إلى الهيموغلوبين، ما يؤدي إلى دمائهم عديمة اللون، وكريل رائع أو كريل قطبي جنوبي يشبه القريدس. الصورة .٤٦حيوانات الصحاري الباردة.

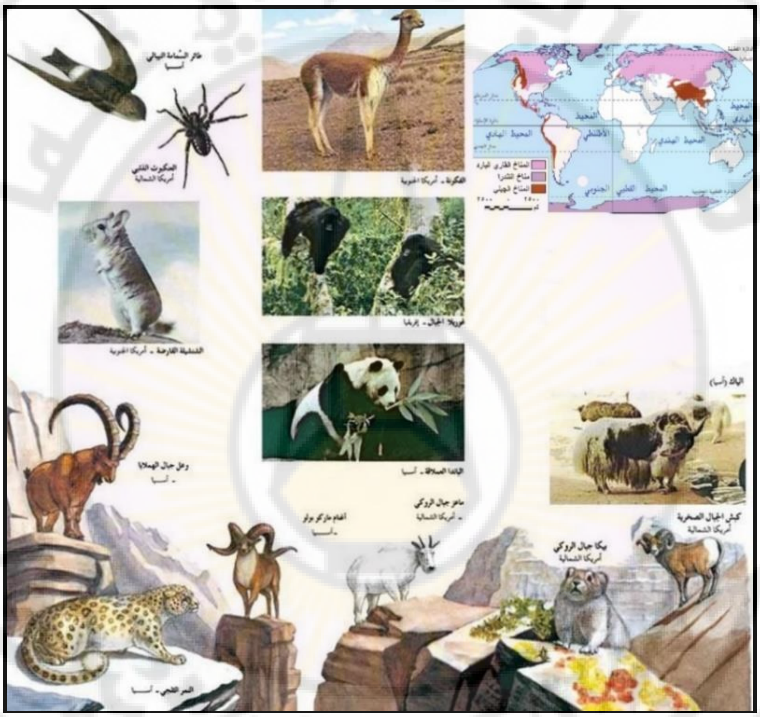


الصورة ٤٦. حيوانات الصحاري الباردة

٤ . حيوانات إقليم الجبال:

إن الحيوانات التي تعيش في المناطق الجبلية العالية ذات تكيفات سلوكية وتركيبية مع بيئة المنحدرات الجبلية العالية، مثل كبش الجبال الصخرية الذي يعيش في جبال روكي في أمريكا الشمالية، وماعز الظبي (ماعز جبال روكي)، لقد تكيفت قوائم الكباش والماعز حيث تتسلق وتقفز فوق الصخور العالية والمنحدرة بشدة. كما تعيش اللاما في جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية حيث يوجد لها أخفاف مبطنة تساعدها على الحركة، كما أنها تستطيع أن تتكيف مع نقص أوكسجين الهواء. أمَّا التكيفات السلوكية فمثلما تهاجر بعض الحيوانات شمالاً وجنوباً مع تغير الفصول، هناك حيوانات جبلية تتحرك على المنحدرات الجبلية إلى الأعلى صيفاً، وإلى الأسفل شتاءً، فالظبي إلك في أمريكا الشمالية يبحث عن طعامه في المراعي المرتفعة صيفاً ثم ينتقل نحو الأودية المنخفضة شتاءً، ويعيش الفهد المرقط فوق جبال وسط آسيا على ارتفاعات تصل إلى نحو ٦٠٠٠ متر فوق سطح البحر صيفاً، ثم يهاجر نحو الأسفل شتاءً، وهناك حيوانات لا تستطيع الانتقال على سفوح الجبال صعوداً وهبوطاً مسافات كبيرة مثل القوارض لذلك يلجأ معظمها إلى السبات الشتوي أيام البرد القارس شتاءً مثل البيكا، وطائر السبد الطائر الوحيد الذي يقوم بالبيات الشتوي عندما يشتد البرد، وهناك العديد من الحيوانات التي يمكنها العيش على ارتفاعات شاهقة مثل الياك (ثور التيبت) الذي يعيش على ارتفاعات تصل إلى٥٤٠٠ متر، حيوان الفيكونة من فصيلة الجمال الذي يستوطن المناطق المرتفعة التي يراوح ارتفاعها بين

٣٥٠٠ إلى٥٥٠٠ م فوق مستوى البحر. كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخرية مثل طائر تدرج الثلج التبني، الذي يبقى دائماً على المنحدرات الصخرية على ارتفاع أكثر من ٥٠٠٠ م فوق سطح البحر يبني عشه على علو ارتفاع يصل إلى ٦٣٣٢ متراً، والكوندور الأنديز أو النسر الفحاح يبني أعشاشه على ارتفاع ٥٠٠٠ متر عن مستوى البحر، ويبني طائر السمامة النيبالي أعشاشه في جبال هيمالايا على ارتفاع ٦١٠٠م فوق سطح البحر. الصورة .٤٧. حيوانات إقليم الجبال.



الصورة .٤٧. حيوانات إقليم الجبال

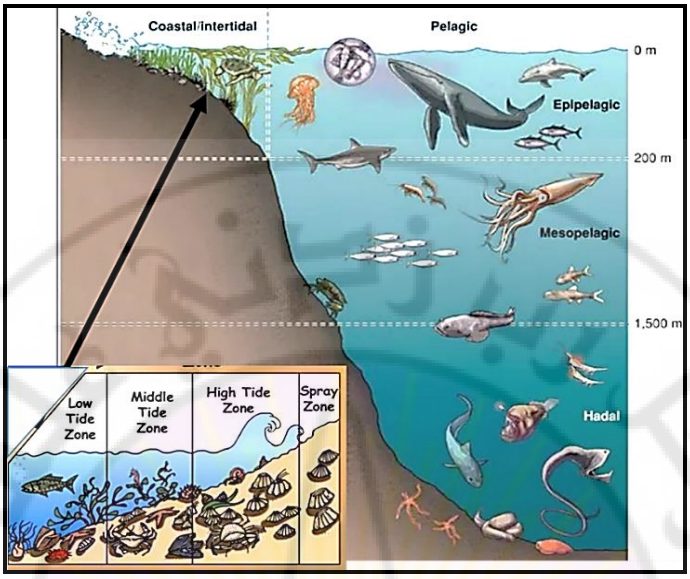
٥ . حيوانات البحار والمحيطات:

تعيش مجموعة كبيرة جداً من الكائنات الحية المتنوعة في المحيطات، وتراوح الحياة البحرية بين كائنات مجهرية وحيدة الخلية، والحوت الأزرق أكبر حيوان. وأغلب الحيوانات البحرية تعيش بالقرب من سطح الماء (النطاق الضوئي)، والحياة في البحار ذات تنوع كبير، حيث يُقدر العلماء عدد الأنواع الحية التي تسكن بحار العالم بما يزيد عن ربع مليون نوع ويمكن تقسيم أنواع الحياة الحيوانية في المحيطات والبحار إلى ثلاث مجموعات هي:

١.٥. العوالق الحيوانية المائية: كائنات بحرية صغيرة لها قدرة محدودة على الحركة في المياه، ولا يمكن رؤية معظمها إلا بالمجهر وتشمل بعض الأنواع الدقيقة من البكتيريا وتعيش هذه الحيوانات في مياه سطحية وعميقة، والقشريات تشكل نحو ٧٠% من العوالق الحيوانية ويعد الكريل من القشريات التي تتغذى بها الأسماك، والطيور البحرية، والفقمة، والحبَّار، والحيتان وتشمل حيوانات العوالق أيضاً حيوانات أخرى مثل الديدان السهمية والقواقع البحرية.

٢.٥. السـوابح: تتكون من السمك، والحيوانات الأخرى التي لها القدرة على السباحة بدون مساعدة التيارات المائية، وتعيش معظم السوابح في الطبقة السطحية من المحيط، وتشمل السوابح الحبَّار والأخطبوط، والصبيد نوعاً من الرخويات، والثدييات السابحة مثل الأطوم وخروف البحر، وخنزير البحر، والحيتان، وجميعها تبقى في المحيط طوال دورة حياتها، بينما تقضي بعض الثدييات البحرية الأخرى مثل أسد البحر، وقندس البحر، والفقمة والفظ بعض الوقت على اليابسة.

٣.٥. القـاعيات: تتكون من كائنات بحرية تعيش في قاع البحر، وتكون بعض أنواع القاعيات ملتصقة بقاع المحيط في موضع واحد خلال دورة حياتها. ومن الحيوانات التي تعيش على قاع البحر المحار الملزمي وسرطان البحر والكركند ونجمة البحر وأنواع عديدة من الديدان، ولبعض الأسماك القاعية خصائص تجعلها تتأقلم مع طبيعة الحياة في قاع البحر، فعلى سبيل المثال لكل من سمك الهلبوت، وسمك موسى، يأخذان شكلاً مسطحاً على القاع، عينان على جانبي الرأس متجهتان إلى أعلى. الصورة ٤٨. الحياة الحيوانية في المحيطات والبحار (العوالق والسوابح والقاعيات).



الصورة ٤٨. الحياة الحيوانية في المحيطات والبحار (العوالق والسوابح والقاعيات)

سادساً . الممالك الحيوانية (مناطق جغرافية حيوانية)Zoogeographic Realms :

لقد كانت أول محاولة لتقسيم العالم إلى ممالك حيوانية تلك التي قام بها **سكلاتر** P.L Sclater عالم حيواني من المملكة المتحدة، على أساس الطيور المختلفة الموجودة في ستة أقاليم مختلفة، ثم تبعه عام ١٨٧٦م، **والاس** D. Wallace عالم جغرافي وأحياء من بريطانيا، الذي أوضح أن جميع الحيوانات البرية المعروفة لها توزع جغرافي مشابه تماماً لتوزع الطيور، واقترح تقسيماً للأقاليم الحيوانية معدلاً تعديلاً طفيفاً عما اقترحه سكلاتر.

إن الممالك الحيوانية التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس مازالت تُستخدم حتى الان، كما يُلاحظ أنها تتفق إلى حدٍ كبير مع الكتل القارية اليابسة، وينفصل كل منهما عما يجاوره بوساطة حاجز طبيعي واضح المعالم تماماً مثل سلسلة جبلية عالية أو مسطحاً مائياً واسعاً أو نطاقاً صحراوياً جافاً، وهذه الممالك الحيوانية هي كالآتي:

١. مملكة المنطقة القطبية الشمالية القديمة Palearctic Region: ويشمل قارة أوروبا، وشمالي قارة أفريقيا، وقارة أسيا عدا جنوبها وجنوبها الشرقي، ومعظم شبه الجزيرة العربية.

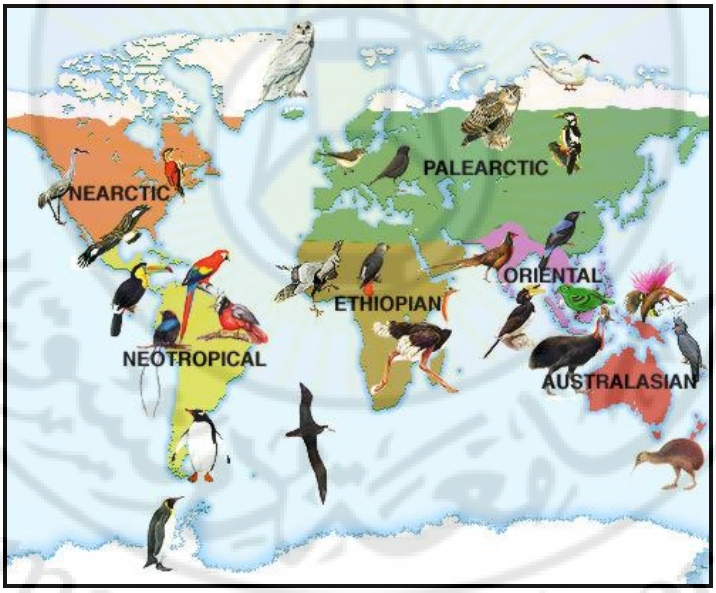
٢. مملكة إقليم العالم الجديدة Nearctic region: ويشمل معظم قارة أمريكا الشمالية وغرينلاند وأيسلندا.

٣. مملكة إقليم المداري الجديدة Neatropical region: ويشمل كل من قارة أمريكا الجنوبية ومعظم أمريكا الوسطى.

٤. مملكة الإقليم الأثيوبية Ethiopian Region: ويضم قارة أفريقيا جنوب الصحراء، والزاوية الجنوبية لشبه الجزيرة العربية، وجزيرة مدغشقر.

٥. مملكة الإقليم الشرقية Oriental Region: أو الإقليم الهندي ويُطلق عليه سكلاتر، ويشمل قارة اسيا الجنوبية من بلوخستان إلى بورما وجنوب شرقي أسيا وبعض جزر الأرخبيل الإندونيسي.

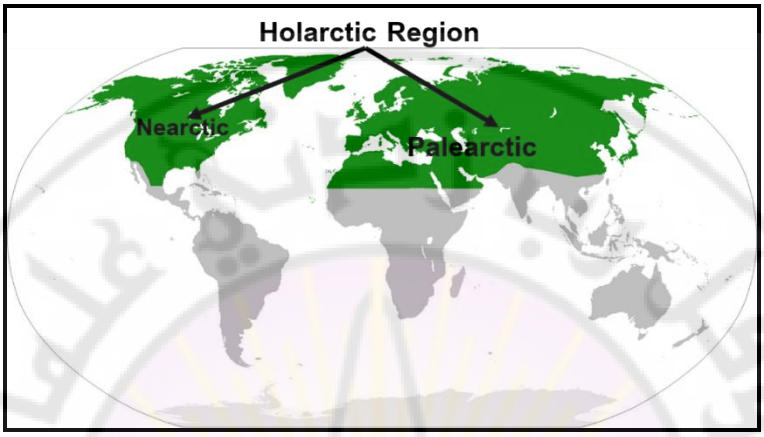
٦. مملكة الإقليم الأسترالية Australian Region: ويشمل استراليا وتسمانيا ونيوزيلندا وغينيا الجديدة والجزر الشرقية من أندونيسيا (قارة أوقيانوسيا). وتوضح الخريطة .١٥ الأقاليم حيوانية التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس على أساس الطيور المختلفة الموجودة في ستة أقاليم مختلفة.



الخريطة .١٥. الأقاليم حيوانية التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس

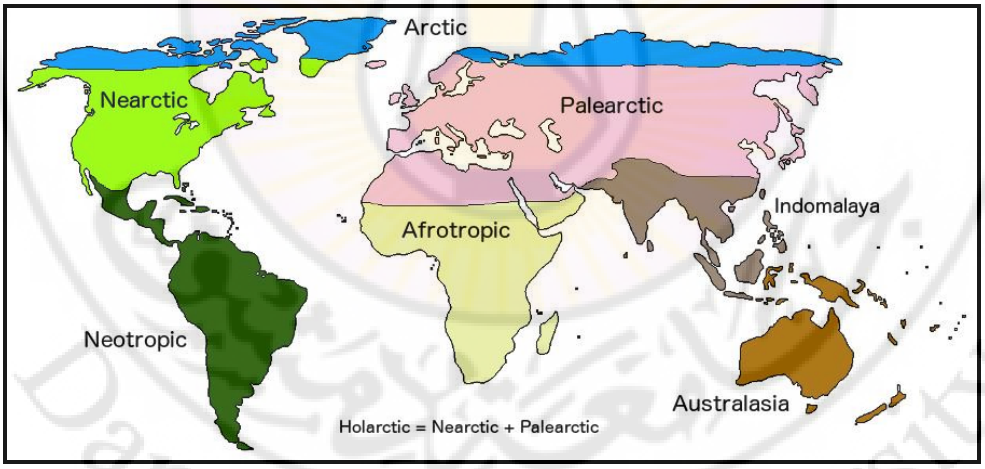
في أوائل عام ١٨٨٧م، اقتراح هيلبرين Heilprin، إدماج مملكة إقليم العالم الجديد ومملكة إقليم المنطقة القطبية الشمالية القديمة في مملكة واحدة تُعرف بمملكة إقليم **الهولاركي Holarctic Region** بسبب الملامح الكثيرة المشتركة بينهما والتي كانت سبباً في قبول الكثيرين له، وعدَّ

الإقليمين فرعين للإقليم الهولاركي. وتوضح الخريطة ١٦. إقليم الهولاركيHolarctic Region وفق اقتراح هيلبرين.



الخريطة ١٦. إقليم الهولاركيHolarctic Region وفق اقتراح هيلبرين

وسنعمد في دراستنا تصنيف سكلاتر ووالاس كما هو موضح في الخريطة ١٧. وشرحاً مفصلاً عن كل مملكة من الممالك الحيوانية وهي:



الخريطة ١٧. الممالك الحيوانية Zoogeographic Realms

١. مملكة المنطقة القطبية الشمالية القديمة Palearctic Region faunal: يُعد الإقليم أحد أكبر الأقاليم الحيوانية الجغرافية الموجودة على سطح الأرض، يُقدر مساحتها بنحو ٥٤,١ مليون كم^{٢}. يشمل عالم Palearctic في معظمه مناطق شمالية . شبه قطبية ومناطق مناخية معتدلة، يمتد في جميع أنحاء قارة أوروبا وقارة آسيا شمالي سفوح جبال الهيمالايا وشمالي قارة إفريقيا

والأجزاء الشمالية والوسطى من شبه الجزيرة العربية. وأهم الحيوانات هي الطيور منها عصفور الشوك Prunellidae، وطائر الغواص Gaviidae الذي يُعد واحد من أقدم وأكثر الطيور بدائية، والطيهوج Tetraoninae، والأوك auks Alcidae هو طائر من فصيلة البطريقيات، وطائر جناح الشمع Bombycilla، وهناك العديد من الثدييات المستوطنة في المنطقة منها الهامستر Calomyscidae، وبرولاغيدا الأرنب البدائي Prolagidae، والباندا الأحمر، وظباء سايغا نوع من الظباء كان يقطن السهول الأوراسية وهي معرضة لخطر الانقراض.

كما نشأت عدة أنواع من الثدييات في الإقليم، وانتشرت خلال العصر الجليدي منها الدب البني Ursus arctos والمعروف في أمريكا الشمالية باسم أشيب، والغزلان الأحمر (الأيل الأحمر) Cervus elaphus في أوروبا، والإلكة Cervus canadensis هي واحدة من أكبر فصائل الأيائل في العالم، والبيزون الأمريكي أو الثور الأمريكي Bison bison، والرنة Rangifer tarandus ويسمى أيضاً كاريبو caribou في أمريكا الشمالية.

لقد انقرضت العديد من الحيوانات القديمة من العصر الحجري القديم، بما في ذلك الأيائل الأيرلندية Megaloceros giganteus أو (الغزال الأيرلندي العملاق Irish giant deer)، والأوروك Bos primigenius الأُرْخُص وهو نوع ضخم جداً من الماشية كان يعيش في معظم أوروبا، والشرق الأوسط، وشمال إفريقيا، وآسيا الوسطى، والهند قبل أن ينقرض في الربع الأول من القرن السابع عشر عام ١٦٢٧م، ووحيد القرن الصوفي Coelodonta antiquitatis وهو نوع منقرض كان شائع في أوروبا وشمال آسيا خلال فترة البليستوسين واستمر حتى العصر الجليدي الأخير، والماموث الصوفي Mammuthus primigenius مُنقرض منذ ما يقرب من عشرة آلاف عام، والفيل الصيني Elephas maximus rubridens ينتمي إلى سلالات منقرضة من الفيلة الآسيوية،، ودب الكهف Ursus spelaeus كان من الدببة التي عاشت في أوروبا في العصر البلستوسيني وانقرض في نهاية آخر العصور الجليدية منذ نحو ٢٠٠٠٠ سنة، والأسد الأوروبي Panthera leo europaea أسد الكهوف عاش في العصر الجليدي في المناطق الشمالية من آسيا، ومعظم أجزاء أوروبا، وقد عثر على بعض عظامه داخل كهوف في أوروبا. ويعتقد العلماء أن سبب انقراض أسود الكهوف هو تغيَّر المناخ الذي حصل قبل ١٢٠٠٠ سنه تقريباً، حيث سادت الأرض موجه برد شديده أدت إلى موت العديد من الأنواع. توضح الصورة .٤٩. حيوانات منقرضة كانت تعيش في إقليم المنطقة القطبية الشمالية القديمة.



الصورة ٤٩. حيوانات منقرضة كانت تعيش في إقليم المنطقة القطبية الشمالية القديمة

٢. مملكة المنطقة الأثيوبية Ethiopian Region faunal (أفريقيا الاستوائية): يمتد الإقليم على الجزء الأكبر من القارة الأفريقية، باستثناء منطقة البحر المتوسط، تشمل أفريقيا جنوبي الصحراء الكبرى، والهوامش الجنوبية والشرقية من شبه الجزيرة العربية، وجزيرة مدغشقر، وجنوبي إيران وجنوبي غربي باكستان، وجزر المحيط الهندي الغربي، وتُقدر مساحته بنحو ٢٢,١ مليون كم^{٢}. وتضم المنطقة العديد من عائلات الطيور المستوطنة بما في ذلك النعام Struthionidae، والطائر الأمين Sagittarius serpentarius والطائر الكاتب أو الطائر السكرتير أو صقر الجديان Secretary Bird هو طائر أفريقي، ودجاج غينيا Numididae الدجاج الحبشي، والطيور البرية الكوليات أو آكلات الفئران Coliidae، وطائر القاذفات الصخرية Chaetopidae، والطيور الصخرية Picathartidae منها نسور العالم القديم مثل النسر الهندي، ونسر الهيمالايا، والنسر أبيض الظهر يسمى هذا النسر أحياناً النسر الإفريقي، والرخمة المصرية أو العقاب المصري. ويوجد بالمنطقة ثلاثة أنواع مستوطنة من الثدييات هي خنزير الأَرْض aardvarks أو شفاط النمل، والخلد الذهبي Afrosoricida، والقنفذ الكبير tenrecs، والقنفذ القزم الأفريقي Atelerix albiventris، وزبابيات الفيل Macroscelidea ويكثر تواجدها في أفريقيا، وجنوب الصحراء الكبرى. الصورة ٥٠. حيوانات تعيش في إقليم المنطقة الأثيوبية.



الصورة ٥٠. حيوانات تعيش في إقليم المنطقة الأثيوبية

وتشتهر سهول شرق إفريقيا بتنوعها من الثدييات الكبيرة، هناك أربعة أنواع من القرود العظيمة Hominidae مستوطنة في إفريقيا هي الغوريلا الغربية، والغوريلا الشرقية (غوريلا بيرينجي)، والشمبانزي وينقسم إلى نوعين هما الشمبانزي الشائعPan troglodytes ، والشمبانزي بونوبو Pan paniscus (الشمبانزي القزم).

٣. مملكة المنطقة الشرقية Oriental Region faunal:

تُعد المملكة الشرقية صغيرة المساحة نسبياً، تمتد إلى جنوب جبال الهيمالايا في جنوب وجنوبي شرقي آسيا تشمل مناطق الهند، وسيريلانكا، وسومطرة، والملايو، وبورما، وماليزيا، وجنوب الصين، تُقدر مساحتها بنحو ٧,٥ كم^{٢}. وتقع مناخياً في منطقة المناخ الاستوائي، وتتميز بأنواعها المتعددة من الحيوانات، وتمتلك نحو ٣٥ عائلة من الثدييات، و٧١ عائلة من الطيور، و٣٥ من عائلة الزواحف، و٩ من البرمائيات، و١٣ من أسماك المياه العذبة. ومن بين هذه العائلات هناك ١٢ عائلة غريبة في المنطقة منها حيوان الأبخص Tarsiidae من حيوانات جنوب آسيا يعيش على الأشجار ولا يظهر إلا في الليل، هو نوع فريد من الحيوانات الرئيسية، وجلديات القوائم الليمور الطائر الكولوجوس Galeopithecidae. وإنسان الغابة، أو أورانج أوتان أو سعلاء، وسعادين العالم القديم منها قرد جيبون Hylobates، وقرد سيامانغ Siamanga، وقرد مكاك ريسوسي أو القرد الرايزيسي، وقرد لوريس بطيءNycticebus الحيوان الوحيد في جنسه وجد في الجنوب وجنوب شرق آسيا، وقرد التارسيرTarsius. ومن آكلات الحشرات: زبابيات الشجرTupaiidae، والنمس الرمادي الهندي Viverridae وبنات عرس Mustelidæ منهاغرير نتن Mydaus، ودب الكسلانMelursus ursinus ، ودب الشمس Helarctos malayanus، ومن الحيوانات المجترة شيفروتين Chevrotain ويطلق عليه علمياً اسم الغزال الفأر هو من أصغر أنواع الغزلان في العالم يعيش فقط في جنوب شرق آسيا، وهناك العديد من الماشية البرية الجاموس، ووحيد القرن، والفيل الآسيوي، وزيبو Bos taurus indicus ويعرف باسم الماشية الهندية أو الماشية المحدبة. وحيوان بانغولين pangolin أو آكل النمل المدرع، وحيوان التابير الآسيوي يشبه الخنزير، ونمور الثلج في جبال هيمالايا، بانتنغ أو بقرة جاوة Bos javanicus. وتُعد طيور الثرثار Timaliidae عبارة عن عائلة كبيرة من الطيور الجاثمة من العالم القديم. وهي متنوعة بشدة في الحجم والألوان، تتواجد أكبر تنوعاتها في جنوب شرق آسيا وشبه القارة الهندية ، وطائر شوكي الذيل Myiophonus Enicurus، والطاووس الهندي، وتعيش العديد من أنواع طائر الدراج، وطائر الوقواقcuckoos، ونقار الخشب، والببغاوات،

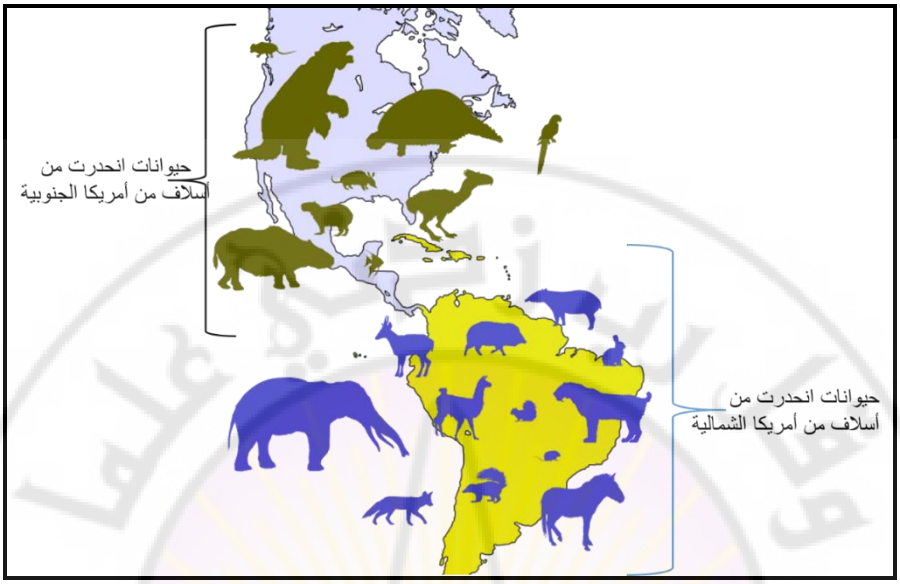
وهناك مجموعات كبيرة من الزواحف منها التماسيح، وسلحفاة ألدابرا العملاقة Testudinidæ من أضخم السلاحف على وجه الأرض، والسحالي الطائرة Flying Lizard أو سحلية دراكو، والعديد من الأفاعي منها الكوبرا الملكية king kobra آكلة الأفاعي، وأفعى راسل Russell .

٤. مملكة المنطقة الاستوائية الجديدة neotropical region faunal:

يتم تحديدها على أساس الثدييات الحية، من قارة أمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، وجزر الكاريبي، وجنوبي قارة أمريكا الشمالية، ومعظم المكسيك، وشبه جزيرة يوكاتان والأراضي المنخفضة الجنوبية، ومعظم السواحل الشرقية والغربية، بما في ذلك الطرف الجنوبي لشبه جزيرة باجا، وكاليفورنيا، وتُقدر مساحة الإقليم بنحو ١٩مليون كم^{٢}.

كانت قارة أمريكا الجنوبية في الأصل جزءاً من قارة غوندوانا، والتي شملت قارة إفريقيا، وأستراليا، والهند، ونيوزيلندا، وأنتاركتيكا، لذلك تتشابه العديد من سلالات النباتات والحيوانات مع هذه القارات، بما في ذلك الثدييات الجرابية والنباتات القطبية الجنوبية.

بعد الانفصال الأخير لقارة غوندوانا قبل نحو ١١٠ مليون سنة، تم فصل أمريكا الجنوبية عن إفريقيا وانجرفت شمالاً وغرباً، ونتيجة لعزل أمريكا الجنوبية عن القارات الأخرى خلال حقبتي العصر الباليوسيني والنيوجين، منذ ما يقرب من ١٠٠ مليون سنة ، تطورت النباتات الاستوائية والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة في عزلة تامة، حيث كانت المياه تغطي منطقة بنما وذلك قبل تكوين البرزخ الحالي فالمسطح المائي الكبير الذي يُعرف ببحر أمريكا الوسطى يفصل قارتي أمريكا الشمالية عن الجنوبية، قد سمح بتمازج مياه المحيط الأطلسي مع مياه المحيط الهادئ مع مرور الوقت تراكمت كمية هائلة من الرواسب أدت إلى تكون برزخ بنما بين أمريكا الشمالية والجنوبية قبل نحو ٣ ملايين سنة، الذي شكل جسراً سهل على الحيوانات الهجرة ما بين القارتين ويعرف هذا الحدث باسم **التبادل الأمريكي الكبير** Great American Interchange فعلى سبيل المثال يوجد اليوم في أمريكا الشمالية حيوانات أبوسوم فيرجينيا Didelphis virginiana من الجرابيات، والمدرع أو الأرماديللو من الثدييات، والنيص أو الشيهم أو الدعلج وهي عائلة من القوارض يميزها غطاء من الأشواك الحادة، التي ترجع أصولها إلى الأسلاف التي عبرَّت الجسر البري من أمريكا الجنوبية، وبالمقابل فإن أسلاف الدببة، والقطط، والكلاب، والخيول، واللاما، والراكون قد عبرَّت البرزخ إلى الجنوب، وتوضح الخريطة ١٨. هجرت بعض الحيوانات بين القارَّتين الأمريكيَّتين أثناء التبادل العظيم.



الخريطة ١٨. هجرت بعض الحيوانات بين القارَّتين الأمريكيَّتين أثناء التبادل العظيم

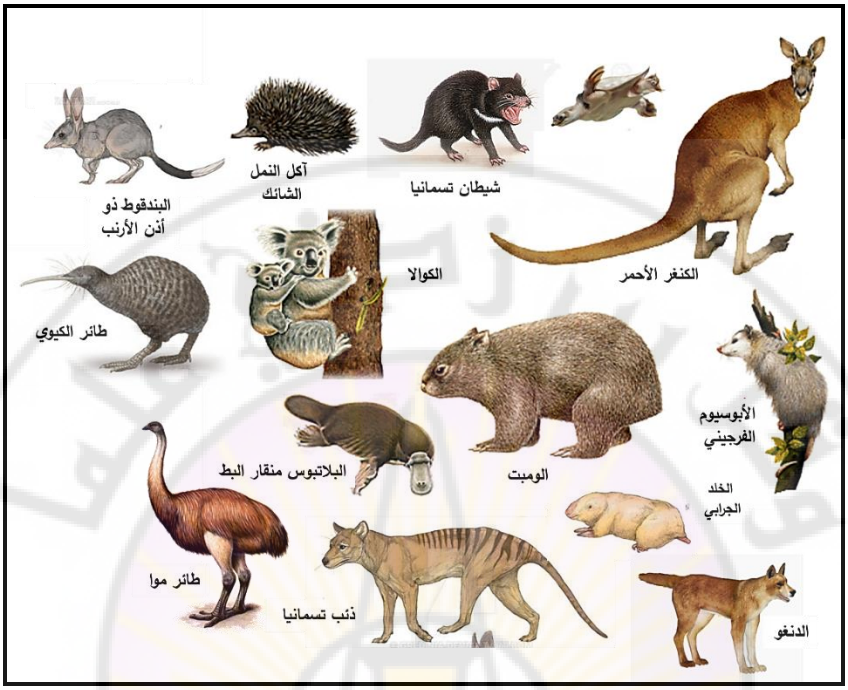
والحيوانات في المنطقة الاستوائية الحديثة غنية بالأسر المستوطنة، ما يقرب من ٤٠ أسرة مستوطنة من أصل ١٥٥ عائلة من الفقاريات، وهناك نحو ٣٢ عائلة من الثدييات، ١٦ عائلة منها فريدة من نوعها يمثل الجمل نوعان من اللاما الفِكّونة أو الفيكونيا vicuna واللاما غوناق guanaco تتبع الفصيلة الجمليات. وتشمل القرود على قرود العنكبوت التي تتواجد في الغابات الاستوائية من أمريكا الوسطى والجنوبية، وقرود السنجاب، وسعدان العواء، وسعدان كبوشي، وتشمل الثدييات المستوطنة كسلان ثنائي الأصابع Choloepus كولوبيوس، وكسلان ذو ثلاثة أصابع Bradypus براديبوس، وعدة أنواع من العائلات الكلبية واللواحم منها جاكوار jaguar وهو النوع الوحيد الموجود في الأمريكيتين، والأصلوت ocelot والمعروف أيضاً باسم النمر القزم. وأسد الجبال cougar من فصيلة السنوريات، أصله من الأميركتين، ومن الأسر المستوطنة الخفافيش وهي خفافيش الأجنحة القرصية، والخفافيش مصاصة الدماء، وهناك عائلة الأبسوم تشمل ١٢ جنس منها (الأبوسوم الشائع Didelphis) و(الأوبوسوم المائي Chironectes)، هذه الحيوانات هي الجرابيات الوحيدة التي تعيش خارج أستراليا. ومن القوارض أرنب شنشلس Shanshla، وخنزير الماء أو الكابيبارا capybaras يُعد من أضخم القوارض في العالم.

وهناك ما يقرب من ٦٧ عائلة من الطيور، منها ٢٥ عائلة مستوطنة في المنطقة، وهناك طائر طوقان من رتبة نقاريات الشكل، وطائر عازف البوق، وطيور روبيكولا تعيش معظم أنواع هذه الطيور في النطاق الأعلى من أشجار الغابة الاستوائية، وعدة أنواع من الببغاوات مثل الببغاء الأصفر، والببغاء المكفوف، والببغاوات ذات اللون الأحمر والأزرق. وطائر النحل الطنان فهو أصغر طائر حجماً، والروحاء أو الريا أمريكا من النعاميات يوجد في أمريكا الجنوبية، ومن الزواحف هناك الكثير من الثعابين، والسحالي الإغواني، والقاطور الأمريكي (التمساح) Crocodilus، والتماسيح الأمريكية الاستوائية أو الكيامن Caiman، وهناك ثعابين البواء (الأصلة)، وثعابين الأناكوندا، وسلاحف جانبية الرقبة، ومن البرمائيات الضفادع ضفدع الشجر الرمادي hylid ، وضفدع الشجرة الكوبي، وضفدع الورق Phyllomedusa السامة، ومن الأسماك عائلة الكارب هي أكبر عائلة سمكية وأكثرها تنوعاً، ويوجد ثعبان البحر الكهربائي Gymnotidae أو انقليس، وسمك السلور المخملية وهي عائلة بدائية من السلوريات مستوطنة في شيلي، وسمك البيرانا أو الضاري Piranhas تعيش في المياه العذبة في أنهار أمريكا الجنوبية، ومن أسماك الرئة ذفافة أمريكا الجنوبية Lepidosiren paradoxa وهي سمكة نهرية مزدوجة التنفس، موطنها مستنقعات الأمازون ونهر بارانا .

٥. مملكة الإقليم الأسترالي Australian Region faunal: من المنظور الجغرافي، فإن عالم أستراليا هو منطقة متميزة لها تاريخ جيولوجي وتطوري مشترك والعديد من النباتات والحيوانات الفريدة، وتشمل هذه المنطقة أستراليا وتسمانيا وغينيا الجديدة ونيوزيلندا والجزر الواقعة شرق خط والاس. تُقدر مساحتها نحو ٧,٦ مليون كم^{٢}.

يحتوي هذ الإقليم أغرب المجموعات من الحيوانات في العالم، وينفرد الإقليم من بين أقاليم العالم بكونها موطن الثدييات الدنيا (ثدييات تتبع الأنواع البدائية) كوحيدات المسالك، والجرابيات التي اختفت من أوروبا منذ بداية الحقب الجيولوجي الثالث، ويرجع السبب في أن حيوانات الإقليم شديدة التميز إلى أن أستراليا عزلت عن المنطقة في وسط آسيا منذ عدة ملايين من السنين، أي قبل أن تتطور الثدييات الأكثر رقياً، وتمثل هذا الإقليم الحيوانية الثدييات ثمانٍ من تسع أسر للجرابيات فريدة من نوعها، وتعد حيوانات الكنغر أشهر الحيوانات الكيسية، والخلد الأسترالي نوعان هما: الخلد الجرابي الشمالي والخلد الجنوبي الجرابي، وذئب تسمانيا (ثيلاسين)، والكوالا، والكلب الأسترالي (الدنغو) هذا النوع من الكلاب البرَّية موجود في قارة أستراليا منذ نحو ٥٠٠٠

سنة، والومبت أو السحمور وهو حيوان جرابي شكله يشبه إلى حد كبير الدب، والنضناض أو آكل النمل الشائك هو حيوان ثديي بيوض ينتمي إلى رتبة أحاديات المسلك، وشيطان تسمانيا أو عفريت تسمانيا من الثدييات الجرابية، وبيلبي الكبير أو البندقوط ذو أذن الأرنب حيوان قارض من الجرابيات. والخفافيش منها الخفاش الطنان Craseonycteridae وتكثر في غرب تايلاند وجنوب شرق بورما، وخفافيش خنازير Kitti أصغر أنواع الخفافيش، من القوارض الفئران الصخرية الدياتوميديا Diatomyidae تسمى أحياناً سنجاب الفئران. وهناك نحو١٠ عائلات من الطيور المستوطنة منها الكاسواري (شبنم) وهو طائر ضخم عاجز عن الطيران شبيه بالنعامة لكنه أصغر منها حجماً، وطائر الكيوي هو طائر صغير الحجم لا يطير، وطيور الجنة، والبجع الأسترالي (البجعة السوداء)، والإيمو الأسترالي أو الأَمُو هو ثالث أكبر الطيور في العالم، وهذا الطائر لا يطير، وببغاء البومة أو كاكابو الببغاء الوحيد الذي لا يطير موطنه الأصلي نيوزيلندا، طائر موا Moa هو طائر عملاق من جنس النعاميات انقرض عام ١٤٠٠م، بسبب الصيد الجائر، واختفاء الغابات. ومن الزواحف هناك الثعابين يوجد نحو ١٤٠ نوعاً من الأفاعي البرية، وسحلية الطُراطرة أو التوَتارا وهي أحد أنواع الزواحف التي تشبه السحلية وتوجد فقط في جزر بعيدة عن شاطئ نيوزيلندا، وسلاحف ثعبان العنق، والشيطان الشائك سحلية صحراوية تتواجد وتعيش في وسط استراليا. والضفدع العملاق المُقلَّم، والضفدع ذو القدمين البيضاء (Neobatrachus)، وضفدع نوتادن بينيتي (Notaden) جسمها مستدير الشكل مع رقبة قصيرة، والسلحفاة ذات الأنف الشبيه بأنف الخنازير Carettochelys insculpta، والأسماك منها سمكة قرنية الأسنان، أو سمكة الرئة الكوينزلاندية، والحبَّار العملاق الاسترالي هو الأكبر من نوعه ... الصورة .٥٠. حيوانات الإقليم الأسترالي.



الصورة ٥٠. حيوانات الإقليم الأسترالي

٦. مملكة إقليم العالم الجديد Nearctic Region (منطقة المحيط المتجمد الشمالي):

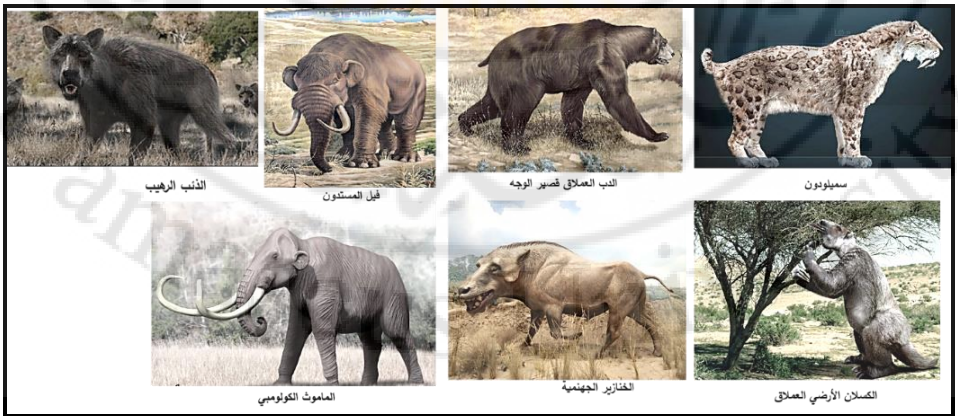
تغطي معظم أمريكا الشمالية، وغرينلاند، والجزر الكندية غرب غرينلاند، ووسط فلوريدا وهضاب المكسيك. تُقدر مساحتها بنحو ٢٢،٩ مليون كم^{٢}. تشبه الحيوانات الموجودة في شمالي أمريكا الشمالية نظائرها في أوروبا وشمالي آسيا، وفي وقت ما كانت أمريكا وآسيا متصلتين حيث يفصلهما الآن مضيق بهرنغ، وفي ذلك الوقت كان من الممكن للحيوانات أن تعبَّر دون عائق ما بين القارتين، ولذا نجد حيوانات كالدببة والبيسون، والقنادس، والذئاب في الجزء الشمالي من كليهما، ومن ناحية أخرى فإن الكثير من حيوانات جنوبي أمريكا الشمالية، مثل آكل النمل، والمدرع، والتي نشأت أصلاً في أمريكا الجنوبية.

وثدييات أخرى عاشت في أمريكا الشمالية، كما أن الجمال، والخيول، والفيلة الموجودة الآن ظهرت أولاً في العصر الجليدي. حيث نشأ الحصان والجمل في أمريكا الشمالية، ثم عبَّرا مضيق بهرنغ إلى آسيا، وتطور الفيل، والثور الأمريكي والغزال، والدب في أوروبا وآسيا، ثم أتت إلى أمريكا الشمالية، وهاجرت الخيول واللاما، والكسلان العملاق، والمدرع (الأرماديللو) إلى أمريكا الجنوبية.

تتضمن الحيوانات الفريدة في إقليم العالم الجديد: الكلاب والذئاب والثعالب وبنات آوى والقيوط ... منها الذئب الأحمر أو ذئب فلوريداCanis rufus ، وراكون أمريكا الشمالية North American Raccoon، والوعوع أو ذئب البراري أو القيوط Coyote، والذئب الرمادي Canis lupus عاشت الذئاب الرمادية على وجه الأرض منذ ما يُقارب ٣٠٠٠٠٠ سنة، وتُعد إحدى الحيوانات الناجية من حادثة الانقراض الجماعي التي حدثت في أواخر العصر الجليدي الأخير، وكانت الذئاب الرمادية واسعة الانتشار قديماً في جميع أنحاء أوراسيا وأمريكا الشمالية، أمَّا اليوم فهي تقطن جزء صغيراً من موطنها السابق بسبب تدمير مواقع سُكناها. ومن حيوانات المملكة قندس الأرض ويدعى الغرير الأمريكي أو المرموط خنزير الأرض، والكوجار الذي يعرف أيضاً باسم أسد جبال شمال أمريكا Puma concolor couguar موجود في كل مكان تقريباً في أمريكا الشمالية، وهو واحد من ثلاث سنوريات فقط يعود أصلها إلى كندا هي الوشق الأحمر أو الوشق الكميت، والوشق الكندي. ومن عائلة الإبل والجمال وأقاربهم يتواجد حيوان اللاما من الثدييات من فصيلة الجماليات التي نشأت في أمريكا الشمالية قبل نحو ٤٠ مليون سنة ثم هاجر إلى أمريكا الجنوبية منذ نحو ٣ ملايين سنة، واللّقام أو الشره ويدعى أيضاً الدب الظربان Gulo gulo وهو حيوان ثديي يشبه الدب. والدببة السوداء الأمريكية هي أصغر أنواع الدببة وأكثرها وجوداً، والموظ Alces alces غزال أمريكي ضخم أحد أنواع الأيائل في العالم، والبيسون الأمريكي أو الثور الأمريكي أو الجاموس الأمريكي، والدببة الرمادية او المنقطة أو الأشمط أو الأشيب، والظبي الأمريكي Antilocapra americana له قرنان في مقدمتهما نتوء بارز يشبه الشوكة. وأرنب حذاء الثلوج البري أو القواع المتغير، وحيوان جيب غوفر أو فأر الأرض من فصيلة القوارض يمتلك جيوب مبطنة من الفراء خارج فمها تحمل الغذاء فيها. ويتواجد في المملكة عائلة واحدة من الطيور هي طيور الثرثار من العالم القديم أو timaliids مستوطنة في إقليم العالم الجديد وهي عبَّارة عن عائلة كبيرة من الطيور الجاثمة من العالم القديم، وهي متنوعة منها الدُّرَّسة الثلجية Snow Bunting طائرٌ صغير الحجم من الطيور المشابهة للعصافير، ودوري بيرد Baird's Sparrow هو عصفور صغير من الطيور المهاجرة، وهناك أربع أسر مستوطنة هي الغواصون Gaviidae طائر الغواص، و طائر الطيهوج grouse منها الطيهوج المطوق، وطائر الأوك Alcidae (auks) تشبه في ظاهرها البطاريق، وطائر الشمع Bombycillidae منها طائر الأرز الشمعي الجناح. ومن الطيور أوز كندا Canada Goose، والنسر الأصلع Haliaeetus leucocephalus وعقاب رخماء أو عقاب صلعاء،

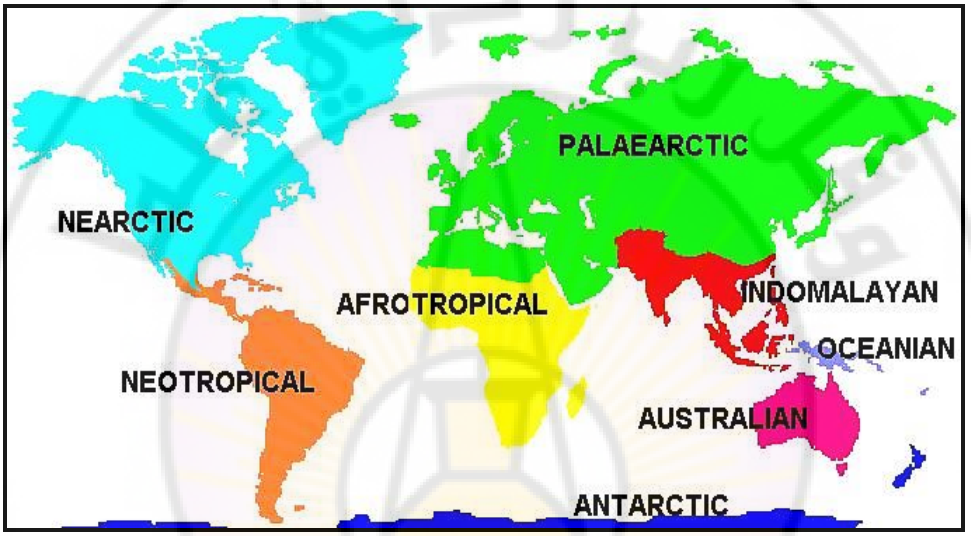
ومن الزواحف التمساح الأمريكي Crocodylus acutus، والقاطور الأمريكي أو الأليغيتر Alligator.

تعرض العديد من حيوانات إقليم العالم الجديد إلى الانقراض، حيث انقرضت في أمريكا الشمالية العديد من الثدييات آكلة اللحوم، مثل القطط ذات الأسنان السيفية سميلودون Smilodon وهو جنس مُنقرض من السنوريات سيفية الأسنان وهو أحد أشهر الثدييات قبل التاريخية، الذي عاش في العصر الجليدي متجولاً بين الأمريكيتين، ويُعزى انقراضها إلى التغير المناخي السريع، والمنافسة مع الضواري الأخرى، والدب العملاق قصير الوجه Arctodus simus أركتدس سيمس كان يعيش في الكهوف في العصر البلستوسيني، ودببة سيمس هي أكبر أنواع الدببة التي عاشت خلال الـ٢٠,٠٠٠ سنة الأخيرة، والذئب الرهيب Dire Wolf أكبر الكلبيات التي عاشت على سطح الأرض إبان العصر البليستوسينى ويعد أكبر الذئاب كافة، وقد تواجد في قارة أمريكا الشمالية، وعاش فترة العصر الجليدي، وعاصر كل من الماموث، وفيل المستدون، والكسلان الأرضي العملاق، والخنازير الجهنمية أنتيلودون Entelodonts من حيوانات آكلة اللحوم الشبيهة بالخنازير عاشت من عصر الأيوسيني إلى العصر الميوسيني، وصناجة Mastodon أو الماموث الأمريكي حيوان ضخم يشبه الفيل انقرض في العصر الميوسيني، والماموث الكولومبي Mammuthus columbi. الصورة ٥١. حيوانات انقرضت كانت تعيش في إقليم العالم الجديد. ويعتقد العلماء بانقراض نحو ٥٥ نوعاً من الحيوانات الكبيرة الحجم في الإقليم، وأن تغيَّر المناخ أسهم في هذه الانقراضات، والصيد من قبل البشر الذين وصلوا حديثاً، والتنافس الحيوي (الافتراس).



الصورة ٥١. حيوانات انقرضت كانت تعيش في إقليم العالم الجديد

في الوقت الحاضر، هناك نحو ثماني مناطق (ممالك) جغرافية حيوانية The Eight Biogeographic Realms معترف بها من قبل الصندوق العالمي للحياة البرية (WWF) وهي مقسمة وفقاً لنظمها البيئية التي تتقاسم تاريخاً تطورياً حيوياً مشابهاً وأنماط توزعيه للكائنات الحية الأرضية. هذه الممالك هي كما موضحه في الخريطة .١٩. الممالك الجغرافية الحيوانية الثمانية:



الخريطة .١٩. الممالك الجغرافية الحيوانية الثمانية

١ . **المملكة الحيوانية أنتاركتيكا (القطبية الجنوبية) Antarctic Biogeographic Realm:** أصغر المناطق الحيوانية، تشمل القارة القطبية الجنوبية، وتتألف من المنطقة المحيطة بالقطب الجنوبي، بما في ذلك: أنتاركتيكا، والجزر، والجليد الموجود في المياه والمحيط تشكل ٢٠ ٪ من نصف الكرة الجنوبي، وهذا المجال الجغرافي هو موطن لأنواع النباتات مثل الأشنات، والطحالب، وعشب الشعر في القطب الجنوبي، أمَّا أنواع الحيوانات تشمل البطاريق، والحيتان، والحبار، وطائر القطرس، والأختام ...

٢ . **المملكة الحيوانية أوقيانوسيا Oceania Biogeographic Realm:** ثاني أصغر المناطق الحيوانية، تقع منطقة أوقيانوسيا الجغرافية في المحيط الهادي، وهي تتألف من عدد من الجزر، وبولينيزيا (باستثناء نيوزيلندا)، وميكرونيزيا، وجزر فيجي، بما في ذلك ولاية هاواي الأمريكية، وجزء من اليابان، وجزر خوان فرنانديز، وجزر كوكوس، وجزر كامبل، وبسبب

الطبيعة المنعزلة للجزر داخل هذا المجال الجغرافي، فإن الحياة نباتية والحياة الحيوانية فريدة للغاية في هذه المنطقة.

٣ . المملكة الحيوانية ملايو الهندية Indo-Malayan Biogeographic Realm: تشمل شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا وجنوب الصين، وإندونيسيا والفلبين ... وتغطي هذا المجال الجغرافي الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية التي تم تقسيمها إلى ثلاث مناطق حيوية: الهند الصينية، وشبه القارة الهندية، وموندا الجرف والفلبين. وتعد المنطقة موطناً لعدد من الأنواع المستوطنة النباتية والحيوانية على حد سواء، وبعض الأمثلة على الأنواع المستوطنة الموجودة الطيور الزرقاء الجنية، والغيبونز، والزحافات، والخفافيش طويلة الأنف منKitti، والزواحف الفلبينية، والثدييات الكبيرة الأخرى مثل النمر، وأورانجوتانج، ووحيد القرن الهندي، والفيل الآسيوي، والجاموس المائي.

٤ . المملكة الحيوانية الأسترالية Australasian Biogeographic Realm: تشمل غينيا الجديدة، ونيوزيلندا، وتسمانيا، وأستراليا، والمنطقة الشرقية للأرخبيل الإندونيسي، وتعد أستراليا الأكثر تنوعاً بيئياً في هذا المجال لأنها تتكون من الصحراء، والغابات المطيرة، والمراعي، والجبال، تقع المنطقة بين المنطقة أنتاركتيكا ومنطقة الهند الملايو. وهي مفصولة عن منطقة آسيا بخط والاس. لذلك يمكن العثور على بعض الأنواع النباتية والحيوانية في هذا المجال الجغرافي كالتي في منطقة الهند، ومنطقة مالي، ومنطقة القارة القطبية الجنوبية، يعتقد الباحثون أن السبب وراء ذلك هو أن المناطق الثلاث كانت تتكون من شبه جزيرة غندوانا، أما غينيا الجديدة وتسمانيا وأستراليا ظلت على اتصال لفترة طويلة مع غندوانا، واليوم لا يفصلها إلا مياه ضحلة نسبياً.

٥ . المملكة الحيوانية الاستوائية الحديثة Neotropical Biogeographic Realm: تتكون من المناطق المدارية للأميريكتين، وتشمل جميع أمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، ومنطقة البحر الكاريبي، وشبه جزيرة يوكاتان في المكسيك، والمنطقة الجنوبية لولاية فلوريدا الأمريكية، وجزء صغير من الطرف الجنوبي لولاية تكساس الأمريكية، وتختلف الأنواع النباتية والحيوانية في هذا المجال الجغرافي عن المنطقة الحيوانية في أمريكا الشمالية، حدث هذا الاختلاف في الأنواع بسبب انفصال عالمين بين ٢ و٣ ملايين عام، والمنطقة الجغرافية الحيوانية الاستوائية الحديثة تغطيها غابات مطيرة استوائية أوسع من أي مجال جغرافي آخر.

٦ . المملكة الحيوانية الأفريقية الاستوائية Afrotropical Biogeographic Realm: تضم جنوبي غربي باكستان، وجنوبي إيران، والمناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية، ومنطقة جنوب الصحراء الكبرى في إفريقيا، وجزيرة مدغشقر، والجزر في الجزء الغربي من المحيط الهندي. تتمتع المنطقة بمناخ مداري، على الرغم من أنه متنوع في الموائل البيئية الصحراوية، والمرتفعات، والسافانا، والغابات الساحلية، والأراضي المنخفضة، فهي موطن لأكثر من ٢٠٠ نوع من الأسماك المستوطنة، ونحو ١٢ عائلة نباتية مستوطنة، و٧ أسر للطيور المستوطنة، و٣ عائلات من الثدييات المستوطنة، بالإضافة إلى ذلك فإن المنطقة موطن لنوعين من الغوريلا ونوعين من الشمبانزي.

٧ . المملكة الحيوانية القريب Nearctic Biogeographic Realm: ثاني أكبر المناطق الجغرافية الحيوانية، تشمل معظم أمريكا الشمالية الولايات المتحدة، وكندا، وغرينلاند ومناطق المرتفعات في المكسيك، وينقسم هذا المجال الجغرافي إلى أربع مناطق بيئية متميزة من الأنواع النباتية والحيوانية، تشمل العائلات الحيوانية التي نشأت وما زالت تزدهر في هذا المجال الجغرافي مثل حيوانات الأنياب (الكلاب والذئاب)، والخيول (الخيول والحمير)، والظباء، وبعض الأسر الحيوانية التي نشأت وانقرضت، على الرغم من أن أقاربها يسكنون عالم المناطق الاستوائية.

٨ . المملكة الشمالية القديمة Palearctic Biogeographic Realm: هي أكبر الممالك مساحة في العالم، تتألف من المنطقة الواقعة شمال الصحراء الصحراوية في إفريقيا، والمنطقة الواقعة شمال جبال الهيمالايا في آسيا، والمنطقة الشمالية من شبه الجزيرة العربية، والمنطقة بأكملها في أوروبا، وهي مقسمة إلى سبع مناطق بيئية، تحتوي على الغابات الشمالية، ومناخ البحر المتوسط، والصحاري الساحلية، وأحواض الأنهار، والتضاريس الجبلية القديمة، وهي موطن لعدة عائلات حيوانية متوطنة منها حيوانات الباندا الحمراء، والهامستر.

وقل رب زدني علما
Damascus University

الباب الثالث

الفصل الأول: الأقاليم الحيوية Bio-region

الفصل الثاني إقليم الغابات

الفصل الثالث إقليم الحشائش

الفصل الرابع إقليم الصحراء

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الأول

الأقاليم الحيوية Bio-region

تأثرت الكائنات الحية على سطح الأرض في وجودها ونموها وتطورها وتوزعها بمجموعة من العوامل الجغرافية، كما أن التنوع في صور الأحياء هو محصلة طبيعية للتفاعل والتأقلم بين الكائنات الحية من ناحية، وعناصر بيئتها من ناحية أخرى، وسنحاول في هذا الفصل تقسيم عالم الأحياء الفطرية البرَّية إلى عدد من الأقاليم الحيوية، ونتناول دراسة الظاهرات الحيوية المختلفة داخل كل إقليم دراسة قائمة على التحليل والتعليل، وربط كل ذلك بالخصائص البيئية الضابطة أو الحاكمة. وكمدخل لدراسة الأقاليم الحيوية يجب أن نتعرف على ماهية الإقليم الحيوي، وأسس التقسيم الإقليمي الطبيعي الحيوي.

١. مفهوم الإقليم الحيوي Biomes:

هو مساحة معينة من الغلاف الحيوي يسودها أشكال معينة من الكائنات الحية، بحيث تميزها عما يجاورها من مساحات تختلف عنها في صور الأحياء، بمعنى: أن تتجانس فيه الخصائص الطبيعية المختلفة من موقع جغرافي وتضاريس ومناخ وتربة ونبات وحيوان، وكل هذه الخصائص تجعله يتميز عما حوله من أقاليم أخرى. وتتجمع المساحات المتماثلة في وحدات تعرف بالأقاليم الحيوية Biome مثل: إقليم الغابات الاستوائية، وإقليم الصحاري... ومجموع الأقاليم الحيوية على سطح الأرض يُعرف بالغلاف الحيوي Biosphere، ويشمل الغلاف الحيوي جميع الأقاليم الحيوية الموجودة على سطح الأرض. ومن ناحية أخرى يمكن النظر إلى الغلاف الحيوي على أنه إقليم حيوي هائل يتكون من جميع أنواع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض، وتحت سطح التربة، وفي الغلاف الجوي، في بيئاتها المختلفة التي تعيش فيها. ومن الحقائق العلمية التي يجب أن نشير إليها هنا:

١ . أنه من السهل التعرف على الأقاليم الحيوية النباتية والحيوانية المتباينة على اليابس.

٢ . من الصعب على العلماء التعرف على الأقاليم الحيوية في المسطحات المائية بسبب: تجانس البيئة المائية، وسهولة انتقال الأحياء منها لاسيما الحيوانية، وتركز الأحياء المائية بالقرب من السطح وقلتها كلما اتجهنا نحو القاع لتركز الضوء، والأوكسجين، وثاني أوكسيد الكربون في النطاق العلوي للماء، ولقلتها كلما اقتربنا من القاع.

ويتسم كل إقليم حيوي بسمات تعكس شخصية الإقليم هي:

- الارتباط المميز والواضح بين النباتات والحيوانات الكائنة فيه.
- أن كل إقليم قد مر في عدة مراحل تطورية ظهرت وانقرضت في أثنائها أنواع مختلفة من الأحياء حيث تمثل الصورة الإحيائية الحالية المحصلة النهائية لهذه المراحل التطورية.
- يُظهر كل إقليم نوعاً من التوازن والتوازي بين ظروف بيئته وما به من كائنات حية.
- الشخصية الحيوية الإقليمية المميزة ليست ثابتة وليس لها صفة الديمومة، وقابلة للتغيير والتبدل طبقاً للتغيرات التي تمس عناصر الوسط الجغرافي وما يصاحبها من تغيرات في صور المحيط الحيوي، وهذا يعني أن الإقليم الحيوي يتسم بدينامية الشخصية بين السلبية والإيجابية.

فالإقليم الحيوي هو التشكيلات النباتية والكائنات الحيوانية التي تعيش فيه، وتتميز بمظهر مميز وبصورة حياة متشابهة، وتنتشر على مساحات واسعة من سطح الأرض، وهي انعكاس لخصائص الوسط الجغرافي لا سيما المناخ السائد في المناطق التي تنتشر فيها، ويتميز كل نوع فيه بخصائص تميزه عن الأقاليم الحيوية الأخرى، ويُبنى هذا التقسيم على أساس الأحوال المناخية غالباً، وعلى الرغم من وجود فرق في الحياة الحيوية داخل الإقليم الواحد غير أن كل أجزاء الإقليم في النهاية يجب أن تمثل وحدة حيوية واحدة، حيث أنها تتأثر بالمؤثرات البيئية والطبيعية الواحدة نفسها.

٢. أسس التقسيم الإقليمي الحيوي:

يهدف التقسم الحيوي إلى تقسيم سطح الأرض لأقاليم تتشابه في خصائصها المناخية والحيوية وتشترك في العوامل المسببة لتلك الخصائص على مستوى الكرة الأرضية، حيث نجد الغابة المدارية الكثيفة، وأعشاب السافانا، وأعشاب الإستبس، والغابة المعتدلة، والتوندرا... وهي مجالات حيوية جغرافية كبرى، يتحكم في توزعها دوائر العرض، أما على المستوى الإقليمي أو القاري فإن هذه المجالات يمكن أن تكون أكثر تعقيداً، حيث يمكن للحدود بينها أن تكون متداخلة، والذي يحدد المجال الحيوي الجغرافي هو المناخ، ولاسيما عنصري الحرارة والهطل، ويمكن أن نضيف إلى ذلك العنصر اللانطاقي وهو الارتفاع.

لذلك يتم التقسيم الإقليمي الحيوي من خلال اختيار معيار معين نقيس من خلاله درجة التفاوت والاختلاف التي هي في الأساس جوهر التقسيم الإقليمي الحيوي، ولما كانت الأحياء تنقسم إلى نوعين: نباتات، وحيوانات فإن هذا يدعونا للتساؤل أيهما تتخذه معياراً للتقسيم الإقليمي وتحديد

الشخصية الإقليمية، يتفق الجيوبيوغرافيين (علماء الجغرافية الحيوية) على اتخاذ النبات كمعيار لهذا التقسيم وذلك للاعتبارات التالية:

- يعتمد النبات بشكل مباشر على عناصر الوسط الجغرافي الطبيعي حيث يصنع غذاءه بنفسه معتمداً على مجموعة الثوابت وهي عناصر البيئة الطبيعية غير الحية.
- يتأثر النبات أكثر بالعوامل البيئية بحكم كونه ثابتاً في مكانه عكس الحيوان الذي يتمتع بالحركة والقدرة على الانتقال والهجرة لتفادي ظروف الوسط الجغرافي الطبيعي الحرجة.

تشترك الكثير من بقاع الأرض في عوامل المناخ والتضاريس ونوع التربة، مما يؤدي إلى تطور مجتمعات حيوية متشابهة لهذه المناطق، وتعرف أنواع النظم البيئية الرئيسة والمتشابهة مناخياً بالأقاليم الحيوية، ويعتمد وجود الأقاليم الحيوية وتوزعها بشكل رئيس على درجة الحرارة وكمية الهطل، وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر، ووجود الجبال، وشكل سطح الأرض...

تُعرف معظم الأقاليم الحيوية بناء على نوع النباتات السائدة، فعلى سبيل المثال نقول: إقليم الحشائش، أو إقليم الغابات متساقطة الأوراق...، أما تنوع الحياة الحيوانية يعتمد على نوع النباتات الرئيسة السائدة والعوامل البيئية.

ومن المعروف أن الإقليم أياً كان نوعه ليس له مساحة ثابتة، وإنما تكبر هذه المساحة أو تصغر تبعاً لدرجة التعميم أو التفاصيل (التخصيص) المستخدمة في التقسيم الإقليمي الحيوي، فإذا أخذنا المعيار النباتي بصفة عامة كأساس للتقسيم الإقليمي الحيوي يمكن أن نقسم العالم الحيوي إلى ثلاثة أقاليم حيوية كبرى هي: إقليم الغابات، وإقليم الحشائش، إقليم الصحراء، وإذا تركنا التعميم وانتقلنا إلى التفاصيل والفروقات الحيوية داخل كل إقليم من هذه الأقاليم فإننا نستطيع أن نقسم كل إقليم من الأقاليم الثلاثة السابقة إلى عدد آخر من الأقاليم الفرعية الأصغر، على سبيل المثال إقليم الغابات نجد أنه رغم سيادة النمو الشجري فيه بصفة عامة، إلا أننا نستطيع أن نتبيّن الكثير من الفروقات الواضحة في نوعية الأشجار وكثافتها ودرجة تأقلمها مع بيئتها إذ يمكن أن نقسم إقليم الغابات من خلال معيار درجة الحرارة (النطاقات درجة الحرارة) إلى ثلاثة أقاليم حيوية فرعية هي إقليم الغابات المدارية الحارة، وإقليم الغابات المعتدلة الدفيئة، وإقليم الغابات المعتدلة الباردة. وإذا أخذنا كل إقليم من هذه الأقاليم الحيوية الفرعية وبحثنا في التفاصيل وما بينها من فروقات، فإننا نستطيع أن نقسم كل إقليم من هذه الأقاليم إلى عدد آخر من الأقاليم الغابية الأصغر (فرع الفرع)، فمثلاً يمكن تقسيم إقليم الغابات المدارية على أساس اختلاف كمية الأمطار وموعد سقوطها إلى ثلاثة أقاليم فرعية هي إقليم الغابات المدارية المطيرة، وإقليم الغابات

الموسمية (المدارية النفضية وشبه النفضية)، وإقليم الغابات المدارية الجافة الشوكية. من هذا نرى أن مساحة الإقليم تتفاوت بين الكبر والصغر تبعاً لدرجة التعميم أو التخصيص المستخدمة كمعيار في هذا التحديد.

٣. التركيبة الحيوية للأقاليم الحيوية: تُكَّون عناصر البيئة الجغرافية، ما يسمى بالإقليم الحيوي، فالإقليم عبارة عن مساحة من الأرض تساعد على نمو نوع أو مجموعة من الأنواع النباتية. تتميز هذه المساحة بخصائص مناخية وحيوية وبتربة مختلفة عن غيرها، فالأمطار بنمط وبزمن سقوطها، ودرجة الحرارة بتغيراتها، والعوامل الحيوية بتدخلاتها، والتربة بخصائصها تعطي لهذه المساحة هوية خاصة.

ويرتكز استعمال النباتات في رسم حدود الأقاليم الحيوية على إجراء مسح شامل للنبيت ينجم عنه حصر الأنواع النباتية وأفرادها وعددها وتحديد الأجناس والفصائل التابعة لها، ثم محاولة ربط التوزع الجغرافي لهذه النباتات بالمساحة التي تشغلها، وتحديد مدى تطابق حدود توزع بعض الأنواع أو الوحدات النباتية مع الحدود الجغرافية لها، وهنا تبرز أهمية النباتات في رسم حدود الخريطة الجغرافية للأقاليم الحيوية. وخريطة الإقليم الحيوي هي رسم مساحي بمقياس معين لموقعها مع حدودها الجغرافية، وغالباً ما يرافق ذلك تحميل بعض الخصائص المميزة لها، كبعض الخصائص المناخية أو التربية أو التوزع الجغرافي لبعض أنواع النباتات أو وحداتها، لأن النباتات تمثل الصورة الحقيقية والظاهرة للعيان لتكيف هذه النباتات مع الخصائص البيئية السائدة والمحددة والمميزة للمنظومة البيئية.

عندما تصبح النباتات دالة على الإقليم الحيوي من خلال الارتباط الوثيق لبعض خصائصها وصفاتها بالمنظومة البيئية، فإن الرابط الأساس بين النباتات والمنظومة البيئية هو معيار الوجود، أي إن وجود النبات يعني تماماً وجود المنظومة البيئية ومن أبرز خصائص النباتات المستعملة في رسم المنظومة البيئية وتحديد الإقليم الحيوي هو موقعه وحدوده ومساحته، وعناصر المناخ وخصائصها، والخصائص الحيوية للكائنات الحية (نباتية وحيوانية)، والتوزع الجغرافي لها.

لقد حاول بعض العلماء تقييم هذه التركيبية الحيوية، باقتراح مجموعة من المعادلات والقوانين التي تهتم بإيجاد علاقات رقمية بين مختلف العوامل. غير أن معظم هذه المعادلات والقوانين تأخذ بالحسبان عامل المناخ وعناصره فقط، بل إنها تقتصر على عنصري الأمطار ودرجة الحرارة. وتهدف هذه المحاولات، إلى وضع مؤشرات ومعاملات تقييم التركيبات الحيوية.

تعد التصنيفات المناخية من أهم أدوات الجغرافي الحيوي التي يستخدمها لفهم كثير من الحقائق الحيوية، ويقسم سطح الأرض إلى أقاليم حيوية تتصف كل منها بخصائص معينة تبعاً لعدة تصنيفات مناخية . نباتية، وتختلف القواعد التي يمكن إتباعها في تقسيم العالم إلى أقاليم مناخية، تبعاً لغاية ذلك التقسيم. فتقسيم علماء النبات للأقاليم المناخية، يعتمد اعتماداً أساسياً على الغطاء النباتي الطبيعي، بينما يستند علماء البيولوجيا استناداً أساسياً إلى عنصرَي درجة الحرارة والرطوبة. ولذلك، ظهر العديد من التصنيفات لأقاليم العالم نذكر منها:

❖ **تقسيم كوبن Koppen** : فلاديمير كوبن عالم نبات ألماني قام بدراسة المناخ وعلاقتها بالنبات، وكان كوبن يهدف إلى التوصل إلى علاقة تربط بين النبات والمناخ، عبر جمعه لخريطة الغطاء النباتي العالمي الصادرة سنة ١٨٦٦م، وخريطة تقسيم المناخ، ولقد انتهج كوبن نهجاً حيوياً، حيث اتجه منذ البداية نحو إيجاد تصنيف مناخي يعتمد على أسس إحصائية، يمكن استخدامه في أي مكان في العالم، ووضع الحدود للأقاليم المناخية الرئيسة تتطابق حدودها مع حدود الأقاليم النباتية.

ومن الأسس المعتمدة في تصنيف كوبن:

١. استوحى من دراسته المعتمدة على فسيولوجية النبات، أن النبات يمكن أن يكون وسيلة للتعبير عن المناخ، حيث صمم كوبن تصنيفه على أساس خبرته كعالم نبات، لذا تعتمد مجموعات المناخ الرئيسة على مجموعة متنوعة من النباتات التي تنمو في المناخات التي تنتمي إلى كل مجموعة. نظراً لارتباطه بالحياة النباتية للمنطقة، فإن تصنيف كوبن مفيد في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية في حياة النبات داخل المنطقة.

٢. لقد اعتمد كوبن في تحديده للعلاقة بين المناخ ونوع الحياة النباتية الطبيعية على تقسيم نباتي اقترحه عالم النبات سويسري دي كاندول A.De candolle عام ١٨٧٤م، الذي اعتبر الحدود الفاصلة بين الأقاليم المناخية هي حدود نباتية، وفيه قسم العالم إلى خمس أقاليم حيوية كبرى هي:

أ . نباتات الأقاليم الحارة الممطرة Megatherms: تشمل جميع النباتات التي تحتاج في نموها إلى درجة حرارة مرتفعة وأمطار غزيرة طوال العام، ومن أهمها الأشجار التي تنمو في الغابات الاستوائية، وغابات الأقاليم الموسمية الحارة ذات الأمطار الغزيرة وأعطى الإقليم رمزاً **A**.

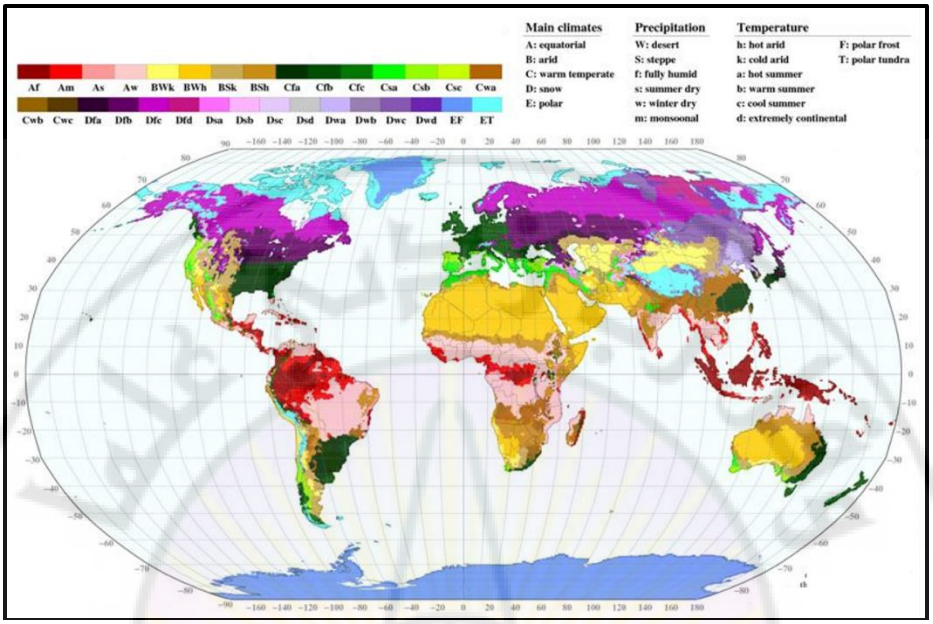
ب . نباتات الأقاليم الجافة Xerophytes تشمل النباتات التي يُمكنها أن تنمو بأمطار قليلة، ومعظمها شوكية لتحتفظ بالماء، كما هو الحال في أقاليم الحشائش والمناطق الصحراوية الحارة صيفاً الباردة شتاءً، وأعطى الإقليم رمزاً **B**.

ج . نباتات الأقاليم المعتدلة المطيرة Mesotherms تنمو بصفة عامة بين درجتي عرض ٢٢° و٤٥° في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، في المناطق التي تتميز بوجود فصل غزير الأمطار نسبياً، وتمثلها بصفة خاصة النباتات التي تنمو في مناخ حوض البحر المتوسط، كأشجار العرعر، والأرز، والفلين، والكروم، والحمضيات، والبلوط، والسنديان، والزيتون، وأعطى الإقليم رمزاً **C**.

د . نباتات الأقاليم الباردة الرطبة MiKrotherms أقاليم الغابات الباردة، النباتات التي تستطيع الحياة في المناخ البارد (شتاء قاسي البرد)، ويشترط أن يوجد فصل دافئ تسقط في أثنائه كمية مناسبة من الأمطار، وتمثلها الغابات الصنوبرية والنفضية، وأعطى الإقليم رمزاً **D**.

هـ . نباتات قطبية Hekistotherms حيث الصيف قصير، ولا يتجاوز متوسط درجة حرارة تموز الـ ١٠ درجات مئوية، والشتاء طويل وشديد البرودة حيث تنخفض فيه درجة الحرارة الدنيا إلى ما دون الـ ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر، كما يراوح الهطل السنوي بين ٢٠٠ و٢٥٠ مم. وتسود في الغطاء النباتي الأشنيات، ونباتات عشبية أو طحالب، ولا تصلح بسبب برودتها لنمو أي نوع من أنواع الأشجار، وأعطى الإقليم رمزاً **E** .

لقد جاء تصنيف كوبن يحمل الأسس النباتية والمناخية (المدلول النباتي . المناخي) في تقسيم العالم إلى أقاليم، ويرتبط توزع الغطاء النباتي الطبيعي على سطح الأرض بنطاقات المناخ المختلفة التي تمتد من خط الاستواء وباتجاهه القطبين. ويؤثر المناخ في النباتات تأثيراً كبيراً لأنه لكل نبات مناخ معين. الخريطة .٢٠. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم كوبن



الخريطة ٢٠. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم كوبن

❖تقسيم ثورنثويت Trewartha:

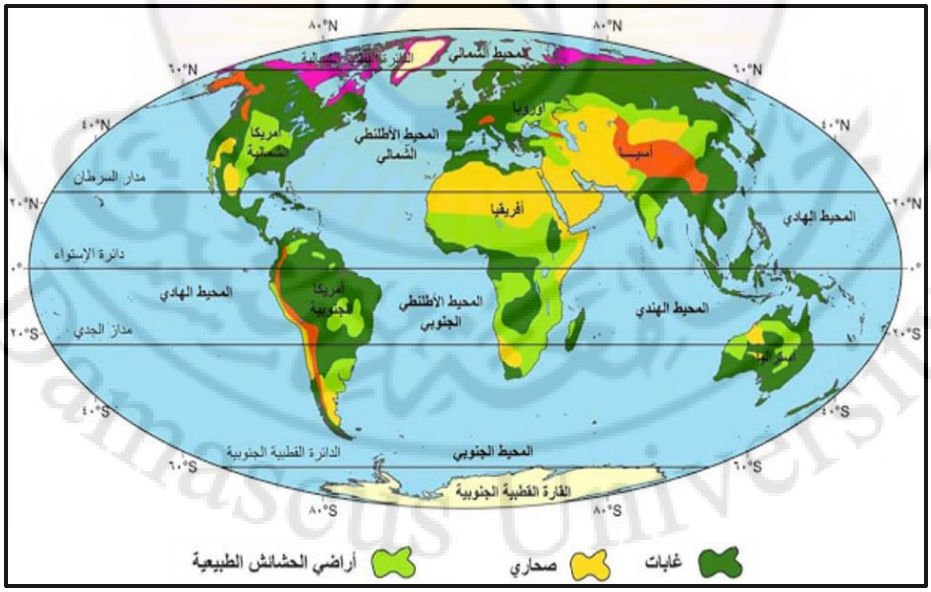
اعتمد ثورنثويت في تصنيفاته المناخية على النبات الطبيعي، والهطل ودرجة الحرارة، حيث استند تصنيف ثورنثويت إلى أربعة عوامل رئيسة، هي فاعليات المطر، وفاعليات درجة الحرارة، والتوزع الفصلي لتلك الفاعليات. وحسب ثورنثويت لا تنتفع الحياة النباتية والحيوانية، بكل قطرة مطر تسقط على سطح الأرض، لأن نسبة من الأمطار تتبدد قبل الانتفاع بها، وطرائق فقدانها شتى، من أهمها التبخر، والجريان السطحي، والتسرب في المياه الجوفية، لذلك ترتهن القيمة الفعلية للأمطار، أو كميتها المنتفع بها ما يُفقد منها، قسم ثورنثويت العالم إلى خمسة أنواع مناخية ونماذج نباتية، ورمز إليها بالحروف، كالتالي:

فاعليات المطر السنوية	النوع المناخي	الرمز	النموذج النباتي
أكثر من ١٢٨	رطب جداً	A	غابة مطيرة
٦٤ . ١٢٨	رطب	B	غابة
٣٢ . ٦٤	شبه رطب	C	أرض عشبية
١٦ . ٣٢	شبه جاف	D	أستبس
أقلّ من ١٦	جاف	E	صحراء

واستخدم ثورنثويت معل التبخر . النتح مقياساً لدرجة الحرارة، حيث تؤثر درجة الحرارة تأثيراً مباشراً في كل من النباتات والحيوانات، ما يجعلها تتميز بصفات وتحورات تتلاءم مع الخصائص البيئية.

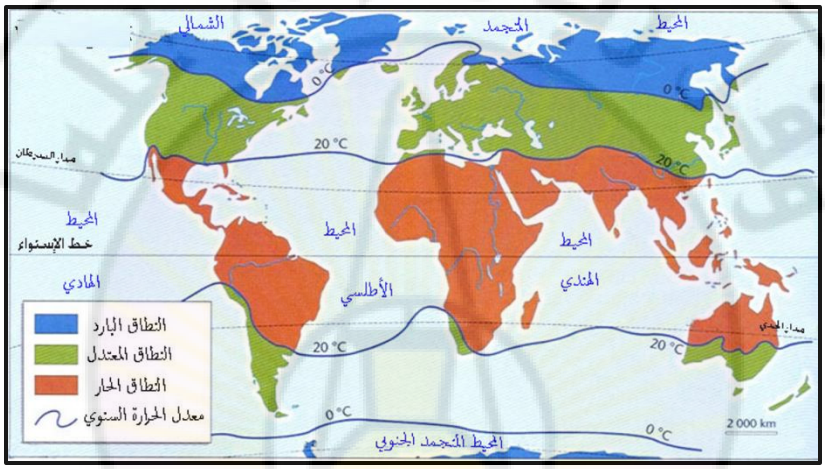
❖ **تقسيم ديمارتون De Martonne:** قسم العالم الفرنسي ديمارتون سطح الكرة الأرضية أقاليم مناخية ونباتية اعتماداً على عنصري درجة الحرارة والمطر، الخريطة .٢١. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم ديمارتون، من أجل تقدير شدة الجفاف وشدة درجة الحرارة أو البرودة، وعلاقتها بالحياة النباتية الطبيعية، وعلى أساس قيمة معامل الجفاف اقترح ديمارتون الحدود الآتية للأقاليم النباتية والمناخية كالآتي:

معامل الجفاف	النوع المناخي	النموذج النباتي
أقل من ٥	جاف	صحراء
من ٥ إلى ١٠	شبه جاف	حشائش فقيرة
من ١٠ إلى ٢٠	شبه رطب	إستبس
من ٢٠ إلى ٣٠	رطب	حشائش غنية مختلطة بالأشجار
أكثر من ٣٠	رطب جداً	غابات



الخريطة .٢١. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم ديمارتون

تقسيم أوستن ميلر Austin Miller : يؤكد ميلر في تصنيفه المناخي على العلاقة بين المناخ والنبات الطبيعي على سطح الأرض معتمداً على العلاقة بين طول الفصل الدافئ وأثره في فعَّالية المطر وتوزع الغطاء النباتي الطبيعي، واعتبر ميلر أن الفصل الدافئ هو الفصل الذي يطلق عليه اسم فصل النمو النباتي، أما الفصل البارد فيتواءم مع الفترة التي يتوقف أثنائها نمو بعض النباتات، حينما ينخفض معدل درجة الحرارة عن صفر النمو والبالغ نحو ٦ م° (صفر النمو النباتي). الخريطة .٢٢. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم أوستن ميلر



الخريطة .٢٢. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم أوستن ميلر

❖ **تقسيم آمبرجيه:**

اعتمد آمبرجيه في تقسيمه على العوامل التي تؤثر تأثيراً مباشراً في بيولوجية الأحياء، منها وجود فترة جفاف من عدمه ومدتها وشدتها، والبخر، والمجموع السنوي للأمطار، ومتوسط درجة الحرارة للقيم القصوى لأحر شهر بالدرجة المطلقة (الكلفن)، المتوسط درجة الحرارة للقيم الدنيا لأبرد شهر بالدرجة المطلقة (الكلفن). وقسم أمبرجية الطوابق الحيوية المناخية أو البيو مناخية إلى ما يلي:

✓ **الطابق الرطب جداً Per–humide**: يتميز بهطل يزيد عن ١٢٠٠ملم سنوياً، يتمثل في المرتفعات التي يزيد ارتفاعها عن ٨٠٠م، تنمو به أنواع نباتية نادرة مثل أشجار الحور الراجف Populus trennula، والتنوب النوميدي أو الشوح الجزائري Abies numidie ، وغابات الأرز الأطلسي Cedrus atlantica، والسنديان الفليني أو البهش أو بلوط الفلين Quercus suber.

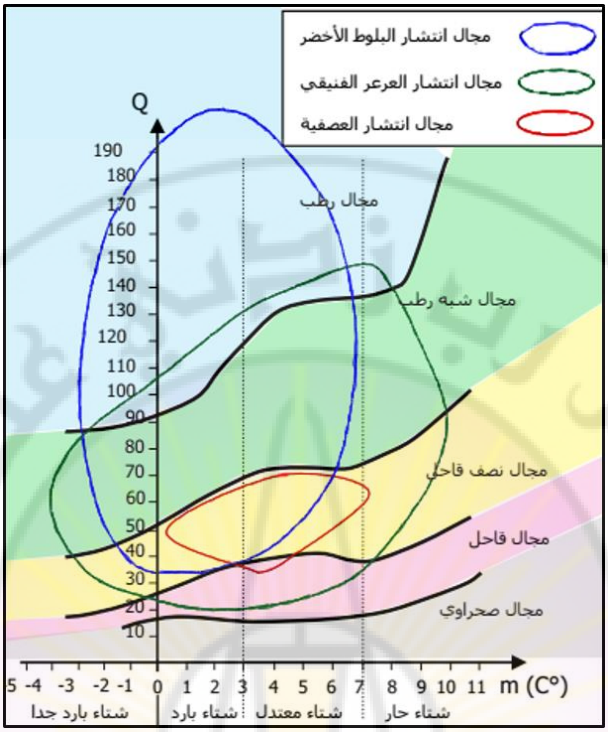
✓ **الطابق الرطب Humide:** يراوح الهطل بين ٩٠٠ملم إلى ١٢٠٠ملم سنوياً، تسود به غابات السنديان الزاني Quercus faginea، والسنديان الفلينيQuercus suber ، وبلوط الأفراس Quercus afares، والأرز الأطلسي Cedrus Atlantica.

✓ **الطابق شبه رطب Sub- humide:** يراوح الهطل بين ٦٠٠ملم إلى٩٠٠ملم سنوياً، تسوده غابات الصنوبر الحلبي Pinus halepensis ، والسنديان الأخضر Quercus rotundifolia، والسنديان الفلينيQuercus suber.

✓ **الطابق الشبه جاف Semi- aride:** يراوح الهطل بين٣٠٠ملم إلى٦٠٠ملم سنوياً، توجد به بساتين الزيتون وغابات الصنوبر الحلبي، والخَرّوب Ceratonia siliqua شجرة دائمة الخضرة، والسنديان الأخضرQuercus rotundifolia، في المرتفعات تظهر منطقة الإستبس وتنتشر فيها عشب الأسبارتو أو عشب الحبل السري أو البردينLygeum spartium، والعذم الحلفائي Stipa tenacissima (الحلْفاء) والشيح الأبيض Artémisia halba erba.

✓ **الطابق الجاف Aride:** يراوح الهطل بين ١٠٠ملم إلى ٣٠٠ملم سنوياً، يتميز باختزال كبير للغطاء النباتي، تنتشر به الأنواع النباتية التالية الشيح الأبيض Artémisia halba erba، عشب الأسبارتو أو عشب الحبل السري Lygeum spartium، والعذم الحلفائي Stipa tenacissima.

✓ **الطابق الجاف جداً** يتميز بهطل أقل من ١٠٠ملم سنوياً مع غياب الشكل الشجري وظهور الإستبس، تنتشر به النجيليات وبعض الشجيرات مثل الأكاسيا Acacia ssp. ويوضح الشكل ٧٧. مجال انتشار بعض الأنواع النباتية وفق تقسيم أمبرجيه.



الشكل .٧٧. مخطط أمبرجيه مجال انتشار بعض الأنواع النباتية

إن التقسيمات السابقة اعتمدت على عنصري درجة الحرارة والأمطار كأساس للتصنيف، وبذلك أهملت بقية العناصر المناخية، والعوامل الجغرافية الأخرى بالرغم من أهميتها في إعطاء صورة كاملة عن الإقليم الحيوي وخصائصه، لذلك تقتصر على إعطاء نظرة شمولية للإقليم الحيوي.

ومن المهم أن نشير إلى أن التجارب التي أجريت لتحديد القيمة الفعَّلية لدرجة الحرارة، والأمطار كانت مقصورة على أنواع قليلة من النباتات، ولذلك فقد يكون من الخطأ تطبيق نتائجها على الحياة النباتية بصفة عامة، إذ من المعروف أن لكل نبات ظروفه واحتياجاته الخاصة التي قد تختلف اختلافاً كبيراً عن ظروف واحتياجات غيره من النباتات. كما أن حدود الأقاليم المناخية أو حدود الأقاليم النباتية التي تُرسم على الخريطة لا يمكن أن تمثل الحدود الواقعة لهذه الأقاليم لأن مثل هذه الحدود ليس لها وجود فعلي في الطبيعة، إذ الواقع أن الانتقال من أي نوع مناخي أو نباتي إلى الأنواع الأخرى المجاورة له يحدث غالباً بشكل تدريجي بحيث تظهر بين كل نوع نباتي والنوع المجاور له منطقة انتقالية يتدرج فيها المناخ وما يتبعه من نباتات طبيعية تدرجاً حسب الظروف السائدة خصوصاً ما يتعلق منها بمظاهر السطح، ويكون التدرج بطيئاً بصفة خاصة في

الأقاليم السهلية، أما في المناطق التي توجد بها حواجز جبلية مرتفعة فإن الانتقال يأتي غالباً بشكل فجائي، وكثيراً ما نجد أن سلاسل الجبال تفصل في بعض المناطق أنواعاً مختلفة عن بعضها تمام الاختلاف، سواء في مظاهرها المناخية وفي أنواع الحياة النباتية والحيوانية التي توجد فيها، ويظهر هذا بوضوح إذا قارنا على سبيل المثال الأنواع المناخية والنباتية الموجودة إلى الغرب من جبال الأنديز أو جبال روكي بالأنواع الموجودة إلى الشرق منها.

ولما كانت جميع التصانيف ركزت في تقسيم العالم لأقاليم حيوية على عنصري درجة الحرارة والأمطار اللذان يتحكمان بصفة عامة في توزع الحياة النباتية والحيوانية فوق سطح الأرض، واستُخدما كأساس للتقسيم الحيوي، وسوف نعتمد في هذا الكتاب لتحديد شخصية الإقليم الحيوي الجغرافية وإبراز التباين الإقليمي في الوحدة المكانية لإبراز شخصيته الجغرافية وتحديد السمات المميزة له بالاعتماد على هذين العنصري، وذلك بصرف النظر عن الفوارق البسيطة التي قد تميز بعض هذه المناطق عن البعض الآخر، وبهذه الطريقة يمكن تقسيم العالم إلى أقاليم حيوية رئيسة يتميز كل إقليم منها بمظاهر حيوية ومناخية معينة، ويضم جميع الأماكن التي تتواجد فيها هذه المظاهر.

إن الأقاليم الحيوية لاسيما نطاقات الغطاء النباتي الطبيعي في نصفي الكرة الأرضية غير متماثلة، وذلك لأن كتلة اليابسة في النصف الشمالي تفوق مثيلتها في النصف الجنوبي الأمر الذي ينعكس على المناخ والنطاقات الحيوية، فعلى سبيل المثال الصحاري الواسعة في النصف الشمالي لا تقابلها إلا مساحات صغيرة في النصف الجنوبي، والغابات المخروطية في المناطق المعتدلة الباردة لنصف الكرة الشمالي تنعدم تقريباً في النصف الجنوبي، ويمكن أن نميز عدة أقاليم جغرافية حيوية (الغطاء النباتي والحيواني) متميزة حسب درجة العرض والارتفاع عن سطح البحر .

الفصل الثاني

إقليم الغابات

يمثل إقليم الغابات إقليماً حيوياً متفرداً عن باقي الأقاليم الحيوية الأخرى كونه يعول نمواً شجرياً بالدرجة الأولى وما يرتبط به من حيوانات معينة. يمتد هذا الإقليم الحيوي في نطاقات مختلفة تتباين فيها ظروف البيئية، وما يصاحب هذه من اختلاف في القدرة البيولوجية لكل الكائنات الحية. يمتد من العروض الدنيا المدارية الحارة إلى العروض العليا المعتدلة الباردة.

تركيب الغابات:

تنقسم الغابات إلى طبقات مختلفة، ولكل طبقة مجتمع أحيائي، حيث تحتوي على مختلف النباتات والحيوانات التي تكيفت مع الحياة في تلك الطبقات.

ترتيب الغطاء النباتي في طبقات مختلفة وفقاً للارتفاعات المختلفة التي تنمو فيها النباتات، وتشمل الطبقات الرئيسة الخمس للغابة، بدءاً بأعلاها إلى أدناها:

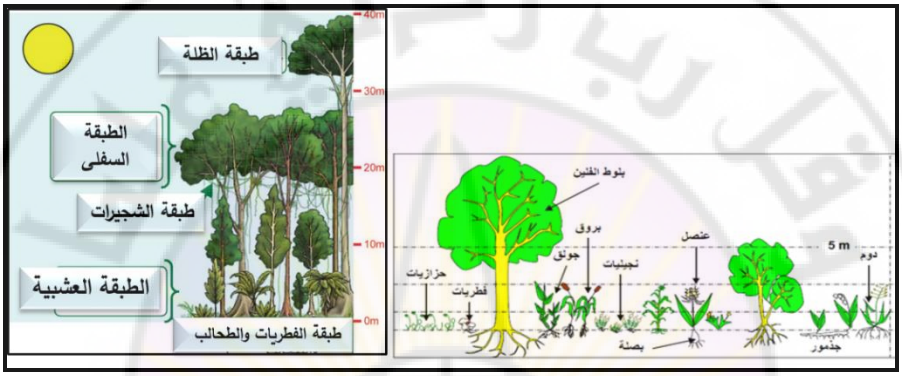
أ . طبقة الظلة (المظلة): تشير إلى أعلى طبقة من النباتات في الغابة، تتكون في الغالب من **تيجان** أكثر الأشجار ارتفاعاً، ويراوح طولها بين ٣٠ و٤٥ متراً، وقد تصل إلى ٧٠ و٨٠ متراً طولاً، وهذه الأشجار تتحمل درجة الحرارة المرتفعة، والرياح القوية، كما تنمو المتسلقات والنباتات الهوائيةن وتكون الظلة في بعض الغابات كثيفة لدرجة أنها تُشكل ما يشبه السقف فوق الطبقات السفلية، ويوجد العديد من الأنواع الحيوانية الفريدة التي تسكن هذه الطبقة مثل النسر المتوج، وقرد الملك، وتعيش آكلات الثمار من الطيور والحشرات ...

ب . الطبقة السفلى: تتألف من أشجار أقل ارتفاعاً من أشجار الظلة، ويتوقع أن تكبر مع مرور الزمن، وتنضم إلى طبقة الظلة، وتوفر الطبقة السفلى الغذاء والمأوى لكثير من حيوانات الغابة.

ج . طبقة الشجيرات: تتكون في الغالب من شجيرات لها سيقان خشبية متعددة الأفرع، ولا يصل ارتفاع أي من هذه الفروع إلى ارتفاع الشجرة. وتكون طبقة الشجيرات بقعاً متناثرة، وتعيش طيور وحشرات عديدة في طبقة الشجيرات.

د . الطبقة العشبية: تتكون من السراخس، والحشائش، والأزهار البرية وغيرها من النباتات ذات السيقان الغضة، وبادرات الأشجار، وتنمو الطبقة العشبية بكثافة عالية في الغابات ذات الظلة والطبقة السفلى المفتوحة، حيث تصل كمية كافية من ضوء الشمس إلى الأرض تُساعد في نمو بعض الأعشاب. وتعد الطبقة العشبية موطناً لحيوانات الغابة التي تعيش على الأرض.

هـ . أرضية الغابة: طبقة الفطريات والطحالب، وبقايا الأوراق والفروع المتساقطة من الطبقات العليا، بالإضافة إلى بقايا الحيوانات الميتة، وتوجد أعداد كبيرة من الأحياء الصغيرة تشمل ديدان التربة والفطريات والحشرات والعناكب، بالإضافة إلى أعداد لا تحصى من البكتيريا، وأنواع أخرى من الأحياء المجهرية. الشكل ٧٦. ترتيب الغطاء النباتي في طبقات وفقاً للارتفاعات التي تنمو فيها النباتات.



الشكل ٧٦. تركيب الغابات وفقاً للارتفاعات التي تنمو فيها النباتات

وهناك عدة طرق ونظم لتصنيف غابات العالم، بعض النظم تصنف الغابة حسب خصائص الأشجار السائدة فيها، فالغابة إبرية الأوراق مثلاً هي الغابة التي تكون لأشجارها السائدة أوراق طويلة رفيعة شبيهة بالإبر، وتسمى هذه الغابات أيضاً غابات مخروطية (حاملة المخاريط)، والغابة عريضة الأوراق تتكون في الغالب من أشجار ذات أوراق عريضة ومسطحة، أما الغابات التي تتساقط أوراق أشجارها السائدة في بعض المواسم خلال العام، لتنمو أوراق جديدة فتُصنف غابات متساقطة الأوراق (غابات نفضية)، وفي الغابة الدائمة الخضرة تتخلص الأشجار السائدة من الأوراق القديمة، وتستبدل بها أخرى جديدة بصفة مستمرة، ولذلك تظل مخضرة طوال العام.

وفي نظم أخرى تُصنف الغابات حسب نوعية استخدام الأشجار، فقد تُصنف غابة عريضة الأوراق غابة أخشاب صلبة، وقد تُصنف غابة الأوراق الإبرية غابة أخشاب لينة، ويصنف الجغرافيون الغابات حسب نظم بيئية مختلفة، وعلى أساس معيار درجة الحرارة نقسمه إلى مجموعة الأقاليم الفرعية الأصغر (غابة مدارية، وغابات معتدلة دافئة، وغابات معتدلة باردة) ويمكن تقسيم غابات العالم إلى الأنواع الرئيسة التالية:

أولاً . إقليم الغابات المدارية الحارة

يتضمن الغابات التي تقع داخل نطاق العروض الدنيا بين دائرتي عرض ٣٠ شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث لا يقل متوسط درجة الحرارة السنوي عن١٨م°، وهو إقليم الأشجار ذات الأخشاب الصلبة، ويتسم بالتنوع الكبير في نباتاته وحيواناته بصفة عامة. يُقسم هذا الإقليم من خلال اختلاف كمية الأمطار وموعد هطولها إلى عدد من الأقاليم الفرعية هي: إقليم الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة). وإقليم الغابات الموسمية أو المدارية النفضية وشبه النفضية. وإقليم الغابات الشوكية او الجافة.

١. إقليم الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة) Tropical rainforest:

إقليم غابات دائم الخضرة ويطلق عليه إقليم السلفا selva كلمة هندية تعني الغابة المظلة لشدة كثافتها أو إقليم الغابة الاستوائية، ويعد حوض الأمازون أكبر منطقة في العالم تغطيها هذه الغابات.

عادةً ما يستخدم المصطلحان الغابات المطيرة، والغابات الاستوائية المطيرة كمترادفين، فإن الأخير أشمل وأعم من الأول.

يُعد إقليم الغابات الاستوائية أكثر الأقاليم الحيوية تنوعاً على سطح الأرض، حيث تغطي الغابات الاستوائية المطيرة نحو ٧ ٪ من مساحة سطح الأرض، فهي موطن ما يقارب ٥٠٪ من الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة على الأرض، ويعود ذلك إلى العزلة الجغرافية في المناطق الاستوائية، بما في ذلك التحولات البيئية المتكررة بسبب تغير المناخ، فالعزلة الجغرافية للمجموعات الصغيرة لفترة طويلة من الزمن تعزز تكوين الأنواع، وتصبح تلك المجموعات المعزولة مستقلة وراثياً، وبالتالي تعد وحدات تطورية مستقلة، ويحدث ذلك إذا كان تجمع الجينات صغيراً وكانت البيئة فريدة من نوعها.

١.١. التوزع الجغرافي:

تقع الغابات الاستوائية الرطبة في أمريكا اللاتينية وإفريقيا وجنوب شرق آسيا، ضمن ٢٣,٥ درجة شمال أو جنوب خط الاستواء، حيث درجة الحرارة المرتفعة طوال السنة والأمطار الحملانية غزيرة. حيث يتوزع هذا الإقليم في مناطق واسعة داخل الإقليم المداري، وبخاصة المناطق التي يقل ارتفاعها عن ٦٠٠ متر فوق سطح البحر، ويتمثل في نطاق عريض في أمريكا الجنوبية عبر غويانا وحوض الامازون حتى الحواف الشرقية لجبال الأنديز والساحل الشرقي للبرازيل حتى

مدار الجدي، كما يتواجد في أمريكا الوسطى على السواحل الشرقية جنوب المكسيك، وفي أفريقيا في ساحل غانا وحوض الكونغو والجزء الشرقي من جزيرة مدغشقر، في آسيا في المناطق الموسمية في الملايو واندونيسيا والفلبين وغينيا الجديدة وشريط ضيق على الساحل الشمالي الشرقي لأستراليا ويمتد جنوباً حتى يقترب من مدار الجدي، الخريطة ٢٣. توزع الغابات الاستوائية حول العالم (إقليم الغابة المدارية المطيرة).



الخريطة ٢٣. إقليم الغابة المدارية المطيرة

٢.١. الخصائص المناخية:

يرتبط هذا الإقليم بالمناخ المداري المطير، حيث الأمطار على مدار السنة، ومع الابتعاد عن خط الاستواء تظهر فترة جفاف قصيرة تزداد مدتها كلما ابتعدنا عنه، المدى درجة الحرارة السنوي قليل ٣م° وتُعد السنة كلها صيف دائم أي أن الشتاء غير واضح، ومتوسط درجة الحرارة في بوجر pogor في جزيرة جاوة على سبيل المثال يراوح بين ٢٤م° في شهر شباط و٢٥م° في شهر تشرين الثاني، ويرجع السبب إلى غزارة الأمطار واستمرارها، وكثافة الغطاء النباتي. ولكن من ناحية أخرى نجد أن مدى درجة الحرارة اليومي عالٍ نسبياً حيث يرتفع إلى نحو١٥م°، لهذا يقال إن شتاء المناطق المدارية المطيرة ليلها وصيفها نهارها، وفي الوقت نفسه يتساوى طول النهار على مدار السنة ولا يختلفا إلاَّ في حدود ساعة واحدة فقط. وتسقط الأمطار على مدار السنة بصفة منتظمة وبكمية تكاد تكون متقاربة مع وجود قمتين واضحتين للمطر في كثير من المناطق تتفقان مع فصلي الربيع والخريف حيث تكون الشمس عمودية على خط الاستواء

(الأمطار تصاعدية) تراوح كميتها بين ٢٠٠٠ و٥٠٠٠ ملم، ويهطل المطر بعد منتصف النهار على شكل زخات عنيفة ولفترات قصيرة.

٣.١. الخصائص الحيوية:

تبدي أنواع وخصائص الكائنات الحية في هذا الإقليم تأقلماً واضحاً مع بيئتها التي تتسم بكونها دائمة درجة الحرارة والرطوبة الجوية، وتأتي في مقدمة هذه الخصائص الحيوية التنوع الكبير للأحياء الحيوانية والنباتية، إذ يضم هذا الإقليم نحو١٠٠ ألف نوع من النباتات، بالإضافة إلى آلاف الأنواع من الحيوانات. وهي صفة حيوية يكاد يتفرد بها هذا الإقليم عن باقي الأقاليم الحيوية فمثلاً أرخبيل الملايو يضم نحو ٤٥ ألف نوع، وجرى مسح إحصائي لحصر أنواع النباتات في مساحة محدودة من الغابة المدارية المطيرة في حوض الأمازون تبين وجود ٣٠٠ نوع من النباتات في مساحة لا تتعدى٢كم^{٢}، ويرجع هذا التنوع إلى توفر فرص الحياة المتمثلة بدرجة الحرارة والرطوبة الدائمتين على مدار السنة، كما أن هذه المناطق لم تتأثر بخطر العصور الجليدية التي قضت على الكثير من الأنواع التي كانت قائمة قبل العصور الجليدية في العروض العليا والوسطى، لقد أدى عدم تجانس أشجار الغابة إلى عدم تركز نوع معين في منطقة معينة بأعداد كبيرة متجاورة، ما جعل استغلال الغابة بصورتها الطبيعية عملية صعبة وغير اقتصادية، لاسيما إذا علمنا مدى صعوبة الحركة والانتقال داخل الغابة نتيجة كثافة الغطاء النباتي.

ومن أهم الخصائص التي تتميز بها أشجار الغابة الاستوائية المطيرة أنها لا تحتوي على نوع سائد من الأشجار، وتتصف جذور الأشجار بالضخامة أو السطحية وذلك لتوفر الرطوبة في التربة العلوية بصفة عامة، وتتكون الغابات المطيرة في جملتها من أشجار دائمة الخضرة، عريضة الأوراق، لها جذوع مرتفعة، تتشابك أجزاؤها العليا بدرجة لا تسمح بوصول الضوء إلى أرض الغابة، الذي يكون لهذا السبب شديد الظلمة في بعض الأحيان، ومن هنا تشهد هذه الغابة الصراع من أجل الضوء الذي يعد عنصراً مهماً له دوره في تحديد أنواع النباتات السائدة وخصائصها. وتتميز بظهور الأزهار والثمار على السيقان أو على الجذور العلوية بدلاً من الفروع العليا، والأشجار المدارية المطيرة متنوعة، بعضها له قيمة اقتصادية كبيرة، إما لأخشابه أو لثماره، أو لما يستخرج منه من مواد أولية، وتنقسم الحياة النباتية في الغابة إلى:

١ـ الأشجار: ومن أهم أنواع أشجار إقليم الغابة المدارية المطيرة نذكر:

أ . أشجار الأبنوس Ebony: تنمو في المناطق الاستوائية والمدارية في أفريقيا وآسيا، وتصل شجرة الأبنوس الأفريقي إلى ارتفاع ٢١ متراً، أما الأبنوس الأسيوي فشجرته قصيرة، يراوح طولها بين ٤,٥ متر و٩ أمتار، وأشجار الأبنوس مهددة بالانقراض بسبب عمليات القطع غير السليمة، ويعد خشبها من أرقى أنواع الأخشاب فهو يُستخدم في صناعة التحف والتماثيل، والأثاث الفاخر، والأدوات الموسيقية، كما يتميز بأنه مقاوم للحشرات.

ب . أشجار الماهوجني mahagoni: تتسم بكبر الحجم، ويمتد طول جذعها من ١٨ إلى ٢٤ متراً، فهي شجرة منتجة للخشب من أفضل أنواع الخشب في العالم يستخدم في صناعة الأثاث وبناء القوارب.

ج . أشجار المطاط (الهيفيا)Hevea Brasilliensis: يراوح ارتفاعها بين ١٣ . ٥٠ متر، تنتج عصارة مطاطية تدخل في العديد من الصناعات، موطنها الأصلي الغابات الاستوائية المطيرة في أمريكا الجنوبية، وغابات حوض الأمازون في البرازيل، وكان المكسيك يستخدمون مادة مرنة يسمونها كاو أوتشو Cao Achu وتعني في لغتهم شجرة الدموع.

د . أشجار التيك (الساج) Tectona grandisمن الأشجار العملاقة، والصلبة الاستوائية، قد يصل ارتفاعها الى أكثر من ٤٠ متر، وتنتج نوعاً من الصبغ البنفسجي، لها ملمس زيتي، وتشكل غابات الساج في ميانمار ما يقرب من نصف خشب الساج الطبيعي في العالم. ولأخشاب التيك قيمة كبيرة في صناعة السفن، وفي صنع الأثاث، لأنها قوية، ولا تتأثر بالماء، وتُستخدم أوراق التيك في سقف البيوت، وفي إنتاج مواد التغليف.

هـ . أشجار الكابوك (القابوق) أو **السيبا** Ceiba شجرة استوائية معمرة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٢٥ متراً، تنتج قروناً فيها القطن، وتعد من أجود أنواع القطن، ويستخرج من بذورها زيت يستخدم في الطهي وصنع الصابون ومواد التشحيم.

و . أشجار البلسا Ochroma pyramidale: شجر البلسا دائم الخضرة، سريعة النمو، يمكن أن يصل نمو أحدها إلى ارتفاع ٣٠ متراً، وخشبها أخف أنواع الخشب، ويُستخدم خشب البلسا في بناء نماذج من الطائرات والمنازل والديكور ...

ز . شجرة الكاجو (سن العجوز)Anacardium occidentale: شجرة دائمة الخضرة، وتُعد أمريكا الجنوبية الموطن الأصلي لشجرة الكاجو، وانتشرت زراعتها في الهند عن طريق التجار البرتغاليين، ويُطلق على الكاجو اسم فاكهة السنة، لأن الشجرة لا تثمر إلا مرة واحدة في السنة.

ح . أشجار سوكراتيا إكسوريزا Socratea exorrhiza: هو نوع من أنواع أشجار النخيل الاستوائية ويمكن أن تنمو إلى ارتفاع ٢٥ متر، وتركيبة جذورها تختلف عن غيرها حيث أنها تنمو بشكل أطول وأقوى من باقي الأشجار، فتصبح الجذور وكأنها على شكل الأقدام.

ط . شجرة الكاكاو Theobroma caca: من الشجيرات المعمّرة دائمة الخضرة، يبلغ ارتفاعها نحو ٧ أمتار ويعد الموطن الأصلي لشجرة الكاكاو هو الغابات الاستوائية الممطرة بأمريكا الجنوبية منطقة الأمازون ويزرع بكثرة في غرب إفريقيا.



الصورة .٥٢. أشجار تنمو في إقليم الغابة المدارية المطيرة

٢. الشجيرات: توجد بالإضافة إلى الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة، كثيراً من الشجيرات التي تشكل طابقاً مستقلاً تختلط به الأشجار التي لم يكتمل نموها بعد، والتي لم تبلغ بعد طولها الكامل مع بعض الحشائش الطويلة، ويتلقى طابق الشجيرات كمية قليلة من الضوء بالمقارنة مع الأشجار، حيث تحصل الشجيرات على الضوء الذي ينفذ من بين أوراق وأغصان الأشجار التي تعلوها، وتتميز الشجيرات بكونها قليلة التفرع مثل أشجار هذه الغابة.

٣. الأعشاب والحشائش: تتميز الغابات الاستوائية المطيرة بوفرة الأنواع العشبية مقارنة مع الأنواع الشجرية والشجيرية، ويرجع ذلك في الغالب إلى انخفاض شدة الإضاءة في مستوى الطوابق السفلية وفوق سطح تربة الغابة، لذلك لا ينمو إلاَّ الأنواع القادرة على النمو في هذا الضوء المنخفض، وأغلب الحشائش والأعشاب من النوع المعمر، بحيث تبقى أجزاءها الهوائية حية لسنوات عديدة، وسبب ذلك هو انعدام الفصول، ويساعدها ذلك على أن يصل ارتفاعها إلى عدة أمتار، وقد يساعدها ذلك في الوصول إلى مستوى طابق الشجيرات في بعض الأحيان.

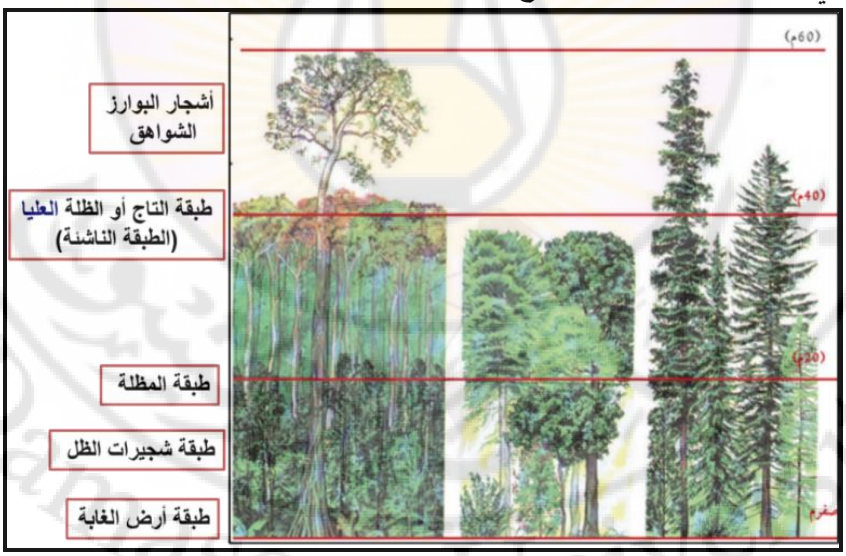
٤. النباتات المتسلقة: إلى جانب الأشجار نجد مجموعة من النباتات التي تتصارع للوصول إلى القمة من أجل الغذاء والضوء وأهمها المتسلقات، المعلقات (العكازية) نباتات هوائية، حيث تُعد النباتات المتسلقة سمةً من سمات الغابات المدارية المطيرة، حيث تتسلق أشجار الظلة للوصول إلى المناطق المضاءة جيداً في الغابة، كالسرخسيات، الأوركيدOrchid Flower، والحزازيات، والبروميلياد bromelia، والليانا liana، هذه النباتات تتطفل على المكان فقط، وهي غير النباتات الطفيلية التي تستمد غذاءها من النبات المضيف، وغالباً ما تشكل النباتات المتسلقة جسوراً وسط ظلات الغابة، وتربط الغابة بأكملها.

أما **النباتات الطفيلية** فتتميز بكثرتها وانتشارها في الغابات المدارية المطيرة وتستخدم النباتات كدعامة لها تعيش عليها، تُعرف بالأشجار الخانقة إذ تبدأ هذه الأشجار حياتها نباتات هوائية، لكنها تكوّن جذوراً تصل إلى الأرض، تحيط هذه الجذور بجذع الشجرة التي يعيش عليها النبات الخانق، وقد يتمكن النبات الخانق مع الوقت من قتل الشجرة الأخرى بحرمانها من الغذاء والضوء والماء، كشجرة التين الخانق Strangler Fig، وشجرة كلوسيا Clusia. إضافة إلى بعض النباتات التي تعيش على المواد المتطفلة **كالفطريات** وبعض النباتات الدرنية. كما تعيش بكتيريا التعفن على البقايا العضوية الميتة التي تغطي أرضية الغابة وتشمل بعض أنواع الفطريات والسحلبيات. الصورة ٥٣. نباتات متسلقة تنمو في الغابات المدارية المطيرة.



الصورة .٥٣. نباتات متسلقة تنمو في الغابات المدارية المطيرة

٤.١. التطبق النباتي في الغابات الاستوائية المطيرة: من الخصائص الحيوية في الغابات الاستوائية المطيرة نطاقات نباتية رأسية، حيث تنقسم الغابات المطيرة إلى طبقات مختلفة، وكل طبقة عبارة عن مجتمع حيوي فريد من نوعه يحتوي على نباتات وحيوانات مختلفة تتكيف مع الحياة في تلك الطبقات المعينة. يوضح الشكل .٧٨. الطوابق النباتية الرأسية داخل الغابات.



الشكل . ٧٨. الطوابق النباتية الرأسية داخل الغابات

ونتبين داخل الغابات الاستوائية المطيرة الطوابق النباتية الرأسية من الأعلى إلى الأسفل كالآتي:

- **طبقة التاج أو الظلة العليا (الطبقة الناشئة)** طبقة الأشجار الطويلة يراوح ارتفاع أشجارها بين ٥٠ و٥٥ متر وأحياناً تزيد عن ٦٠ متر، وتتميز بأغصانها العالية وجذوعها المستقيمة وجذورها

الكبيرة وتكوّن فروع وأوراق هذه الأشجار تاجاً متصلة. وهناك أشجار تسمى البوارز أو الشواهق ترتفع فوق مستوى الظلة العليا، وتعيش آكلات الثمار من الطيور والحشرات. ويوجد العديد من الأنواع الحيوانية الفريدة التي تسكن هذه الطبقة مثل النسر المتوج من أضخم الطيور الجارحة في العالم، والثعلب الطائر الكبير أو خفاش الثمار العملاق نوع من الخفافيش يمتلك رأس تشبه الثعالب، وقرد كولبس هو من سعادين العالم القديم من الرئيسات موطنها الأصلي أفريقيا يعيش على الأشجار ولا ينزل إلى الأرض إلاَّ للحصول على الأملاح والنباتات المائية من المستنقعات.

- **طبقة المظلة** تقع تحت طبقة التاج وتُمثل طبقة الأشجار الأقل ارتفاعاً يراوح ارتفاع أشجارها بين ١٠ و٢٥ متراً، وتتكون من الأشجار الشابة التي تنتمي إلى فصيلة أشجار التاج التي لم تتح لها فرصة بعد لاستكمال أوج نموها، إضافة إلى أنواع محبة للظل، وتنمو على فروعها نباتات كالطحالب، وزهور الأوركيد، والكروم الخشبية، وتنمو لكثير من الأشجار أزهار على جذوعها تسمى الإزهار الساقيّ، وتمثل هذه الطبقة منطقة القردة والحيوانات المتسلقة، وتشبه الحيوانات الموجودة في الطبقة الناشئة، ولكنها أكثر تنوعاً، وعدد كبير من الأنواع المفصلية، وعلى العديد من أنواع الطيور مثل قرن البياض المرقط الأصفر يطلق عليه اسم أبو قرن.
- **طبقة المظلة السفلية أو طبقة شجيرات الظل** (المحبة للظل) تتسم بالقصر يراوح ارتفاعها بين ٥ و١٠ أمتار. وتضفي على الغابة مزيداً من الكثافة وتعرقل الحركة داخل الغابة.
- **الطبقة العشبية** تتميز الطبقة العشبية بكثافة قليلة لقلة الضوء الذي يتسرب خلال الظلال الكثيفة، وتتكون من السراخس، والحشائش، والأزهار البرية، وتعد الطبقة العشبية موطناً لحيوانات الغابة التي تعيش على الأرض، وتشمل هذه الحيوانات الحشرات والعناكب والفئران ...
- **طبقة أرض الغابة** طبقة النباتات الأرضية (الأنجم) تتكون عادة من الأعشاب والنباتات الزاحفة، تتحمل قلة الضوء والبيئة الرطبة جداً، وتغطيها مجموعات من الطحالب، وأنواع من الأشنيات، والحزازيات، بالإضافة إلى بقايا الحيوانات والنباتات الميتة، وتوجد أعداد هائلة من الأحياء الصغيرة، التي تشمل ديدان التربة والفطريات والحشرات والعناكب، والبكتيريا، وأنواع أخرى من الأحياء المجهرية.

٥.١. الحياة الحيوانية بالغابة الاستوائية المطيرة :

تنعكس صورة الحياة النباتية الوفيرة بالغابة الاستوائية المطيرة بشكل واضح على صور الحياة الحيوانية بها، حيثُ تظهر الحيوانات عموماً نوعاً من التأقلم والاستجابة لنوعية الغطاء النباتي. وبما أن الغطاء النباتي في هذه الغابة يتميز بالتنوع الكبير، فإن الكائنات الحيوانية توازى التنوع

في الغطاء النباتي، فهي حيوانات تجمع بين الحيوانات الثديية والمتسلقة، والطيور، والحشرات، وبعض الثدييات الكبيرة، والزواحف البرية ... تعيش الحيوانات الثديية المتسلقة في أعالي الأشجار مثل القرود والغوريلا والشمبانزي، وحيوانات الكسلان، ونوع من القطط المتوحشة مثل قط أمريكا الجنوبية، إلى جانب حيوان الجاكور (اليَغْوَر أو النمر الأمريكي)، وتوجد حيوانات الجيبون والسنجاب ... بينما في طبقة القمة أو التاج يكثر وجود الطيور ذات الألوان الزاهية، مثل الببغاوات، وطائر الجنة، وطائر الطوقان، وتكثر بالطبقة الثانية الحشرات المجنحة مثل الفراشات ذات الألوان الزاهية، إلى جانب البعوض والذباب، وتوجد بكثرة على أرضية الغابة الرطبة المظلمة بعض أنواع الحيوانات منها الزواحف (الحيات والثعابين) والتماسيح وبخاصة في غابات إفريقيا المدارية المطيرة، كما يكثر التمساح المعروف بالقاطور في غابات أمريكا الجنوبية، إلى جانب النمل الأبيض، كما تأتيها حيوانات مهاجرة من السافانا في أوقات الجفاف التي تصيب إقليم السافانا.

تتوزع الغابة المدارية المطيرة في ثلاث مناطق رئيسة تتميز بوجود مجموعة مختلفة من أنواع الحيوانات والنباتات هي:

أ . الغابات الاستوائية المطيرة في حوض الأمازون: تعد أكبر الغابات في الكرة الأرضية وتسمى رئة الأرض، حيث تمد العالم بنحو ٢٠% من الأوكسجين المتوفر في الغلاف الجوي، تقع في قارة أمريكا الجنوبية، وتغطي٦٠% من غابات البرازيل، ونحو ١٣% من غابات البيرو، تبلغ مساحة الغابات الاستوائية الكثيفة ٥,٥ مليون كم^{٢}، وتصنف كواحدة من الغابات البكر في العالم، التي وجدت على الأرض منذ نحو ٥٠٠ مليون سنة، الأمر الذي ساعد في حدوث التنوع الكبير للحياة الطبيعية فيها. ومن أشجارها شجرة **جوز البرازيل العملاقة** Brazil nut التي يصل طولها إلى نحو ٦٤م، وهناك أنواع رئيسة تتضمن شجرة **قذيفة المدفع**[١] Couroupita guianensis، وشجره العنب البرازيلي (بلينة الجذعية الإزهار) Plinia cauliflora أو الجابوتيكابا ينمو الثمر مباشرة على الجذع وليس على الأغصان كباقي الشجر، وأشجار **الماهوجني**، وأشجار **المطاط**، وأشجار **خشب الورد**، وتنتج من هذه الغابات فواكه كشجرة **الأساي أو الأكاي**[٢]، وشجرة فاكهة

١ . جاءت تسميتها من ثمارها التي تشبه ثمار جوز الهند، إذا سقطت من الأعلى وانقسمت إلى جزئين تحدث دوياً كدوي المدافع والمفرقعات، لذلك نجد تحت الأشجار لافتات كُتب عليها (احترس من وقوع المدافع).

٢ . من أنواع النخل الأمازوني، ويصل طولها إلى نحو ١٥م، وتثمر حباتٍ صغيرةٍ من التوت بنفسجي اللون.

الباشن فروت Passion Fruit، **وأشجار الجوافة**، وشجرة **نخيل الخوخ** البوبونها puppunha، يغطي جذعها حلقات واسعة من أشواك سوداء طويلة يصل طولها حتى ١٢ سم تشبه الإبرة، الثمرة تشبه الخوخ أو المشمش. نبتة **الموز الأحمر** وهو أحد أنواع الموز[١]. كما تتميز غابة الأمازون بكثافة نباتاتها وصعوبة اختراقها، كثرة طبقاتها ونباتاتها المتسلقة والنباتات الأرضية، تنتشر على طول مجرى الأمازون الغابة المستنقعية في التربة الفيضية والبحيرات الواسعة وتعرف باسم الغابة المغمورة.

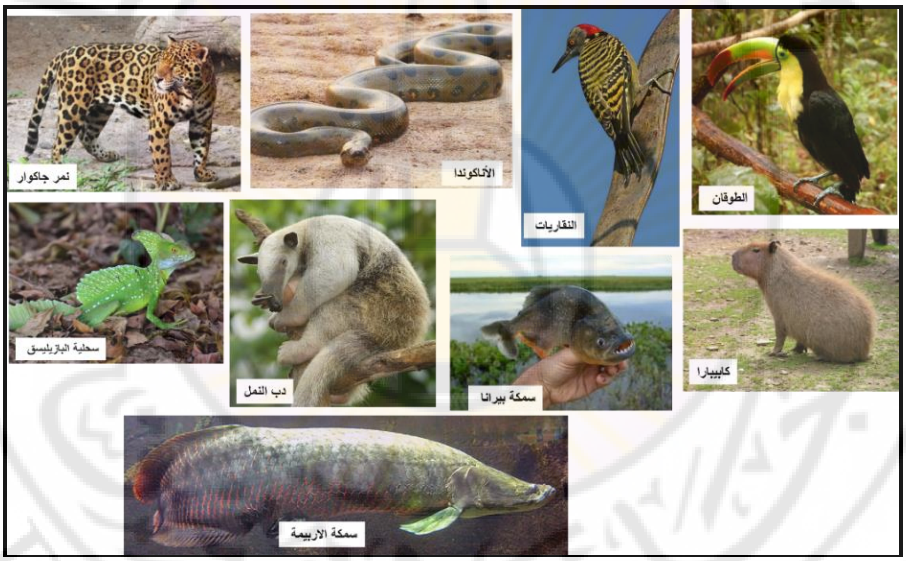


الصورة ٥٤. أشجار تنمو في غابات الأمازون

كما يوجد بغابة الأمازون مجموعات مختلفة من الحيوانات، يعيش فيها ما يزيد عن ١٥٠٠ نوع من الطيور، منها ببغاوات الباركيت أو الدَّرَّاء، وببغاء الكايك، والمكاو، وطائر الطوقان من رتبة النقاريات الشكل، وغابات الأمازون مليئة بجميع أنواع الأفاعي المختلفة، منها أفعى الأناكوندا، والأفعى الجرسية، ويعيش فيها العديد من الحشرات منها البعوض، والفراشات الملونة، والخنافس، والنمل الأمازوني، والعنكبوت البرازيلي الجوال (العنكبوت المسلح) عنكبوت سام وعدواني، ومن الحيوانات الثديية كابيبارا Hydrochoerus hydrochaeris وهي من القوارض الأكبر في

١ . الموز نبته من فصيلة الأعشاب، وقبل تدجينه واستهلاكه في الحضارات البشرية، كان مليئاً ببذور كبيرة صلبة وغير صالحة للأكل، وتوصل الإنسان لتهجين أشجار الموز لإنتاج فاكهة موز خالية من البذور وذلك قبل ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وتواجد في البداية في جنوب شرق آسيا، ثم انتقلت إلى أفريقيا ثم الأميركيتين قبل ٣ آلاف عام.

العالم، وآكل النمل العملاق يعرف أحيانا باسم دب النملgiant anteate، وتعبش القُضاعة العملاقة أو ثعلب النهر العملاق، ومن الزواحف تمساح كيمان الأسود أكبر أنواع التماسيح في العالم، والضفدع السام ذو الألوان الزاهية وسم الضفدع السام يتواجد في جلده، وسحلية البازيليسق Basiliscus التي يمكن أن تمشي على المياه، ومن الحيوانات المائية التي تعيش في مياه نهر الأمازون سمكة بيرانا السمكة الضارية المفترسة، وسمكة الاربيمة من أضخم الأسماك النهرية في العالم، وسمكة الانقليس الرعاد تستطيع إحداث تفريغ كهربائي قوي من خلال جسده، ودولفين نهر الأمازون، وقرد الأسد الذهبي المهدد بالانقراض، وحيوان الكسلان ذات الثلاث أصابع، والتابير السناد حيوان ثديي من ذوات الظلف الواحد، ونمر جاكوار. الصورة .٥٥. حيوانات تعيش في غابة الأمازون.



الصورة .٥٥. حيوانات تعيش في غابة الأمازون

لم تسلم غابة الأمازون من انتهاكات الإنسان الجائرة، حيث ساعد موقعها المتميز في قارة أمريكا الجنوبية، وخصوبة الحياة فيها على جذب الكثير من الطامعين إليها، دون أي اهتمام منهم تجاه المحافظة على دورة الحياة الطبيعية فيها، ويمكن حصر الأضرار التي تعرضت لها بالآتي: قطع الأشجار وقلع النباتات لتحويلها إلى مراعي، واستخدام أخشابها في صناعات متعددة، وتجريف التربة بهدف إنشاء طرق تربط بين المناطق المحيطة بها، وإنشاء مناطق سكنية على أطرافها، وتركيز الحطابين على اقتلاع أصناف معينة من الأشجار دون غيرها، نظراً لقيمة وجودة

أخشابها العالية، مما تسبب في تهديد وجودها في الغابة، كما أسهم الجفاف الذي حل بغابة الأمازون منذ أربعة عقود في جفاف العديد من أنهارها وموت أعداد كبيرة من الأسماك فيها، ناهيك عن اصطياد الحيوانات الجائر...

تعرضت الغابات في عام ٢٠١٩م، لأسوأ موجة حرائق من سنوات طويلة، حيث تم إشعال نحو ١١٣٠ حريقاً، بحسب المعهد الوطني البرازيلي لأبحاث الفضاء، وتقع أكثر من نصف الحرائق في حوض الأمازون ولا تقتصر الحرائق على البرازيل فحسب، إذ أتت النيران على ما لا يقل عن عشرة آلاف كيلومتر مربع في بوليفيا بالقرب من حدودها مع باراغواي والبرازيل، وغالباً ما يتم إشعال حرائق في غابات الأمازون عمداً لإخلاء الأرض، وبعد أن يحصل قاطعو الخشب على ما يريدون، يحرق مضاربون ما يتبقى من نباتات لإخلاء الأرض على أمل بيعها للمزارعين، بلغت حرائق الغابات في كل أنحاء البرازيل أعلى مستوياتها منذ عام ٢٠٠٣م، وازدادت بنسبة ٨٤ % عام٢٠١٩م، وتُعد غابات الأمازون واحدة من المحميات الطبيعية التي تضم نباتات فريدة من نوعها وما يقرب من ١٦٠٠٠ نوع من الحيوانات وهناك أنواع أخرى مازالت تحت الاكتشاف.

ب . الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا: يعد حوض الكونغو ثاني أكبر غابة مطيرة استوائية في العالم بعد الأمازون، حيث تبلغ مساحته نحو مليوني كيلومتر مربع من الغابات الرطبة يقع في المقام الأول في جمهورية الكونغو الديمقراطية، تتميز الغابة المدارية المطيرة في أفريقيا بأنها تشبه غابة أمريكا الجنوبية لكنها أقل نمواً وتطوراً، وأقل غنى بالتنوع الحيوي من غابة الأمازون، وعلى غرار غابة الأمازون، تمتص غابات حوض الكونغو أطناناً من ثاني أوكسيد الكربون وعادة ما تسمى غابة حوض الكونغو الرئة الخضراء الثانية للكوكب بعد الأمازون، يعتبرها الخبراء وسيلة أساسية لمكافحة تغير المناخ، كما أنها تعد ملاذاً لأنواع مهددة بالانقراض. تتوزع الغابة في أفريقيا في ثلاث مناطق رئيسة هي النطاق المتقطع غير المستمر على طول سواحل غرب أفريقيا، والجزء الشمالي من حوض الكونغو، ومواضع متفرقة على طول سواحل شرق أفريقيا وعلى طول الساحل الشرقي لجزيرة مدغشقر.

وتضم آلاف الأنواع من النباتات الخضراء والحيوانات، وتُعد مأوى لبعض الكائنات النادرة، إذ إنها تحتوي على ٤٠٠ نوع من الثدييات، و٧٠٠ نوع من الأسماك، و١٠٠٠ نوع من الطيور و١٠

آلاف نوع مختلف من النباتات الاستوائية والتي ٣٠% منها عبارة عن نباتات استوائية متوطنة في الغابة.

تعُد الموطن الرئيس لأنواع متعددة من القرود منها الغوريلا الشرقية، وهي نوعان غوريلا السهل التي تعيش على ضفاف الأنهار في الغابون وزائير والكاميرون، وفي غابات شرق الكونغو، وغوريلا الجبال التي تعيش فوق جبال وهضاب الكونغو وأوغندا. وقرد الشمبانزي، وقرد الماندريل من القرود ضخمة الحجم، والقرد الأزرق وهو نوع فريد من القرود، وهو من قرود العالم القديم، كما تعيش في الغابة المدارية المطيرة في أفريقيا حيوانات ثدييات كبيرة مثل حيوان أوكابي، والزرافة التي تشهد أعدادها تراجعاً في ظل تدهور بيئاتها الطبيعية، وانتشار الأمراض، واستمرار صيدها وقطع رؤوسها، والنمر الأفريقي، والفيلة التي تشتهر بالقرون الطويلة من العاج تناقص أعدادها بسبب ممارسات الصيد غير المشروع من أجل اللحوم والعاج، وبونغو هو حيوان ثديي، ونوع كبير من الظباء، وفرس النهر القزم وهو حيوان نادر، ومن الحيوانات الآكلة للحوم حيوان الفوسا وهو يشبه القط في الشكل، وهو يُعد أكبر أنواع الثدييات آكلة اللحوم في مدغشقر. كما تشمل الغابات الأفريقية على أنواع متعددة من الطيور، وتوجد من الزواحف الثعابين مثل ثعابين البايثون، وثعبان المامبا وهو نوع من أنواع الافاعي السامة جداً، وهناك العديد من الضفادع منها الضفدع ذا العلامات المربعة لوجود مربعات على رأسه، والضفادع الأفريقية المخالب، والضفدع الأفريقي العملاق أو العلجوم الأفريقي، والحرباء المستوطنة، كذلك توجد الحشرات بأعداد ضخمة، حيث يوجد هنالك نحو ١٠٠ ألف نوعاً من الحشرات منها حشرة السراعيف العصوية الأَرَضَةُ أو النمل الأبيض، ومن القوارض فئران العشب المخططة، وزبابيات أفريقية الخلد الذهبي، وشيهم العالم القديم. تشمل الغابات المطيرة في مدغشقر على العديد من الحيوانات مثل حيوان الليمور، تواجدت الليمورات في جميع أنحاء الجزيرة قبل وصول البشر منذ ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠م عام، وهنالك ما يُقارب١٠٠ نوع من حيوان الليمور، ولكنها مهددة بالانقراض، الصورة ٥٦. حيوانات تعيش في الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا.

تشمل غابة أفريقيا العديد من الأشجار مثل الماهوجني الأفريقي، وشجرة القطن الحريري، ونخيل الزيت، وبعض الأشجار الحاملة للمطاط. كما تتميز بمظلة واضحة وطبقاتها المتميزة. ونباتاتها الهوائية والمتسلقة.



الصورة ٥٦. حيوانات تعيش في الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا

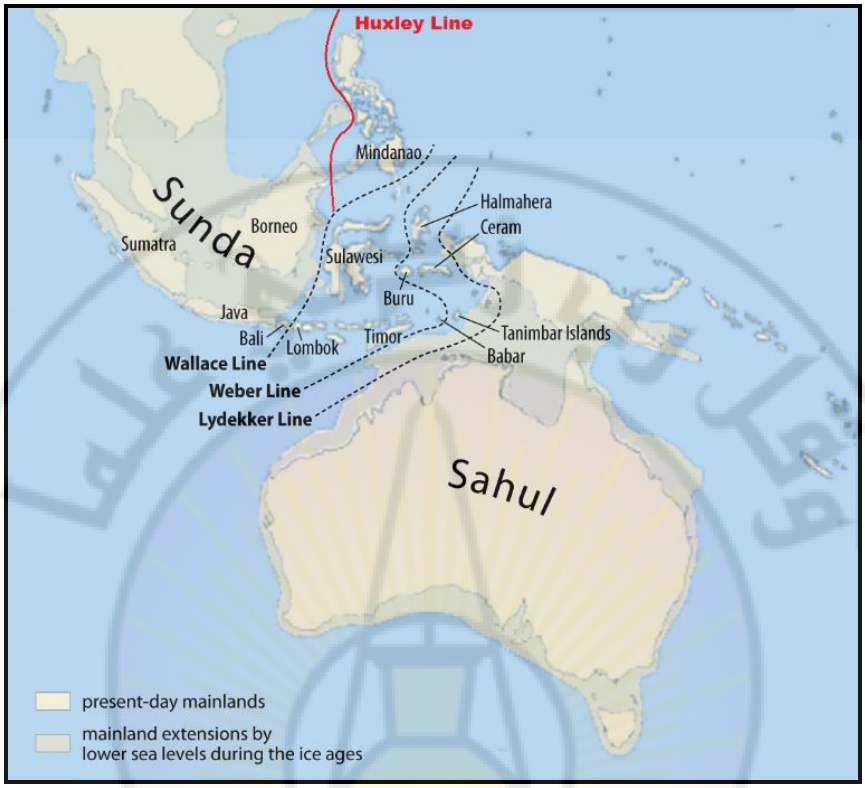
تشهد الغابة الإفريقية ظاهرة إزالة حيث يتم قطع الأشجار في أدغال إفريقيا والغابات الاستوائية بطرق غير شرعية، ويعتمد المزارعون المحليون على إنتاج الفحم كطوق نجاة لإطعام أسرهم، خاصة في مواسم الجفاف، ويتنقل منتجو الفحم النباتي ضمن مجموعات عائلية، حيث يقومون بتفحيم كافة الأشجار التي يمكنهم قطعها، كما تتعرض الغابة للحرائق بسبب الجفاف وتغيّر المناخ.

ج . الغابات الاستوائية المطيرة في إقليم والاسيا أرخبيل الملايو أو الإندونيسي . الماليزي: يعد ثاني أكبر مناطق الغابات المدارية المطيرة يشبه في تكوينه تكوين سابقيه الأمريكي والإفريقي إلى جانب أنماط خاصة بهذا الإقليم بسبب خصائص السطح والتربة والمناخ.

يحتوي **أرخبيل الملايو** (ماليزيا) على أكبر مجموعة من الجزر في العالم، ويمر خط الاستواء في وسط المجموعة، ويقع الأرخبيل بين جنوب شرقي آسيا واستراليا، إذ يضم نحو عشرين ألف جزيرة، ويضم الفلبين وإندونيسيا، بما في ذلك جزر سوندا، وجزر سوندا الكبرى، وجزر سوندا الصغرى، وتبلغ مساحة الأرخبيل ٢,٨٨٦,٢١٠كم٢. تغطي الغابات نصف مساحة إندونيسيا (١٧ ألف جزيرة) على اليابسة، ويوجد في الغابات المطيرة الاستوائية الإندونيسية تنوع كبير بالنباتات والحيوانات، وسبب هذا التنوع الكبير هو خط والاس الذي يقسم إندونيسيا إلى نطاقين

جغرافيين النطاق الأول نطاق متأثر بالحيوانات والنباتات الآسيوية، والنطاق الجغرافي الثاني المتأثر بالحيوانات والنباتات الأسترالية، وتنقسم النباتات والحيوانات في إندونيسيا من قبل خط والاس الذي يمتد بين بالي ولومبوك (سوندا الصغرى)، ويستمر باتجاه الشمال بين كليمنتان في جزيرة بورنيو، وسولاويزي الواقعة تقع بين جزيرة مالوكو وجزيرة بورنيو، وخط والاس عبارة قناة في المياه العميقة التي تمثل الحافة الجنوبية الشرقية بجرف سوندا الذي يربط بورنيو وبالي وجاوا وسومطرة تحت الماء بالبر الرئيس لجنوب شرق آسيا، وبالمثل فإن استراليا مرتبطة بواسطة جرف ساهول بغينيا الجديدة، الحدود الجغرافية الحيوية المعروفة باسم خط ليدكر، الذي يفصل الحافة الشرقية لوالاسيا عن المنطقة الاسترالية، والخريطة .٢٤. الحواف القارية لجزر سوندا وسوهول ووالاسيا هي المنطقة بينهما.

والاسيا أو والاكيا Wallacea هي تسمية لمجموعة بيوجغرافية تتكون بشكل رئيس من جزر إندونيسية مفصولة بمضائق المياه العميقة عن الجروف القارية لآسيا وأستراليا، بخط والاس، حيث تتشارك جزر السوندا الموجودة على الغرب من الخط، المشتملة على سومطرة وجاوة وبالي وبورنيو، المجموعة الحيوانية الثديية مع تلك الموجودة في شرق آسيا، والتي تشمل النمور والقردة ووحيد القرن، بينما الثدييات الموجودة في لومبوك والمناطق الممتدة باتجاه الشرق تسكنها الجرابيات والكظاميات (أحاديات المسلك) والطيور المشابهة لتلك الموجودة في المنطقة الأسترالية الآسيوية. وبالتالي نستنتج أنه كان عائقاً في المحيط يمنع هجرة الأنواع.



الخريطة ٢٤. الحواف القارية لسوندا وسوهول ووالاسيا

ومن أهم الحيوانات الأسيوية الموجودة بها هي حيوان التابير، والدب الشمسي، ووحيد القرن، والنمر، والفيل، والقرود، أما في الجزر الشرقية من إندونيسيا يوجد بها الحيوانات الأسترالية والتي من أهمها حيوانات الكنغر، وطائر الكاسواري (شبنم) طائر ضخم لا يطير، ومن أهم هذه المناطق الشرقية هي جزيرة سولاوسي، وجزيرة مالوكو، وجزيرة نوسا تنقارا.

هناك تنوع في الحياة البرية لإندونيسيا من حيث النباتات والحيوانات ويعود ذلك لمساحتها الكبيرة والمناخ الاستوائي وطبيعة تضاريسها المتنوعة ما بين غابات وسواحل وشواطئ وكثبان رملية وغيرها ما جعلها تقع في المرتبة الثانية بعد البرازيل من حيث التنوع الحيوي، تملك إندونيسيا الواقعة في جنوب شرق آسيا ثالث أكبر غابات استوائية في العالم بعد البرازيل والكونغو، وهي تشكل أحد أهم المواطن لأنواع نباتية وحيوانية نادرة، وللحفاظ على الحياة البرية في الغابات الإندونيسية تم إعلان حدائق وطنية كمحميات كبيرة في الأرخبيل والتي هي منتشرة على مساحات

واسعة من سومطرة، وبورنيو (كليمنتان)، سولاويسي، وبابوا. وتشمل أنواع المجموعة الحيوانية في غابات إندونيسيا الاستوائية، كما في الصورة ٥٧. منها:

الأنوا الجاموس القزم anoa، أصغر جاموس في العالم، مهدد بالانقراض بسبب الصيد المفرط. **والبابيروسة** حيوان ثدي شبيه بالخنزير متوطن في جزيرة سولاوسي والجزر المحيطة بها من جزيرة سولا، وجزيرة بورو. **ونمر سومطرة** هو الأصغر بين جميع أنواع النمور، يعيشون في جزيرة سومطرة، أنواعه مهددة بالانقراض، بسبب فقد الموائل والصيد غير المشروع. **وقرود المكاك السوداء** من فصيلة سعادين العالم القديم، وتُعد من فصائل الحيوانات المعرضة للانقراض. **والكوسكوس** حيوان ثديي من فئة الجرابي يعيش ويتكاثر في أستراليا والجزر القريبة منها وبابوا الإندونيسية، وهو نوع نادر من الجرابيات، **وقرود الترسير** أصغر الرئيسيات في العالم، حجمه فقط بين ١٠ و١٥ سم، ويزن نحو ٨٠ غراماً، **ووحيد القرن السومطري** أحد الثدييات الضخمة، ووحيد القرن الجاوي أُدرج على قائمة الأنواع المُعرضة للانقراض، **وغزلان الفأرة** أو غزال جاوة في إندونيسيا. **وقرد الأورانجوتان** Orangutan (إنسان الغابات) هناك نوعان إنسان الغابة البورنيوي ويسمى أيضاً بالقرد الأحمر، والنوع الأخر إنسان الغابة السومطري، **ودجاج أيام سيماني** هو نوع من أنواع الدجاج الإندونيسية النادرة. **والتنين كومودو** أكبر سحلية في العالم .



الصورة ٥٧. أنواع المجموعة الحيوانية في غابات إندونيسيا الاستوائية

تُعد والاسيا موطناً لأنواع من النباتات النادرة كما في الصورة ٥٨. نذكر بعض النباتات في غابات أرخبيل إندونيسيا الاستوائية:

زهرة رافليسيا أرنولدية Rafflesia arnoldii من أكبر الزهور في عالم النبات، حيث يصل قطرها لمتر ووزنها لـ ١١ كيلوغراماً، ليس لها جذور ولا أوراق ولا سيقان، حيث تتطفل على النباتات المحيطة بها، وتتمتع برائحة غريبة وكريهة ليس كالزهور الأخرى، إذ يطلق عليها تسمية زهرة الجثة وذلك لرائحتها القوية كرائحة الجثة. **ونبات دراكونكولاس فولجارز** Dracunculus vulgaris يطلق على هذه النبتة شجرة التنين هي عبارة عن ساق بنفسجية اللون مرتبط معها أوراق عديدة تتميز برائحتها الكريهة تتغذى هذه النبتة على الحشرات الطائرة. **وأشجار الصنوبر** Pinus تنمو في مناخ شبه استوائي في التلال الباردة من الجبال البركانية، **وأشجار الأوكالبتوس (الكينا)**Eucalyptus توجد أنواع قليلة منها، وهي أشجار بارزة في أستراليا، وفي والاسيا. **ونبات البوقية المخادع** (عشبة الأباريق البوقية الصفراء) Sarracenia flava rubricorpora الذي يأكل النمل. **وشجرة الجامبو** (البامبوزيا) Syzygium cumin وتُسمى تفاحة الورد، لأن ثمارها تشبه التفاح في شكلها. **وجوز الجندم** Garcinia mangostana. **ومسبحة البازلاء Rosary Pea** (عين العفريت) نبات متعرش يمكن أن يبلغ قمة الأشجار العالية، موطنه الأصلي إندونيسيا والمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في العالم.



الصورة ٥٨. بعض النباتات النادرة في غابات أرخبيل إندونيسيا الاستوائية

كما يُعد **أرخبيل الفليبين** من أغنى مناطق الغابات المدارية المطيرة في تنوعها الحيوي، حيث تغطي معظم الجزر الجبلية غابات استوائية مطيرة والتي هي بركانية في الأصل. تزخر الغابات

المطيرة الفليبينية بمجموعة واسعة من النباتات، قُدر عدد أنواع نباتية في الغابات المطيرة الفليبينية بنحو ١٣٥٠٠ نوع، منها ٣٢٠٠ فريدة من نوعها توجد فقط في هذه الجزر الفلبينية، الصورة .٥٩. أنواع نباتية في الغابات المطيرة الفليبينية. بما في ذلك الأنواع النادرة العديدة: السحلبيات، وزهرة رافليسيا، وقنب مانيلا (الأبكا) Abaca ، ونبات كرمة اليشم من النباتات النادرة، وأشجار جوز الهند، والبابايا Papaya، والأناناس Pineapple (تفاح الصنوبر) كما يسمونه بالفلبينية، وأشجار الرامبوتان Rambutan ، وأشجار دوريان Durian هي فاكهة شوكية استوائية حلوة المذاق ولكن لها رائحة مثل الجبن المتعفن، يلقبونها بطعم الجنة ورائحة النار. **وارتوكاربوس** Artocarpus blancoi، وتعني شجرة ثمر الخبز. وشجرة اللهب أو الشعلة الملتهبة، أو البونسيانا، Royal Poincianaor Flamboyant وشجرة الماهوجني الفلبيني.



الصورة .٥٩. أنواع نباتية في الغابات المطيرة الفليبينية

أما الحيوانات تشمل الأنواع المتوطنة الأيل الفلبيني المرقط Rusa alfredi وهو نوع من الأيل المهدد بالانقراض، والغزال الفأر الفلبيني (تراجولا) **Chevrotain**، وخنزير البابيروسا Babiroussa أكثر الخنازير بدائية، والليمور الطائر الفلبيني (كُولُجو Colugo) وهو حيوان جرابي، والعقاب الفلبيني، المعروف أيضا باسم العقاب آكل القردة، وطائر دراج بالاوان Palawan Peacock Pheasantd شبيه الطاووس، وزباد النخيل الآسيوي المهدد بالانقراض نتيجة إزالة الغابات وفقدانها للكثير من الموائل الطبيعية، وهناك عدة أنواع من الثعابين منها

الكوبرا الفلبينية، وهي من أكثر الأنواع سمية من خلال البصق، والأصلة البورمية وهى من الثعابين الكبيرة العاصرة غير سامة. الصورة .٦٠. حيوانات تعيش في الغابات المطيرة الفليبينية



الصورة .٦٠. حيوانات تعيش في الغابات المطيرة الفليبينية

غابات أشجار المانغروف: من أهم الملامح الرئيسة لهذا الإقليم غابات المانغروف، وهي مجموعة من النباتات الملحية تُمثل نمطاً خاصاً من أشجار دائمة الخضرة، ويراوح طول الأشجار ما بين ٥ إلى ٧ أمتار، ومن أفضل مناطق نموها المناطق الساحلية في كل من إندونيسيا وغينيا الجديدة والفلبين، حيث تمثل نحو ٧٥٪ من مساحة السواحل الاستوائية في العالم، وتستأثر إندونيسيا بسدس غابات المانغروف على مستوى العالم، حيث تحتل مساحة تُقدر بنحو ٣,٧ مليون هكتار، وتمتد غابات المانغروف مئات الكيلومترات بمحاذاة السواحل كما في سومطرة، وجاوة، وكليمنتان، وإيريان، وجاية. وتحتل ما يزيد على أربعة ملايين هكتار. الصورة .٦١. غابة أشجار المانغروف.



الصورة ٦١. غابة أشجار المانغروف

٦.١. تأثير الإنسان في الغابات الاستوائية المطيرة:

لعبت الغابات على مر العصور دوراً حضارياً وتاريخياً مهماً حيث كانت موطناً للعنصر البشرى منذ القدم. فعلى مر السنين لم يقطن الغابات المطيرة إلا القليل من الناس، ويقوم معظم هؤلاء بإخلاء مناطق صغيرة ليزرعوا مكانها المحاصيل حيث يقومون بقطع الأشجار وحرقها وزراعة البذور بين الرماد، لكن بعد سنوات قليلة لا تعطي الطبقة قليلة العمق من التربة محصولاً جيداً، حينئذ ينتقل المزارعون إلى مكان آخر وتبدأ هذه العملية من جديد، يمكن لهذا النوع من الزراعة المسماة زراعة القطع والحرق دعم حياة عدد قليل فقط من السكان، ولا يمارس بعض سكان الغابات المطيرة حرفة الزراعة، فالأقزام في الغابات المطيرة في وسط إفريقيا، على سبيل المثال، يعيشون على صيد الحيوانات البرية وجمع النباتات البرية والتجارة مع القبائل الزراعية .

أما اليوم يهدد النمو السريع لسكان العالم وزيادة الطلب على الموارد الطبيعية معظم الغابات الاستوائية المطيرة لما تحتويه من موارد طبيعية كأخشاب، ولب الورق، والمطاط الطبيعي، وكائنات حية متعددة، فقد قام الناس بتدمير مساحات كبيرة منها عن طريق قطع الأشجار لإنشاء المزارع والمدن، وتسببت أعمال التعدين الضخمة، وتربية الماشية، ومشروعات إنتاج الخشب في حدوث أضرار كبيرة، ويقدر العلماء أنه يتم تدمير نحو ٥,٥ إلى ٢٢ مليون هكتار من الغابات الاستوائية المطيرة سنوياً. كما أنهم يخشون أن تؤدي الزيادة في تدمير الغابات إلى القضاء على السكان المحليين ومئات الآلاف من أنواع النباتات والحيوانات.

وتعد حرائق الغابات الاستوائية المطيرة من أخطر المشكلات التي تواجهها الغابات المدارية المطيرة، وهناك عاملان أساسيان في نشوب مثل هذه الحرائق عوامل طبيعية لا دخل للإنسان فيها، مثل الرعد، والشرارات الناتجة عن حركة تدحرج الأحجار، والثورانات البركانية، والاشتعال الذاتي نتيجة درجة الحرارة العالية في مواسم الجفاف، وما يزيد من تأثيرها هو ارتباطها بهبوب عواصف قوية تعمل على انتشار النار بسرعة أكبر. إن الغابات المدارية المطرية على الرغم من مقاومتها للحرائق الطبيعية، إلاَّ أنها قد تصبح أكثر عرضة لهذه الحرائق خلال فترات الجفاف الشديد، فالارتفاع غير المسبوق لدرجة الحرارة من ١٠٠ عام أي من ١٨٢٠م حدث جفاف نتيجة عدم سقوط الأمطار ما يتسبب في جفاف الأوراق ومن ثم خروج غاز الميثان وتفاعله مع الأوراق فيسبب حرائق في الغابة.

أما العوامل البشرية: يكون الإنسان سببها، غالباً ما ترتبط الحرائق التي تحدث في الغابات المطيرة بالممارسات الزراعية، فالقطع والحرق هو أسلوب زراعي يتضمن قطع وحرق النباتات في الغابات لإيجاد الأراضي الزراعية، كما هو الحال لبعض القبائل كالأقزام في حوض نهر الكونغو في أفريقيا، والهنود الحمر في حوض نهر الأمازون، وقبائل أورانغ أسلي Orang Asli في جنوب الملايو، وغينيا الجديدة... التي تعتمد على استخدام تقنيات زراعية بسيطة، وتستخدم النار في حرق أشجار الغابات من أجل الزراعة وعندما تضعف خصوبة الأرض التي تمت زراعتها ينتقلون إلى منطقة أخرى.

يمكن لهذه الحرائق المتعمدة أن تخرج عن نطاق السيطرة ما يؤدي إلى كارثة بيئية، ومن الأمثلة على العوامل البشرية حرائق غابات إندونيسيا وهي مجموعة حرائق متتالية بدأت في عام ١٩٩٩م، وانتهت في عام ٢٠٠٥م، وامتدت على مساحات شاسعة في كل من كلمنتان وسومطرة وجاوة وغيرها، حيث أدت إلى تدمير مئات آلاف الكيلومترات من الغابات الإندونيسية، وذلك لإفساح المجال أمام زراعة أشجار نخيل الزيت، وكذلك توفير مساحات إضافية لإقامة مناطق سكنية جديدة لمواجهة متطلبات الزيادة السكانية، ولذا نجد أن الحرائق الضخمة تعد من أبرز الكوارث البيئية التي تشتهر بها إندونيسيا منذ مطلع القرن العشرين.

كانت الغابات الاستوائية في نهاية الثمانينيات من القرن العشرين تغطي مساحة تقدر بنحو ١٠مليون كم^2 تقريباً، يباد منها ما يقرب من ١٠٠,٠٠٠كم^2 كل عام، لقد تسبب قطع الأشجار بغرض التجارة لبيعها كأخشاب في دمار بيئي كبير، حيث تهدد عملية قطع أشجار الأخشاب

الصلدة، بانقراض بعض الأنواع، ومن الأنواع المعرضة لهذا الخطر أشجار التيك والزان والماهوجني والأخشاب الاستوائية الحمراء الأخرى... ويهدد هذا الأمر الكثير من الأصناف الحيوانية التي تعيش في إقليم الغابة المدارية المطيرة.

ففي دراسة أوردتها دورية (تغيَّر مناخ الطبيعة) أن إزالة الغابات في المنطقة المدارية تسهم في تفاقم ظاهرة الاحتباس درجة الحرارة، وتهدد إنتاج الغذاء في العالم عن طريق الإخلال بأنماط هطل الأمطار في أرجاء العالم، وقالت الدراسة التي أوردتها دورية (تغير مناخ الطبيعة) إنه بحلول عام ٢٠٥٠م، قد تؤدي عمليات إزالة الغابات إلى تراجع هطل الأمطار بالمناطق المدارية بنسبة ١٥% بما في ذلك مناطق الأمازون بأمريكا الجنوبية، وجنوب شرق آسيا، ووسط أفريقيا، وقد تؤدي إزالة الغابات المدارية بالكامل إلى زيادة في درجة حرارة الأرض قدرها ٠,٧م°.

كما أن إزالة الأشجار وزراعة محاصيل مكانها يؤدي إلى إطلاق غاز ثاني أوكسيد الكربون في الجو ما يسهم بدوره في إحداث الاحتباس درجة الحرارة، وأشارت الدراسة إلى أنه إذا استمرت أنشطة قطع الغابات على معدلاتها الحالية في منطقة الغابات المطيرة بالأمازون في أمريكا الجنوبية فإن محصول فول الصويا الذي تنتجه المنطقة قد يتراجع بنسبة ٢٥ % بحلول عام ٢٠٥٠م.

إن مسألة حماية وإدارة الغابات الاستوائية المطيرة لم تعد شأنا محلياً بالنسبة إلى الحكومات الوطنية، بل أصبحت محور الاهتمامات الدولية ومحل مناقشات واتفاقات دولية لوضع خطط لوقف تدمير هذه الغابات وتفعيل حلول ملموسة لمعالجة هذه الظاهرة.
وهناك الكثير من المحميات الطبيعية في إقليم الغابات الاستوائية المطيرة، وربما يُمكن القول أنه لا توجد دولة تخلو من محمية طبيعية على الأقل، فالغابات المطيرة من أكثر بقاع الأرض زخراً بالحياة، فهي ليست فقط مأوى لأنواع من النباتات والحيوانات الفريدة من نوعها، ولكنها أيضاً بمثابة الوطن لأولئك الذين يعيشون بين أشجارها الكثيفة.

خصصت إندونيسيا نحو ٤٤ من المتنزهات الوطنية كمحميات كبيرة في الأرخبيل والتي هي منتشرة على مساحات واسعة من سومطرة، وبورنيو (كاليمنتان)، وسولاويسي وبابوا...، تضم الحياة البرية الأكثر عرضة للانقراض، ومن المحميات الحيوية الأرخبيل الإندونيسي نذكر:

١. **حديقة بوابة الجحيم** حديقة (بوكيت لوانج الوطنية) في سومطرة تندرج تحت قائمة التراث العالمي للغابات الاستوائية المطيرة تعد الحديقة محمية طبيعية لحيوان إنسان الغابة.

٢. **حديقة تامان سفاري**، تقع غربي جاوة، تتميز بالتنوع الحيوي، حيث يستوطنها العديد من النباتات والحيوانات والطيور بعضها مهدد بالانقراض، كالنمور البنغالية، والزراف، ودب الملايو، والقرود، وفرس النهر، والحمار الوحشي، والفهد، وفيل سومطرة، وأرنب سومطرة المخطط، والسلحفاة جلدية الظهر.

٣. **حديقة تامان نيجارا** في ماليزية أول وأقدم منطقة محمية رسمية في ماليزيا، ومن أقدم الغابات المطيرة في العالم والتي يقدر عمرها بنحو ١٣٠ مليون سنة، تتسم بالتنوع الحيوي، ويعيش السكان في الغابة في تجمعات صغيرة يراوح عددها من ١٠ . ٣٠ فرد ويمارسون الصيد من أجل طعامهم،

٤. **حديقة بينانج الوطنية** مساحتها ما يقارب الـ ٢٠٠٠ هكتار من الغابات الكثيفة في ماليزيا، وهي عبَّارة عن محمية غابات طبيعية حيث أنها تحتوي على ٤١٧ نوعاً من الحياة النباتية و١٤٣ نوعاً من الحياة الحيوانية، بالإضافة إلى الأشجار الضخمة المعمرة، كما تضم أنواع متعددة ومتنوعة من أشجار المانغروف العملاقة بالإضافة الى العديد من أنواع الحيوانات البحرية والبرية والحشرات والطيور وغيرها، ومحمية بينانج تحتوي على بعض أنواع الفراشات الغريبة والنادرة والمُهددة بالانقراض.

٥. **محميات منطقة دافاو:** في جزيرة مينداناو جنوب الفلبين موطن للمحميات الطبيعية تحتوي على مجموعة من الحدائق البيئية، حديقة النسور، وحديقة الفراشات، وحديقة التماسيح ... ومحمية جبل آبو، وأعلى قمة فيه تبلغ ارتفاعها ٣٤١٢م، وتتميز قمته بأنّها قمة من البراكين شبه النشطة كما تحتوي جزيرة مينداناو على محمية طبيعية لمجموعة كبيرة من الطيور، ويمارس سكانها الزراعة، وأشهر محاصيلها البن والكاكاو...

أمَّا **المحميات الإفريقية:** متميزة في عظم مساحاتها التي تزيد عن مساحات بعض دول العالم كما تتميّز بتنوع الحيوانات والنباتات فيها وندرتها، منها:

١. **محمية لامبوبو العابرة للحدود** في إفريقيا تُعد محمية لامبوبو من أشهر المحميات الحيوانية الموجودة في العالم وأكبرها، تُقدر المساحة الإجمالية للحديقة العابرة للحدود نحو ٣٧,٥٧٢

كيلومتر مربع، تربط مجموعة من الحدائق الوطنية في جنوب أفريقيا وزيمبابوي وموزمبيق، وتحمي الحديقة تنوعاً كبيراً من الحياة البرية في منطقة إفريقيا الجنوبية، مثل الزرافات، والفيلة، والأسود، والجواميس، والنمر الأفريقي، ووحيد القرن الأبيض، وغيرها من الحيوانات، أما النباتات فقد تم إلحاق محمية صغيرة تهتم بالنباتات النادرة.

٢. **محمية كروجر الوطني** أكبر المنتزهات الوطنية في جنوب إفريقيا، يغطي مساحة تُقدر بنحو ١٨,٩٨٩ كيلومتر مربع، ويمتد لمسافة ٣٥٠ كم من الشمال إلى الجنوب، و٦٠ كم من الشرق إلى الغرب، يوجد فيه أكثر من ٥٠٠ فصيلة من الطيور، و١٠٠ من الزواحف، وما يقرب من ١٥٠ من الثدييات، ومواقع أثرية متعددة وتنوع كبير في الأشجار والزهور. حيث تسكن المحمية أنواع مختلفة من الحيوانات بعضها مهدد بالانقراض، كوحيد القرن الأسود، والإمبالا (الظبي الإفريقي)، والإيلاند نوع من الظباء من فصيلة البقريات... وتوجد في المحمية حيوانات لا يمكن أن توجد في مكان أخر بسبب ندرتها ومنها العقاب النوبي المهدد بالانقراض، والحبارى الكوري المميز بشكله وحجمه الكبير، والعقاب المقاتل...

٣. **محمية ماساي مارا الوطنية** في كينيا تبلغ مساحتها الكلية ١٥١٠ كم^{٢}، وهي واحدة من أهم وأكبر محميات أفريقيا، وتشتهر بوجود بعض الحيوانات المميزة مثل أسود الماساي، والنمور الأفريقية، والفهود التنزانية، وأعداد من حيوانات جنس الظباء ويشمل هذا كل من الغزلان والإمبالة والديكر، زرافة الماساي. وتحتوي المحمية على ٤٧٠ نوع من أنواع الطيور، والعديد منها من الطيور المهاجرة، مع وجود ٦٠ نوع من الطيور الجارحة، من أنواع النسور المختلفة. كما تتميز عن غيرها من محميات أفريقيا بوجود الهجرات الجماعية للحيوانات البرية السنوية مثل هجرات الحمير الوحشية، وغزال طومسون، وحيوان النّو (التيتل الأفريقي) ...

٤. **متنزه سيرينغيتي الوطني** في تنزانيا واحد من مواقع التراث العالمي، يغطي مساحة ١٥ ألف كم^{٢}، ويضم المتنزه مخزوناً غنياً من الحيوانات البرية، منها الأسد، والفهد، والفيل، والجاموس، والكركدن الأسود.

٥. **محمية نجورو نجورو** التي كانت جزءاً من منتزه سيرنغيتي الوطنية عندما تم إنشاؤها، وتضم مجموعة واسعة من الحيوانات البرية المهددة بالانقراض مثل الكركدن الأسود، وإلى الجنوب الغربي منه يقع محمية ماسوا الطبيعية. وفي كل عام عندما يحل موسم الجفاف، تهاجر مئات الآلاف من الحيوانات البرية بحثاً عن العشب الطازج.

ومن **محميات القارة الأمريكية** نذكر:

١. محمية بانتنال يقع الجزء الأكبر من هذه المحمية في البرازيل، بينما تمتلك كل من دولتي بوليفيا والباراغواي على أجزاء بسيطة من المحمية، تبلغ مساحتها الإجمالية ١٨٧٨١٨هكتاراً، تُعد واحدة من أكبر المناطق الرطبة الاستوائية (مستنقعات) في العالم، تحيطه بها الجبال المرتفعة من كل جانب تتدفق مياه الأمطار من هذه المرتفعات إلى بانتانال، فتغرق الكثير من المناطق المنخفضة فتكون جزراً صغيرة، تنمو حولها نباتات استوائية تنجذب إليها الحيوانات، ومن أندر الحيوانات التي تعيش في الأراضي الرطبة هي الغزلان المستنقعية، وثعلب النهر العملاق، وهي موطن للأنواع التالية المهددة بالانقراض الببغاء، وآكل النمل العملاق، وتمساح الكايمان أكبر الحيوانات المفترسة في الأمازون، والجاكوار النمر الأمريكي، وبعض الزواحف مثل تيجو الكولومبي (تيجو الذهبي)، والسلحفاة حمراء القدم، وثعبان الأناكوندا الصفراء، والعديد من الطيور بلشون أغامي ...

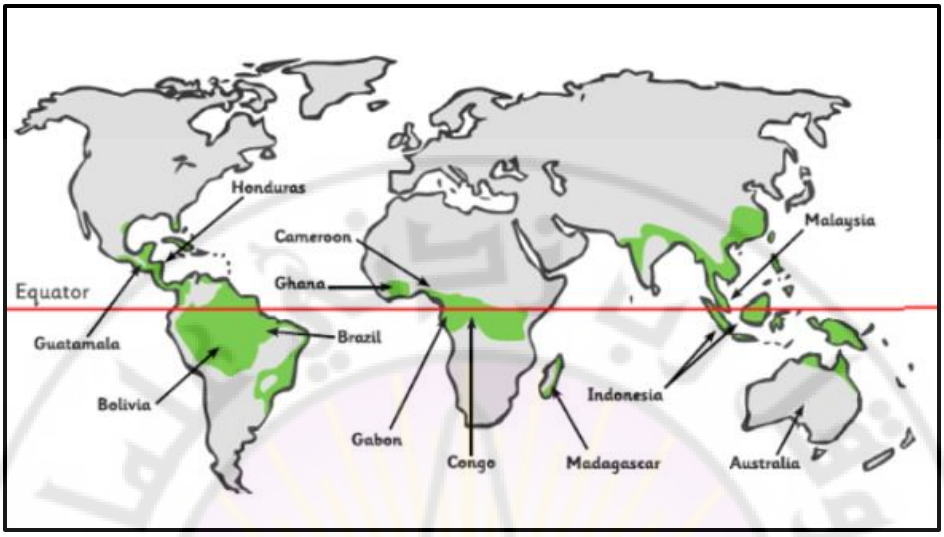
٢. حديقة تيجوكا الوطنية غابة مطيرة استوائية في ريو دي جانيرو البرازيل، تغطي الحديقة مساحة ٣٢ كم^{٢}، تحتوي هذه الحديقة على مساحات خضراء واسعة حيث كانت جزءاً من الغابات المطيرة الأطلسية التي تمتد من جنوب البرازيل إلى الشمال قبل قطعها وإعادة تطويرها لإنتاج القهوة وقصب السكر، موطن لمئات الأنواع من النباتات والحياة البرية، والعديد منها فريدة من نوعها في المنطقة وتواجه الانقراض.

٢. إقليم الغابات المدارية الموسمية (seasonal tropical forests)

يطلق عليه أحياناً اسم غابات السافانا Savanna Forests وتُعرف أيضاً بالغابات الرطبة المتساقطة الأوراق أو الغابات الاستوائية الموسمية، وهي تمثل مرحلة انتقال بين الغابات الاستوائية المطيرة من جهة والسافانا من جهة أخرى. فهي نمط من أنماط الأقاليم الموسمية ذات المطر الصيفي ودرجة الحرارة المرتفعة، ويُسميها البعض بالغابات الموسمية لأنه يتمثل فيها المناخ الموسمي. تتميز هذه الغابات عن الغابات المدارية الاستوائية المطيرة بأن كثيراً من أشجارها ونباتاتها تسقط أوراقها أو تتوقف عن النمو في فصل الجفاف، وأشجارها تكون أقل ارتفاعاً وأكثر تباعداً منها في الغابات المطيرة، كما أن الكثير منها يتفرع بالقرب من سطح الأرض، وتتغطى أرضها بكثير من الشجيرات والحشائش التي تجعل التنقل داخل الغابة أمراً صعب في كثير من الأحيان.

١.٢. التوزع الجغرافي:

يمتد بين دائرتي العرض ١٠° و٢٠° شمال وجنوب خط الاستواء، يتركز هذا الإقليم في المناطق التي تمتع بالمناخ الموسمي، وتتوزع في العالم على النحو التالي في **قارة آسيا:** يضم معظم أجزاء شبه الجزيرة الهندية خاصة سواحلها، والصين الهندية (بورما وتايلاند وفيتنام) وجزر الفلبين. **وفي قارة أمريكا الشمالية:** يضم جنوبي شرقي الولايات المتحدة، وحول خليج المكسيك، وشرق أمريكا الوسطى، وجزر الهند الغربية ووسط وشرقي كوبا. وفي **قارة أمريكا الجنوبية:** يضم شرقي البرازيل، وأجزاء من كولومبيا، وفنزويلا، وفي **قارة إفريقيا:** يضم هضبة الحبشة، وشرقي مدغشقر، وساحل موزمبيق، وجنوب السودان، وفي وسط إفريقيا في المناطق الانتقالية بين الغابات الاستوائية وإقليم السافانا، وفي شمال **استراليا** وشمالها الشرقي. الخريطة . ٢٥. أقاليم الغابة الموسمية.



الخريطة .٢٥. إقليم الغابات المدارية الموسمية

٢.٢. الخصائص المناخية: يتميز إقليم الغابات المدارية الموسمية بوجود فصل شتاء جاف واضح، وفصل صيف طويل حار غزير المطر، مما يعنى أن هذا يختلف عن الإقليم السابق بوجود فترة جفاف واضحة، تستمر لبضعة شهور، وتتفق مع فصل درجة الحرارة المنخفضة نسبياً، وتمتد هذه الفترة لمدة تصل إلى ما بين ٣ و٥ شهور، تراوح كمية الأمطار بين ١٠١٦ . ٢٥٤٠/ ملم، وتزيد في بعض المناطق كما في كلكتا في الهند حيث يبلغ المتوسط ٤٥٠٠/ ملم، ويتركز هطلها في فصل الصيف، أما درجة الحرارة فهي مرتفعة وعلى مدار السنة، ففي أشهر الصيف تصل درجة الحرارة إلى ٢٧ م°، ونادراً ما تنخفض درجة الحرارة في أشهر الشتاء إلى أقل من ٢١ م°، ولكنها تختلف عن الأقاليم الاستوائية في أن المدى الحرارى السنوي واليومي مرتفعان حيث يبلغ المدى السنوي نحو ١٠م°، وذلك لأن الابتعاد عن خط الاستواء في اتجاه المدارين يؤثر في مجمل العناصر المناخية، فكلما ابتعدنا عن خط الاستواء يزيد طول فترة الجفاف مع انخفاض درجة الحرارة وقلة كمية الأمطار، كما يتسم بوجود بعض التغيرات الفصلية، ومن ثم فإن طبيعة الكائنات الحية في هذا الإقليم ستتأثر بالفصلية.

٢ـ٣. الخصائص الحيوية في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتصف الكائنات الحية في الإقليم بخصائص معينة تعكس الخصائص البيئية ودرجة تلائم هذه الكائنات الحية مع بيئتها الطبيعية ويعد فصل الجفاف المميز لهذا الإقليم العامل الحاسم في الكثير من الخصائص الحيوية.

أ . الحياة النباتية في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

نستطيع أن نجمل بعض الخصائص النباتية التي تميز إقليم الغابات الموسمية عن إقليم الغابات الاستوائية المطيرة بالآتي:

❖ يتميز الغطاء النباتي في إقليم الغابات الموسمية بأنه أقل كثافة من إقليم الغابات الاستوائية المطيرة، مع وجود تباين في كثافة الغطاء النباتي، حيث تزداد الكثافة في المناطق الساحلية التي تتلقى معدل أمطار أعلى.

❖ الغابات الموسمية هي غابات نفضية يسميها البعض الغابات المدارية النفضية تمييزاً لها عن الغابات المدارية دائمة الخضرة، إذ ترتبط الحياة في إقليم الغابات الموسمية المتغيرة ارتباطاً وثيقاً بالتغيرات المناخية الموسمية، خلال موسم الجفاف تتخلص النباتات من أوراقها، كما تبقى الأشجار والشجيرات القصيرة والتي تُكوِّن الطابق السفلي من الغابة خضراء.

❖ تركيب الغابات الموسمية نتيجة قلة كمية الأمطار وطول فترة الجفاف، ظهرت بهذا الإقليم أنماط نباتية مختلفة تتمثل بنمطين من الغابات المدارية:

١. غابات مدارية ذات خضرة شبه دائمة (الغابات المدارية شبة النفضية) وتوجد في المناطق التي يراوح فيها فصل الجفاف من شهر إلى ثلاثة، وفي هذه الغابات تسقط أوراق الأشجار المكونة للطوابق العلوية دون غيرها، أما الأشجار والشجيرات المكونة للطوابق السفلية فتبقى دائمة الخضرة، ولذلك توصف هذه الغابات بأنها ذات خضرة شبه دائمة.

٢. غابات مدارية رطبة متساقطة الأوراق (الغابات المدارية النفضية) وتنتشر في المناطق ذات الصيف المطير والشتاء الجاف، وفترة الفصل الجاف أكثر من ثلاث أشهر، تتألف من أشجار أقل كثافة من السابقة، أما الغطاء العشبي كثيف، وتوجد هذه الغابات في شرقي أفريقيا وتعرف في الهند بالغابات الموسمية.

❖ الغابات الموسمية عبَّارة عن غابات مفتوحة، تتسع المسافات بين أشجارها، لا تتمتع بسقف أو تاج متصل من الخضرة، ويتيح قلة المتسلقات والعكازيات فرصة أكبر للضوء في أن يتغلغل

إلى أرضية الغابة، مما يؤدي إلى كثرة النمو الأرضي، والذي يظهر على شكل الأدغال والأنجم، ما يجعل اختراقها أصعب من اختراق الغابة الاستوائية المطيرة.

- ❖ قلة تنوع الأشجار، حيث الكثير من الأشجار ذات النوع الواحد تتركز في مساحة كبيرة، كما هو الحال في أشجار الساج والخيزران في جنوب شرق آسيا حيث تسود في مساحات واسعة.
- ❖ غابات هذا الإقليم ذات أهمية تجارية كبرى، اقتطع الإنسان مساحات كبيرة منها ليحل محلها زراعة المحاصيل المدارية مثل قصب السكر، والرز، والمطاط، والقطن، والشاي... حيث لم يبق منها إلا مساحات محدودة في أماكن منعزلة ووعرة.
- ❖ الغطاء النباتي هنا لا يُمثل الذروة الحقيقة بل هي مجتمع متدهور بسبب الحرائق، والتدخل البشري، لذلك تُعد من الغابات الأولية والثانوية بشكل خاص في شبه القارة الهندية.

التطبق النباتي في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتميز الغابات المدارية الموسمية بوجود ثلاث طبقات نباتية، وكل طبقة عبارة عن مجتمع حيوي فريد من نوعه يحتوي على نباتات وحيوانات مختلفة تتكيف مع الحياة في تلك الطبقات المعينة.

١. **الطبقة السفلية أرض الغابة**، طبقة عشبية سميكة تغطي سطح الأرض، تكيفت مع الإضاءة المنخفضة، وتسمح هذه النوعية من النباتات بسهولة الحركة من الحيوانات الكبيرة مثل: ذوات الحوافر مثل الأكاب، والتابير، ووحيد القرن السومطري، والقرود، وكذلك العديد من أنواع الزواحف والبرمائيات والحشرات، كما تحتوي أرض الغابة على النباتات المتحللة، والعديد من أشكال الفطريات تساعد في تحلل فضلات الحيوانات والنباتات.

٢. **طبقة الشجيرات** تقع الطبقة الشجيرية بين المظلة وأرضية الغابة، يتكون الغطاء النباتي في هذه الطبقة عموماً من الشجيرات التي تتحمل الظلال، والكروم الخشبية التي تتسلق الأشجار لالتقاط أشعة الشمس، ومن الشجيرات السرخسيات، والأركيدات، وهي موطن لعدد من الطيور والثدييات الصغيرة والحشرات والزواحف والحيوانات المفترسة

٣. **طبقة المظلة** هي الطبقة الأساسية للغابة التي تشكل سقفاً فوق الطبقتين تحتوي على غالبية الأشجار، ويراوح ارتفاعها بين ٣٠ و٤٥ م، وتتميز في كثير من الأحيان بوجود نباتات متسلقة نبات ليانا.

ومن أهم أنواع أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية:

▪ **شجرة الساج (التيك) teak** (Tectona grandis) يمكن اعتبار أشجار هذا النوع مكوناً أساسياً في الغابات الموسمية في الهند، وبورما، وتايلاند، والمناطق الجافة نسبياً في جاوة الشرقية، حيث لا تزال هناك بقع صغيرة من غابات المناطق الطبيعية، تتساقط أوراقها في موسم الجفاف ثم تعيد نموها في موسم الأمطار، ذات أخشاب صلبة، يصل ارتفاعها أحياناً إلى ٤٥م، تحتوي على زيوت تحمي الشجرة، من العوامل الجوية، والتعفن. ولأخشاب التيك قيمة كبيرة في صناعة السفن، وفي صنع الأثاث، وتُستخدم أوراق التيك في سقف البيوت، وفي إنتاج مواد التغليف.

▪ **شجرة البامبو bamboo** تعرف أيضاً باسم الخيزران، وهذا الاسم يُطلق على ما يقارب ألف نوع من أنواع الأعشاب والشجيرات ذات الأغصان العملاقة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٣٧ متراً، وأغلبها تكون بأغصان مجوفة ومقسمة إلى مفاصل أو عقد، وقد استخدمت شجرة البامبو منذ القدم في العديد من الأشياء، حيث استخدمها الصينيون لصناعة الورق وصناعة الأثاث المنزلي، وتعد من أفضل النباتات التي تنقي الهواء، لأنها تطلق ٣٠% من الأوكسجين إلى الغلاف الجوي، وتمتص نسبة أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بغيرها من النباتات، وتُعد غذاءً أساسياً للكثير من الحيوانات، فبراعم الخيزران اللينة، والأوراق مصدر الغذاء الرئيس لدب الباندا العملاق في الصين، ودب الباندا الحمراء في نيبال، وليمور الخيزران في مدغشقر، والغوريلا الجبلية، ويرقات (ديدان) الخيزران التي تعيش على سيقان النبات، وتتغذى على لب الخيزران، في المقابل تُعد هذه اليرقات طعاماً شهياً، في لاوس، وميانمار، وتايلاند، والصين.

▪ **شجرة التين البنغالي** أو فيكس بنغالي Ficus benghalensis أو الرولة شجرة دائمة الخضرة، وتبدو الشجرة الواحدة من أشجار التين البنغالي كأنها أشجار متجمعة بعضها مع بعض وذلك لأن لهذه الشجرة عدة جذوع، وقد يصل ارتفاعها إلى ٣٠ متر، تتدلى من فروعها جذور هوائية لا تلبث أن تصل الأرض وتنغرس فيها مكونة دعامة للأفرع ما يزيد من قطر الشجرة وقد يصل قطرها إلى ١٥٠ متر، ومساحة أعلى الشجرة (التاج) قد تصل إلى ٦٠٠ متر. تستخدم ثمار التين البنغالي في صناعة الحلوى التقليدية الهندية.

▪ **شجرة اللبخ** lebbeck (Albizia lebbeck) **(ألبيزيا ليبيك)** شجرة كبيرة متساقطة الأوراق، موطنها الأصلي الهند، حيث أنها ممتدة من الهملايا إلى بورما، تنمو الشجرة إلى ارتفاع يراوح ما بين ١٨ . ٥٠ متراً، ويراوح قطر الساق من ٥٠ سم إلى المتر الواحد، وتُعرف الشجرة أنها مثبتة

للنيتروجين وذات قيمة عالية للتظليل، ولحاء الشجرة يشتهر في الطب الشعبي في علاج بعض الأمراض (آلام المغص والبطن)، كما أنه يحتوي على نسبة عالية من التانين[1] المستخدم في صناعة الجلود، وتزرع الشجرة في شمال تايلاند في مشاريع إعادة التحريج لاستعادة الغابات الأصلية.

▪ **ألبيزيا سامان Samanea saman**: سميت شجرة المطر Rain tree بسبب الاعتقاد أنها تجلب الأمطار، هي شجرة دائمة الخضرة، موطنها الأصلي قارة أمريكا الجنوبية، تنمو في معظم البيئات بالنظر إلى قوة النبات وقدرته على التكيف، يصل ارتفاعها إلى نحو ٣٠م، ثمارها ذات مذاق أقرب للحلاوة وهي مستساغة من قبل السناجب، وتستخدم في كثير من مناطق نموها الطبيعية كعلف للمواشي وخاصة الخيل، وتُستخدم في الطب التقليدي في بعض دول أمريكا الجنوبية والقارة الهندية، كما تستخدم أخشابها في النحت حيث تتميز بقابليتها الكبيرة للتشكيل.

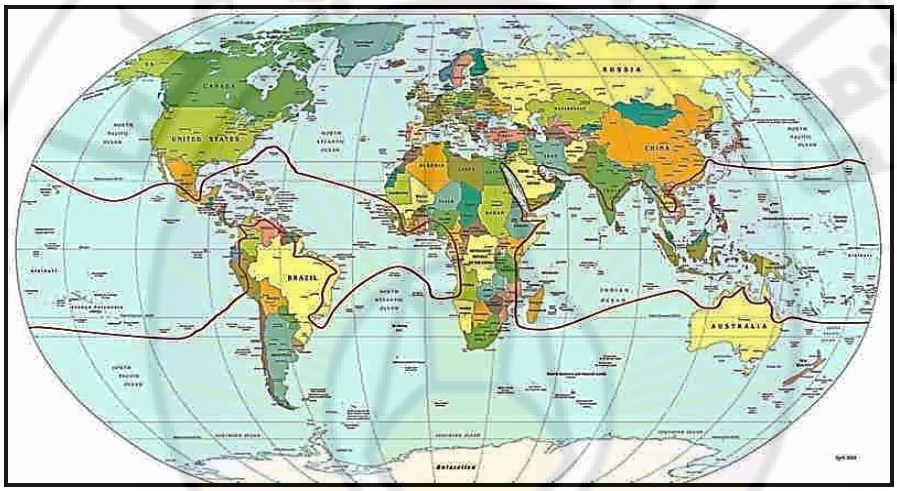
▪ **شجرة الكافور** أو الأوكالبتوس Eucalyptus من الفصيلة الغارية من الأشجار الخشبية المهمة التي تدخل في كثير من الصناعات الخشبية في العالم، أشجار دائمة الخضرة ذات جذع عريض، عند فرك أوراقها تنطلق منها رائحة منعشة ناتجة عن انبعاث زيت الأوكالبتوس، وهناك أكثر من ٦٠٠ نوع، لكن القليل منه ينمو طبيعياً، والمواطن الأصلية لهذه الشجرة في الفلبين، وماليزيا، وجزر المحيط الهادئ، ولاسيما جزيرة تايوان حيث يكوّن نوع الكافور التايواني العطري غابات حقيقية على جبالها، كما تنتشر غابات الكافور على مساحات كبيرة في جنوبي اليابان إلى فيتنام، كما تنتشر في أستراليا وتُسمي أشجار الصمغ، لأن الثمار تفرز صمغاً راتينجياً لزجاً، استخدم الكافور كتوابل للطهي، والبخور، وكدواء، طارد للحشرات، وفي صناعة الأثاث.

▪ **أشجار نخيل الزيت**: من أهم أنوعه: **شجرة نخيل الزيت الافريقي** Elacis Gumeersis ايليس جينسس، شجرة ضخمة يمكن أن يصل ارتفاعها من ٢٠ إلى ٣٠ متراً، موطنها غرب أفريقيا الاستوائية في غامبيا، وانغولا، ونيجيريا، والكونغو، وتنمو أيضاً في ماليزيا وأمريكا الوسطى (البرازيل) وإندونيسيا، وبسبب أهميتها الاقتصادية كمصدر للزيوت الصالحة للأكل، تم نقل بعض ثمار النخيل إلى الأمريكيتين، وثمرة نخيل الزيت تشبه إلى حد كبير ثمار التمر (البلح) إلاَّ إنها غنية بالزيوت، والدهون النباتية بدلاً من السكريات الطبيعية، **وشجرة نخيل جوز الهند** Cocos Mueifera يبلغ طولها ٣٠ متراً، وتُعد واحدة من النباتات الأكثر شيوعاً في

---

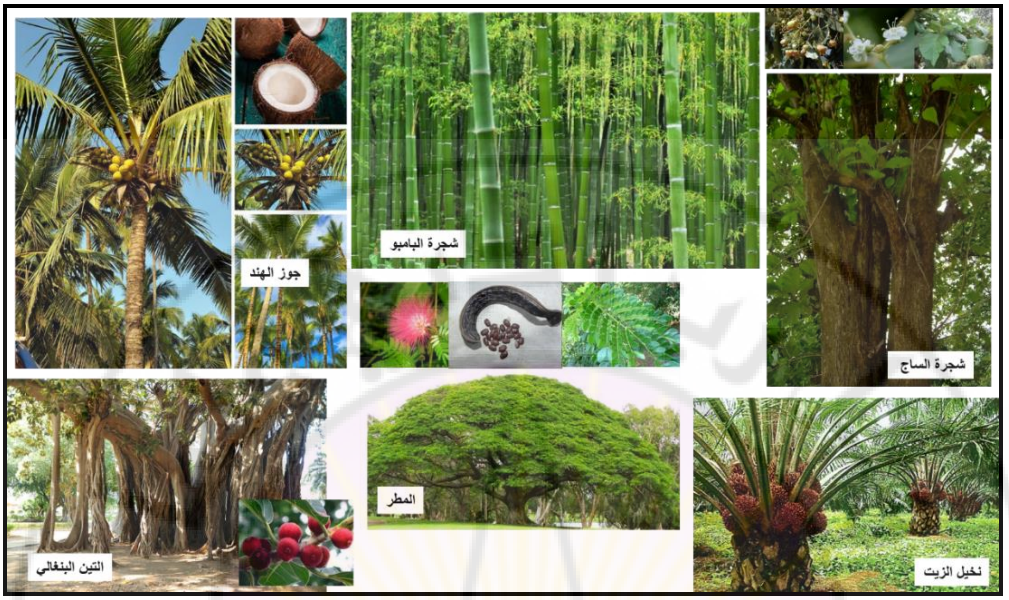
١ . التانين Tannin مادة قابضة تحتوي على العفص تستخدم في تسمير ودباغة جلود الحيوانات، كما يستخدم في علاج الإمساك، ويُستخدم أيضاً مثبت للون أو الصبغة، وفي صناعة الحبر.

المناطق المدارية تنمو بجانب الشواطئ، ويعد موطنها الأصلي أرخبيل الملايو، والمناطق المدارية في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، في إفريقيا والهند وماليزيا والفلبين، تنتشر بذور جوز الهند وثمارها بوساطة التيارات المائية المحيطية حول العالم، فثمرة جوز الهند مقاوم للماء، ويمكن أن تطفو عبر الأمواج، ويحملها تيار المحيط إلى قارات وجزر أخرى، وهكذا يمكنها أن تصل الى أماكن بعيدة عن مكانها الأصلي على مسافة تصل إلى ٥ آلاف كيلومتر، وتوضح الخريطة ٢٦. حركة ثمار نخيل جوز الهند بوساطة التيارات البحرية السائدة.



الخريطة ٢٦. حركة ثمار نخيل جوز الهند بوساطة التيارات البحرية السائدة

ويستخلص من ثمارها زيوت، كما أن ثمارها تؤكل طازجة وتدخل في الكثير من الصناعات الغذائية والصناعية، أما على صعيد الوطن العربي فينحصر وجودها في منطقة ظفار في سلطنة عمان. الصورة ٦٢. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية.



الصورة .٦٢. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية

▪ **شجرة الجاكرندا** تسمى أيضاً بشجر الأبنوس الأخضر، وهي شجرة متساقطة الأوراق يصل طولها إلى علو ١٨ متر وأكثر، في موطنها الأصلي البرازيل، وتوجد في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، وتضم نحو ٤٥ نوع ما بين الأشجار والشجيرات، وتتميز بخشبها القوي والمتين، ويعطي رائحة عطرية مميزة بعد نزول المطر، تُستخدم أخشابها في عمل الأثاث، وعمليات النحت، وعمل الأصابع السوداء لآلة البيانو. انتشرت زراعتها على نطاق واسع في عدة أماكن في العالم بسبب أزهارها الزرقاء الجذابة.

▪ **نبات الياسمين الهندي أو البلوميريا Plumeria** الموطن الأصلي لها قارة آسيا (جنوب وجنوب شرق آسيا)، كما يزرع في المناطق المدارية من العالم، البلوميريا من الأشجار نصف متساقطة الأوراق، حيث أنها تزهر على مدار العالم، وتنمو لتصل إلى ٧م طولاً، أزهارها لها عدة ألوان، ولها رائحة عطرية جميلة، وله أهمية اقتصادية حيث تصنع منه بعض المركبات الطبية، والعطور.

▪ **شجرة الصندل** Santalum album شجرة دائمة الخضرة معظمها من طفيليات الجذر يراوح ارتفاعها بين ٨ . ١٠م، يتطفل على الأشجار القريبة فيتعلق عليها، وخشب الصندل هو ثاني أكثر الأخشاب قيمة بعد خشب الأبنوس الأفريقي. موطنها الأصلي إندونيسيا ومنها دخلت الهند، كما أنها توجد في جنوب شرق آسيا. ويستخدم خشبها في صناعة العطور وأنواع الصابون

والشموع وصنع الأثاث، والبخور، كما لخشب الصندل مكانة خاصة في الطقوس الدينية الهندوسية، ويستخلص الزيت من الجذور ومن السوق لذلك تقتلع الأشجار من جذورها.

- **شجرة الصندل الأنغولي** Pterocarpus angolensis أو ما يعرف بشجرة الدماء، التي تنمو في جنوب أفريقيا، يرجع تسميتها إلى السائل الأحمر اللون الذي يخرج منها عند قطع جذوعها والذي يشبه الدماء. وتلك الشجرة من نوع خشب الساج الأصلي، حيث يعتبر أهالي المنطقة هذا النوع من الأشجار علاجاً طبيعياً وبديلاً للأدوية في حالات الملاريا ومشكلات المعدة ما أدى إلى انخفاض عددها. الصورة .٦٣. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية.



الصورة .٦٣. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية

ب . الحياة الحيوانية في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتميز الحياة الحيوانية في هذه الغابات بالغنى النسبي، وتشبه الأحياء الحيوانية في هذه الغابات أحياء الغابات الاستوائية، وأكثر أنواع الحيوانات انتشاراً هي الحيوانات آكلة العشب ومن أهمها الفيل، والجاموس البري، والخرتيت أو وحيد القرن، والغزال، والخنازير البرية والظباء والحمر الوحشية، إلى جانبها الحيوانات آكلة اللحوم أهمها الأسود، والنمور، والذئاب، وهي حيوانات قادمة من منطقة السافانا المجاور (حيوانات دخيلة) عندما يقل الغذاء والماء فيها في فصل الجفاف، ويعيش العديد من القوارض وأكثرها تنوعاً السناجب ومنها السناجب العملاقة التي تعيش في أعالي الغابة على علو يصل إلى ٤٠م، وسناجب ذيل الحصان، وسنجاب النخيل الآسيوي

المخطط، والسنجاب الأسود العملاق، ويمكن العثور على النيص الكبير، وفأر القردة الكبير هو نوع من القوارض، وقط الزباد ينتج عن طريق غدد العجان مادة ذات رائحة تسمى الزباد، تُستخدم في تثبيت روائح العطور يتم الحصول على تلك المادة بقتل قط الزباد. كذلك الطيور التي تتسم بألوانها الزاهية ومن أشهر الطيور الطاووس حيث تعد هذه الغابة الموطن الرئيسي له، ودجاج الغابة (كالوس جالوس) Gallus gallus التي تتخذ من أجمات الخيزران مأوى لها، والببغاء الآسيوي (بسيتاكولا)... ومن الحشرات الفراشات والبعوض وذبابة تسي تسي كما نجد مجموعة من الزواحف البرية مثل السحالي والحيات ومعظمها من الأنواع السامة، والسلاحف، والتماسيح... وبعض الحيوانات الثديية الصغيرة المتسلقة مثل القرود والنسانيس، والباندا، وهابالمور Hapalemur ، المعروف باسم ليمور الخيزران، وهي مهددة بالانقراض بسبب فقدان الموائل والصيد الجائر.

ج . تأثير الإنسان في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

يعد إقليم الغابات المدارية الموسمية أكثر أقاليم العالم ازدحاماً بالسكان، حيث شهد الإقليم نمواً سريعاً في السكان، والنشاط الاقتصادي، أدى ذلك إلى ازدياد الطلب على الموارد الطبيعية، حيث دمر الإنسان جزءاً كبيراً من هذه الغابات، فقطع الأشجار للحصول على الأخشاب لاستخدامها في الصناعات الخشبية المُتعددة، كما حول معظم أراضيها إلى أرض زراعية، ما تسبب في حدوث تحول شامل في أنظمته البيئية الطبيعية، وقد تحول الكثير من الغابات الموسمية منذ زمن بعيد إلى إنتاج بعض المحاصيل المهمة مثل الرز والقطن، وقصب السكر، والتوابل، والبن، وشجيرات الشاي، والتوت، والتبغ، والموز، ونخيل الزيت، والذرة الرفيعة، والمطاط ... في موقع الغابات المقطوعة. وتسبب تدمير الغابات المدارية الموسمية في عدة مشكلات بيئية أهمها انقراض العديد من الأنواع الحية، نتيجة فقدان موائلها الطبيعية، فعلى سبيل المثال أصبح دب الباندا العملاق على قائمة الحيوانات المهددة بالانقراض لقلة أشجار الخيزران بسبب عمليات القطع أصبح دب الباندا العملاق يواجه خطر فقدان مصدر الغذاء الرئيس ما يُعرضه لخطر الانقراض.

كما قام الإنسان بحرق مساحات واسعة من الغابة لتوفير أراضي زراعية فعلى سبيل المثال الحرائق التي اندلعت في غابة الخيزران في جبل كينيا التي تمثل موطناً لأكبر غابة بامبو (الخيزران) في العالم، حيث لجأ مزارعي الماريجوانا في شهر نيسان ٢٠١٩م إلى حرق مساحات

من الغابة بهدف توفير مساحات لزراعة الماريجوانا (القنب الهندي نبات علاجي له تأثير مخدر) ما أدى إلى تدمير عشرات الآلاف من الهكتارات في الغابة. كما شهدت غابات اندونيسيا مجموعة حرائق متتالية بدأت في عام ١٩٩٩م وانتهت في عام ٢٠٠٥م، وامتدت على مساحات شاسعة في كل من كلمنتان وسومطرة وجاوة وغيرها، حيث أدت إلى تدمير مئات الآلاف من الكيلومترات من الغابات الإندونيسية وذلك لإفساح المجال أمام زراعة أشجار نخيل الزيت، وكذلك لتوفير مساحات إضافية لإقامة مناطق سكنية جديدة لمواجهة متطلبات الزيادة السكانية.

فإزالة الغابات في المنطقة المدارية بنصف الكرة الجنوبي أحد أهم أسباب تفاقم ظاهرة الاحتباس درجة الحرارة، وتسريع التغير المناخي، وتهديد إنتاج الغذاء في العالم.

وتؤدي التقلبات المناخية السنوية في درجة الحرارة وهطل الأمطار إلى الجفاف وزيادة شدة موسم الجفاف، مع ازدياد الاحترار الناتج عن الأنشطة البشرية، تزداد شدة وتواتر ظاهرة النينو التذبذب الجنوبي (ENSO) El Nino–Southern Oscillation[1]، ما يجعل مناطق الغابات المطيرة المدارية عرضة للإجهاد وزيادة معدل موت الأشجار والنباتات الأخرى، وبالتالي أصبح من الضروري حماية وإدارة الغابات المدارية حتى تتمكّن من الجمع بين مختلف أنشطة كسب العيش القائمة على موارد الغابات.

لقد شهدت السنوات القليلة الماضية صحوة من المجتمع الدولي حيال إعادة تجديد الغابات المدارية، والحد من زيادة كمية ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي، لذا اجتهدت الهيئات المعنية بحماية البيئة بدراسة البدائل الممكنة لمنع تدمير الغابات كإيجاد بدائل لخشب الغابات منها: استعمال **الخشب الصناعي** ما يُعرف بالأم دي أف MDF الأخشاب الصناعية الليفية ذات الكثافة المتوسطةMedium–density Fibreboard . استعمال **محاصيل الطاقة** كتلك النباتات

---

١. تحدث ظاهرة النينو كل سنتين إلى سبع سنوات، وعادة ما تأتي متبوعة بظواهر لا نينا، وكلتا الظاهرتين تشكلان التذبذب المناخي الجنوبي المعروف باسم (ENSO)، وهو المصطلح الذي يصف التقلبات في درجة الحرارة بين المحيط والغلاف الجوي في الوسط الشرقي الاستوائي، وظاهرة النينو أو التذبذب الجنوبي هي زيادة دورية في درجة حرارة مياه المحيط إلى جانب ضعف الرياح التجارية وزيادة هطول الأمطار في الأجزاء الاستوائية من المحيط الهادي، ويمكن لظاهرة النينو أن تلحق الضرر بالنظم الإيكولوجية في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك تدمير الشعاب المرجانية، لأنها تساهم في حدوث فيضانات شديدة في أفريقيا وآسيا، وجفاف في مناطق أخرى من العالم، كالتي حدثت في أعوام ١٩٨٢و ١٩٩٨ و٢٠١٥. ٢٠١٦م، .

التي تزرع لاستخدامها لصنع الوقود الحيوي، ويستخلص هذا الوقود السائل من الذرة، وفول الصويا، وبذور القطن، والسمسم، والدخن، ومخلفات قصب السكر، وكذلك من روث الحيوانات، وقشر الرز، والقش... وبالإضافة إلى بدائل خشب الغابات تم تحديد مساحات من الغابات **كمحميات طبيعية خضراء** يُحظر التعدي عليها، للحفاظ على التنوع الحيوي في هذه الغابات، ومنع تناقص مساحاتها، كما تم وضع بعض الغابات على قائمة التراث العالمية لليونسكو.

وقد أعلنت بعض المناطق كمحمية في هذا الإقليم نذكر منها:

١. **محمية لوبومبو:** موطناً لمجموعة متنوعة من أنواع الحياة البرية والنباتية في جنوب إفريقيا، تتداخل في أرضها حدود ثلاث دول هي موزامبيق، وجنوب أفريقيا، وزيمبابوي. تبلغ مساحتها ٩٩ ألف كم^{٢}، تضم بداخلها عشرات المحميات الصغيرة، تُعد مأوى للعديد من الحيوانات مثل الأفيال، والفهود، والزرافات، وأنواع من الحيوانات الأخرى، ما سمح للحيوانات أن تسلك طرق هجرتها القديمة التي كانت مغلقة قبل ذلك بسبب الحدود السياسية.

٢. **محمية لوساكا الوطني (زامبيا):** تقع في زامبيا، على مساحة ٦،٧١٥ هكتار، ويعيش فيها ٢٢ نوعاً مختلفاً من الحيوانات البرية، مثل الحمار الوحشي، والزرافات، ووحيد القرن، والظبي، والبقر الوحشي... وأكثر من ١٠٠٠ نوع من النباتات المتنوعة التي تشكل توازناً ما بين السلالات المحلية والدخيلة.

٣. **منطقة غوا Goa في الهند:** تحتل شريطًا ضيقاً من الساحل الهندي الغربي، يبلغ طوله نحو ١٠٥ كم وعرضه ٦٥ كم، تُعد موطن لمجموعة من الحيوانات وبعض أنواع الطيور، يعيش نحو ٥٠ نوعاً من الثدييات البرية، الأفيال البرية، والنمور، والبيسون الهندي، والغزال المرقط، والبانغولين الليلي (النمل المتقشر) من الحيوانات النادرة، وقطة النمر الآسيوية، والزباد الهندي. تنمو في المنطقة الساحلية لمحمية غوا مجموعة واسعة من أشجار المانغروف، ومن نباتات المحمية أشجار النيم الهندي أو الأزدرخت الهندي، ونبات اللبخ، أشجار جوز الهند، والموز، والمانجو، وتين الهند أو تين البنغال. ومنطقة غوا هي أيضاً موطن للحرباء، والسحالي والسلاحف ونوعين من السلاحف ذات الصدفة، والسلاحف ذات الأحواض السوداء، وهي مهددة بالانقراض، والكوبرا الملكية. وعدد كبير من الطيور، منها طائر سمك الملوك Kingfishers، وأكل النحل، وطائر الأوريول، والبلشون (مالك الحزين الهندي)، وطيور الأرز، وطائر الشمس الأرجواني القزحي، وصائد الذباب، والطيور الجارحة كالنسور، والصقر وغيرها.

لقد حظي الحفاظ على الغابات الموسمية بأولوية عالمية، إلا أن اتساع رقعة المناطق المحمية ترافق ببعض الممارسات السيئة، كإزالة الأشجار واستغلالها، والرعي والصيد غير المشروع، فما زالت الغابات المدارية بإندونيسيا على سبيل المثال تتعرض للقطع أو الحرائق، فالمزارعين الذين يستفيدون من الأحوال الجافة لإزالة بقايا المزروعات باستخدام طريقة القطع والحرق لتطهير الأراضي الزراعية وللتخلص من بقايا المحاصيل، وغالباً ما تخرج هذه الحرائق عن نطاق السيطرة وتنتشر في مناطق الغابات المحمية.

٣. إقليم الغابات الشوكية أو الغابة المدارية الجافة subtropical dry:

ينتشر في المناطق ذات الصيف الماطر والشتاء الجاف، ويعد إقليماً انتقالياً بين أرض الأشجار وأرض السافانا، ويحتل هوامش النطاق الغابي المداري، ونظراً لأنها تتواجد في أقل مناطق الغابات رطوبة يطلق عليها الغابة المدارية الجافة.

في الحقيقة ليست غابات بالمعنى المفهوم، بل أراضٍ تغطيها بعض الأشجار ذات الأشواك يراوح ارتفاعها بين ٣ و٧ أمتار، ومعظم أشجار هذا الإقليم قليلة التنوع عبارة عن أشجار وشجيرات وأجمات شوكية، ونباتات قصيرة النمو مقاومة للجفاف.

١.٣. التوزع الجغرافي:

يُغطي هذا النوع من الغابات المناطق المدارية الداخلية القارية في الغالب، التي يطول فيها فصل الجفاف، وتقل كمية الهطل المطري، وتتوزع هذه الغابة في بقع مختلفة من أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وجنوب شرق آسيا، واستراليا. كما في الخريطة ٢٧. توزع الغابات المدارية الجافة في العالم، كانت هذه المناطق مغطاة بغابات الأشجار المدارية النفضية، ولا يزال بقايا هذه الغابات في بقع معزولة.



الخريطة ٢٧. توزع الغابات المدارية الجافة في العالم

تتركز الغابات الشوكية في **أمريكا الجنوبية** في شمال شرق البرازيل حيث توجد مساحات واسعة من الغابات نحو ٨٥٠ ألف كم^{٢}، يُطلق عليها محلياً اسم كاتنغا Caatinga والتي تعني في لغة

الهنود الحمر الغابة الخفيفة، أو المكشوفة light forest، تميزاً لها عن غابة السلفا Selva المطيرة في حوض الأمازون، منطقة بيئية تتميز بالغطاء النباتي يتألف من الأشجار الشائكة الصغيرة التي تترك أوراقها موسمياً، كما يتمثل في إقليم غران تشاكو Gran Chaco أو Dry Chaco في أمريكا الجنوبية الذي يمتد على مناطق كبيرة من الأدغال الشوكية الجافة، وغابة الأدغال التي يتخللها السنط والنخيل وتقطعها رقع من السافانا الخشنة من شمال الأرجنتين إلى بوليفيا وباراغواي، وفى مناطق متناثرة على امتداد سواحل البحر الكاريبي في كل من فنزويلا وكولومبيا وجنوب غرب المكسيك، وبعض جزر الهند الغربية، ووسط كوبا.

أما في **أفريقيا** تمتد الغابات الشوكية في نطاق عظيم في الجهات الداخلية من إفريقيا على تخوم الغابات المدارية المطيرة، في نطاق انتقالي، فتوجد في مناطق متعددة منفصلة ونادراً ما توجد متصلة، وأكبر هذه المناطق اتساعاً في جنوب موزمبيق وبعض البقع المتناثرة في تنزانيا والسودان، حيث يقع إقليم غابات ميومبو Miombo بين إقليم الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية والسافانا، تغطي غابات ميومبو مساحة أكثر من ٢,٤ مليون كم^{٢} في أفريقيا الوسطى والجنوبية، وقد بقيت هذه الغابات البكر إلى حد كبير بمنأى عن التأثيرات البشرية ومن أجل الحفاظ عليها في حالتها الطبيعية تم تحديد هذه المنطقة كمحمية طبيعية.

في **آسيا** توجد الغابة المدارية الجافة في شبه القارة الهندية، حيث تمثل المناخية الموسمية أصدق تمثيل في هضبة الدكن، وتشغل مساحة تقرب من ٤٠% من مساحة الهند أي نحو ١,٣ مليون كم^{٢}، حيث تسود الرياح الجنوبية الغربية الموسمية الرطبة التي تفرغ جزءاً من حمولتها فوق جبال الغات الغربية، التي تشكل حاجزاً طبيعياً أمام الرياح الموسمية لذلك تنتشر في أواسطها ذات الأمطار التي تراوح بين ٥٠٠ و٧٥٠ ملم، الغابات الشوكية المختلطة مع الحشائش، كما توجد في حوض الغانج بشمالها، وفى شمال شرق جزيرة سيلان، وبورما، وتايلاند، وتسمى هذه الغابات في هذه المناطق بأسماء محلية مثل غابات ديكان شوكة فرك في جنوب الهند وشمال سريلانكا، غابة إندينك Indaing في شمال غرب ميانمار (بورما)، وغابة البابدنغ Pandeng فى تايلاند. وتغطي مساحات كبيرة في المناطق الداخلية في الشمال لأستراليا المتاخمة لنطاق الغابات الموسمية.

٢.٣. الخصائص المناخية في الغابة المدارية الجافة:

يتميز إقليم الغابات الشوكية بوجود فصلين متباينين فصل حار ومطير صيفاً، وفصل حار وجاف شتاءً وفترة طويلة من الجفاف التي تمتد لأكثر من ٧ أشهر، ويمكن تشبيه نمط الهطل المطري في هذا النوع بالمناخ المداري الموسمي، لكن لا تتلقى هذه المناطق كمية كافية من الأمطار في الفصل الجاف، حيث يراوح كمية الأمطار بين ٧٠٠ ملم خلال موسم الأمطار القصير، وأقل من١٠٠ ملم من الأمطار في الأشهر الأكثر جفافاً، وهي كمية غير قليلة إلا أن قيمتها الفعلية منخفضة، حيث يتوافق فصل المطر مع فصل درجة الحرارة الشديدة، فموسم المطر هو أشد أوقات السنة درجة حرارة التي يمكن أن تتجاوز درجة الحرارة ٢٨م° ما يؤدي إلى ارتفاع معدل التبخر، إذ يزيد معدل التبخر والنتح الكامن على ٢٤٥٠ ملم، في العام، بينما لا يزيد معدل المطر السنوي على ٧٠٠ ملم، أي أن معدل التبخر والنتح الكامن يزيد على ثلاثة أمثال معدل المطر السنوي، كما تؤثر طبيعة الهطل في القيمة الفعلية للأمطار، إذ أن تركز هطل الأمطار في موسم محدد، يساعد على فقدان كمية كبيرة نتيجة الانسياب والتبخر معاً، وتتوقف القيمة الفعلية للهطل في الإقليم على عوامل أخرى منها عدم انتظام الأمطار، فهي أمطار عاصفيه تسقط على شكل زخات عنيفة ولفترة قصيرة ما يجعل كمية كبيرة من المياه تنساب على شكل مجار مائية ما يقلل حجم الكمية المتسربة إلى التربة، وتقلل من فعَّالية الأمطار.

٣.٣. الخصائص الحيوية للغابة المدارية الجافة:

تفرض الأحوال المناخية السائدة على هذه الغابات خصائص نباتية وحيوانية معينة، وتعد هذه الغابات من المناطق التي تحتوي على سلاسل غذائية متكاملة، فهي تحتوي على ٦٩٥٨ نوعاً من نباتات الغابات، والعديد منها لا يوجد في أماكن أخرى من العالم.

أ . الحياة النباتية:

إن موسمية الهطل تخلق فصلاً جافاً تشتد فيه حاجة النبات إلى الماء، ما يؤثر في طبيعة النباتات والحيوانات، فكمية الأمطار ووجود فصل جاف طويل لا تسمح إلا بنمو غابات جافة، تتكون من أشجار مفتوحة منخفضة شائكة ذات جذوع قصيرة يراوح ارتفاعها بين ٦ . ٩م، والدورة الإنباتية واضحة حيث تبلغ الأشجار ذروة حيويتها في الفصل الرطب، وتفقد الأشجار أوراقها وتجف الحشائش في الفصل الجاف، وتتحول الغابة إلى اللون البني والقليل من الأشجار التي لا تنفض أوراقها، وتتأقلم نباتات أخرى مع فصل الجفاف الطويل بوسائل متعددة.

ويمتد من هذه الغابات ألسنة داخل إقليم السافانا المجاورة على شكل أشرطة مستطيلة من الأشجار حول المجاري المائية يطلق عليها **غابات الأروقة** ذات أشجار لضخمة مقارنة بأشجار الإقليم ودائمة الخضرة في معظم الأحيان. ومن أهم أنواع نباتات الإقليم نذكر:

- **أشجار الفصيلة النفضية السنطية** : التي تتمثل في السنط Acacia Arabica، وشجرة السلم Acacia flave، وشجرة الكتر Acacia Mellifera، وشجرة الطلح التي تُعد أفضل الأشجار في إنتاج الصمغ Acacia Seyal ، وشجرة السمر Acacia Tortilies، وشجرة الحراز Acacia Albida... والسنط، تسمية مصرية قديمة، ومن مرادفاته العربية الأكاسيا، الأقاقيا، السنط النيلي، أم غيلان، ديلم، سلم، سَمُر، سيالة، طلح ، كتر، كاد هندي... اسم لمجموعة ضخمة من النباتات تنتمي إلى الفصيلة البقولية، تضم نحو ١٣٠٠ نوع، تتميز بصلابة أخشابها، وتحتوي على أشواك طويلة وحادة، بعد انتهاء موسم الأمطار تبدأ شجرة السنط في إنتاج الصمغ بكمية كبيرة، ولشجرة الأكاسيا أهمية اقتصادية حيث يستخلص منها الصمغ، ولجذوعها لحاء أسود به شقوق حمراء، حيث تفرز مادة شمعية حمراء تعرف بالصمغ العربي تستخدم في عملية دباغة الجلود، وفي صناعة الألوان، وصناعة المواد الحافظة، ويُستخدم خشب الأكاسيا في صناعة البخور، والأثاث والأرضيات والمعدات الخشبية، وتُستخدم أوراق شجرة السنط كمصدر لغذاء الماشية، كما تدخل زهوره في صناعة العطور، وتدخل بذور شجرة السنط في العديد من الأطعمة في المطبخ الآسيوي. الصورة .٦٤. أشجار الفصيلة النفضية السنطية.



الصورة .٦٤. أشجار الفصيلة النفضية السنطية

▪ **شجرة الهشاب أو Acacia Senegal**: هي عبارة عن شجيرة صغيرة يصل طولها إلى ٨ أمتار وتشتهر بالصمغ العربي، يمكن تمييز هذه الشجرة بسهولة بأشواكها السوداء التي تظهر في مجموعة من ثلاثة أشواك الجانبيتان معقوفتان إلى أعلى بينما الشوكة الوسطى معقوفة الى أسفل وطولها نحو ٠,٥ سنتمتر، وهذا ما يميزها عن غيرها من أشجار الأكاسيا، تنتج شجرة الهشاب ثماراً تسمى الصمغ العربي، ويستخدم القرض في أمور كثيرة منها دبغ الجلود والبخور...

▪ **السيكاد Cycads**: تشبه أشجار النخيل ذات جذع أسطواني الشكل التي لا فروع لها وتاج أخضر من الأوراق الكبيرة المركبة، سعفها ذا ملمس ناعم ينتهي إلى شوكه مدببة مثل شوكه النخلة، والسيكيات مجموعة قديمة من النباتات كانت موجودة قبل ٢٨٠ مليون سنة على الأقل من تاريخ الحفريات الموجودة في الصين، كانت أكثر وفرةً في العصر الجوراسي الذي يشار إليه أحياناً باسم عصر السيكاد من قبل علماء النبات، يوجد حالياً نحو ٢٥٠ نوعاً، والعديد من الأنواع مهددة بالانقراض بسبب الطلب عليها للأغراض الطبية، وفقدان موائلها.

▪ **الباوباب Baobab** أو **التبلدي** : تكثر في غرب السودان، حيث تسقط فيها الأمطار بغزارة ثم يعقبها فترة جفاف طويلة، لذلك تختزن أشجار هذا النبات كمية هائلة من الماء في جذوعها الضخمة، وقد يصل قطر جذع الشجرة إلى عدة أمتار، يصل في بعض الأنواع إلى ٤٢ متراً، ويستخدمها الأهالي في غرب السودان مخزناً لتجميع مياه الأمطار، وشجرة الباوباب شجرة عديمة الأوراق لتقلل من عملية النتح وبالتالي يقل الفاقد من الماء ما يساعدها على تحمل الجفاف في فصل انقطاع الأمطار، وتبقى شجرة الباوباب عارية من أوراقها معظم أوقات السنة، فتبدو جذوعها كجذور ممدودة في السماء، مما يجعل منظرها كشجرة مقلوبة على رأسها، لهذا اشتهرت باسم الشجرة المقلوبة، وفي موسم المطر تظهر على فروعها أزهار طيبة الرائحة، وأوراق خضر لامعة، ويصل طول ثمرتها الناضجة إلى طول موزة كبيرة تحتوي لباً بذرياً يُستخدم كغذاء للإنسان والحيوان. ويُصنع من لحائها ألياف لشباك صيد الأسماك، وحبال، وأقمشة للحقائب، والملابس الخشنة، تعرف الباوباب كذلك بشجرة القردة، وذلك يعود لثمارها التي تفضلها القرود وتتجمع حولها بأعداد كبيرة.

▪ **شجرة البرازيل زجاجية الشكل** brazilian bottle tree: يطلق عليها في البرازيل باسم Palo Borracho، بالو بوراشو عصا سكران، أو شجرة مخمور لأنها تبدو مثل زجاجة نبيذ، موطنها الهضبة البرازيلية والأرجنتين في أمريكا الجنوبية، جذعها يتحول مع نمو الشجرة إلى شكل يشبه القارورة الزجاجية حيث يكبر من الأسفل ويصغر من الأعلى مشكلاً عنق زجاجة، تمتص الماء

وتختزنه في جذوعها خلال موسم الجفاف الطويل، وتنمو بسرعة عندما يكون الماء وفيراً، خلال الفصل الرطب، لديها على الجذع أشواك سميكة حادة مخروطية الشكل، مع تقدمها في العمر، تتلاشى الأشواك، وثمارها ذات شكل كمثري خضراء صلبة، تحتوي على بذور سوداء شبيهة ببذور البازلاء داخل طبقة من مادة حريرية ناعمة الملمس تشبه الحرير وألياف القطن لذلك أخذت تسميتها من ثمارها شجرة خيط الحرير، وتستخدم تلك المادة في الصناعة والغزل وحشو الوسائد، وصناعة الورق، والحبال، والحصول على الزيت النباتي من البذور.

▪ **المسكيت** Mesquite أشجار شائكة دائمة الخضرة، تنمو تحت أحوال بيئية مختلفة وهي متوسطة الارتفاع ما بين ٥ و٦ أمتار، تتميز بكثافة فروعها وسيقانها، وشوكها القاسي، وبطول جذورها التي تمتد عميقاً في التربة للوصول للماء، وموطنها الأساسي أمريكا الجنوبية، وخصوصاً المكسيك، والأرجنتين، كما توجد خارج نطاقها الأصلي في إفريقيا وغرب آسيا والجزيرة العربية والهند... إلاَّ أنها تعد شجرة دخيلة تهدد كافة النباتات المستوطنة، حيث جُلبت بغرض استخدام خشبها في صناعة السفن، أو زراعتها كسياج للمزارع لإيقاف الزحف الصحراوي، وتثمر قروناً صفراء غنية بالعناصر الغذائية التي تصلح كعلف للحيوان، وينضح لحاء الشجرة سائل شفاف يشبه الصمغ العربي المستخدم في صناعة الحلويات والأصباغ المكسيكية. الصورة .٦٥. نباتات تنمو في الغابة المدارية الجافة.



الصورة .٦٥. نباتات تنمو في الغابة المدارية الجافة

▪ **غابات الأروقة Galeries Forests** : تمتد من الغابات الجافة ألسنة داخل إقليم السافانا المجاور على شكل أشرطة مستطيلة من الأشجار على طول ضفاف المجاري المائية غابات يُطلق عليها غابات الأروقة أو الدهاليز، تتشابك تيجان أشجارها فتبدو على شكل نفق أخضر طويل وتشكل مظلة مورقة ارتفاعها يصل إلى٣٠ م وأكثر، تمنع هذه المظلة أشعة الشمس من الوصول إلى أرض الغابة، ومعظم الأشجار تشترك في بعض السمات، فمعظمها محبة للرطوبة، تتعرض لفيضانات طوال العام، ومعظمها من الأخشاب الصلبة الكثيفة مثل أشجار الماهوجني، وأشجار الساج، وبعض أنواع النخيل والباباسو، ولغابات الأروقة أهمية بيئية لأنها تزيد من التنوع الحيوي، وهي بمثابة ممر لأنواع الحيوانات التي تسمح للحيوانات بالتحرك بحرية للبحث عن الطعام والتكاثر. ومن غابات الأروقة نذكر:

١. **غابات منطقة يانوس Llanos ecoregion** الرواقية: تشمل هذه المنطقة مساحة واسعة في فنزويلا وكولومبيا، وهي موطن رعاة البقر الكولومبي، تشكلت غابات الأروقة على طول نهر ميتا River Meta، تدعم المنطقة نحو ٧٠ نوعاً من الطيور المائية، بما في ذلك أبو منجل القرمزي كما يتوافد الآلاف من مالك الحزين والبط... عدد اً من الثدييات والزواحف والبرمائيات.

٢. **غابات سيرادو Cerrado الرواقية:** ثاني أكبر منطقة حيوية في البرازيل وغالباً ما يطلق عليها غابة الأمازون الثانية في البرازيل، تقع في وسط البرازيل إلى الجنوب من حوض الأمازون حيث تحتل الهضبة الوسطى للبلاد، وتوجد على طول مجاري أنهار المنطقة، وتُعد واحدة من الموائل الأكثر أهمية في العالم حيث تشمل الحيوانات العاشبة الكبيرة مثل التابير البرازيلي، وغزلان البامباس، والحيوانات المفترسة الكبيرة مثل الذئب الخشن، والجاكوار، وثعالب الماء العملاقة، وعدة أنواع من القرود، بما في ذلك قرد الكَبَوشيّ، وقرد العواء الأسود.

تعرضت هذه المناطق الأحيائية للتهديد من قبل الزراعة أحادية المحاصيل، كزراعة فول الصويا، ومرعي الماشية لتربية الأبقار، وحرق الغطاء النباتي للفحم، وتطوير السدود لتوفير الري... وفضلاً عن انبعاث ثاني أوكسيد الكربون من شركات التعدين.

٣. **غابات الأروقة في مدغشقر** تمتد على العديد من الأنهار والجداول في مدغشقر مثل نهر مانانارا Mananara، وأشجار السنط أكثر أنواع الأشجار المهيمنة التي تشكل غابة في نقاط مختلفة من النهر.

لقد تقلصت غابات الأروقة في أنحاء مختلفة من العالم، نتيجة العديد من الأنشطة البشرية مثل بناء السدود، والدمار الناجم عن الحرائق، وتأثرت برعي الماشية، وقطع الأشجار، وتغير المناخ، وغزو الأنواع النباتية الغريبة (الدخيلة).

ب . الحياة الحيوانية:

أكثر غنى من إقليم الغابات المدارية النفضية خاصة بالنسبة للحيوانات العاشبة وما يرتبط بها من حيوانات آكلة اللحوم، وبعض الطيور مثل الريا طائر يشبه النعامة، واللقلاق، والببغاء، الحبار الهندي يشبه النعامة، وهي معظمها طيور مهاجرة تترك الإقليم في فصل الجفاف وتعود إليه في فصل المطر، كما توجد أسراب من الحشرات مثل النمل الأبيض، والجراد ... ولكن تقل فيه الحيوانات المتسلقة والزواحف الأرضية، حيث يوفر الغطاء العشبي الكثيف والعالي خلال الفترة الرطبة تغذية وفيرة لأكبر الحيوانات، مثل الفيلة، والزرافات، ووحيد القرن، وفرس النهر، والحمر الوحشية، والظباء، والبيسون أكبر أنواع الأبقار، والتي بدورها تجذب الحيوانات المفترسة الكبيرة مثل الأسود، والنمور، والضباع، وغيرها. لقد كانت الحيوانات منتشرة على نطاق واسع، ولا يُرى اليوم سوى قطعان صغيرة مبعثرة، انخفضت أعدادها بسبب الصيد المفرط وإزالة الغابات (قطع الأشجار، وإزالة الحشائش) وتدهور الموائل.

ج . تأثر الإنسان:

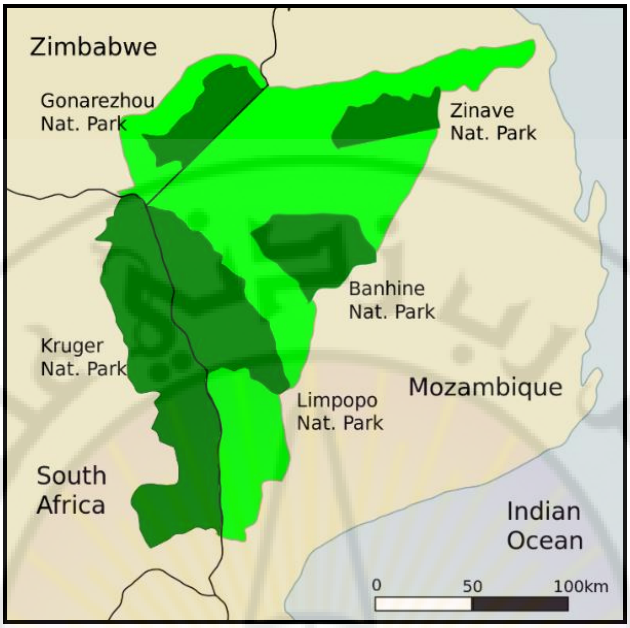
النشاط الاقتصادي في هذا الإقليم هو الزراعة، إذ أن التربة الخصبة والمناخ الملائم، جعل من الإقليم مكاناً مثالية لزراعة المحاصيل النقدية مثل فول الصويا، والقمح، والذرة، والرز، والقطن. فهناك تصور شائع بأن هذه الغابات الجافة ليست مهمة، لذلك فإن الرعي وإزالة الغابات متفشيان، بالرغم من الأهمية الحيوية والجينية لأنواع كثيرة من الأحياء في هذه المنطقة البيئية والتي لا توجد في أماكن أخرى من العالم، فإن عدداً قليلاً منها حظي بالحماية، ولقد جرى تجاهل الغابات الجافة في أغلب الأحيان لصالح الغابات المطيرة الأكثر جذباً.

تحدث الحرائق الطبيعية في كل موسم جاف في معظم الغابات المدارية الجافة إلاَّ أنها لا تحدث اضطرابات في أنظمتها البيئية، كالحرائق التي يفتعلها الإنسان في مواسم الجفاف الطويل وتؤثر سلباً في التنوع الحيوي لهذه الغابات، حيث يقوم بعض المزارعين بحرق الأعشاب الجافة، لتهيئة الأرض وتحويلها إلى أراضي زراعية، كما أن النظم البيئية الفريدة للغابات المدارية الجافة مهددة بالزحف الصحراوي، لذلك رأى العلماء أنه في ظل أنماط المناخ التي من المحتمل أن تكون أكثر

دفئاً في المناطق المدارية، فإن الحفاظ على أنواع الغابات الجافة الفريدة والتي يمكنها التكيف مع درجة الحرارة والجفاف يجب أن تحظى بأولوية عالمية. وفي سبيل حماية التنوع في الغابات الجافة، أنشأت بعض الدول عدد من المحميات، والمنتزهات الوطنية، وعدد من المناطق المحمية الصغيرة التي توفر الحماية للحياة البرية، نذكر منها:

١. محمية غابات ميومبو Miombo توجد في غرب زامبيا، وقد بقيت هذه الغابات البكر بمنأى عن التأثيرات البشرية ومن أجل الحفاظ عليها في حالتها الطبيعية هذه، تم تحديد المنطقة كمحمية طبيعية.

٢. حديقة ليمبوبو الكبرى العابرة للحدود (GLTP)Great Limpopo Transfrontier Park: في موزمبيق، وزيمبابوي، وجنوب إفريقيا، وملاوي، وتنزانيا، وزامبيا، وسوازيلاند، وهي دول تشترك معها في مناطق بيئية وتشكيلات أرضية، حيث تُعد موطناً للغابات والأراضي العشبية القاحلة، وموائل للعديد من الحيوانات منها الفيل الإفريقي، وفرس النهر، ووحيد القرن الأسود، والحمار الوحشي، والضباع المرقطة، والأسود، والفهود، والكلب البري الأفريقي. تتعرض هذه الغابات للتهديدات البشرية بما في ذلك الحرائق، وإزالة الغابات، والإفراط في الرعي، والحروب ... لذلك تم إنشاء محمية تضم ثلاث حدائق وطنية منفصلة هي حديقة كروجر الوطنية Kruger National Park في جنوب أفريقيا، وحديقة ليمبوبو الوطنية Limpopo National Park في موزامبيق المعروفة رسمياً باسم كوتادا، وحديقة جوناريتشو الوطنية Gonarezhou National Park في زيمبابوي، وتبين الخريطة ٢٨. توزع الحدائق الوطنية لمحمية ليمبوبو الكبرى. والهدف من ذلك الحفاظ على الحياة البرية النادرة التي تعيش في هذا المجال، وتسويقها سياحياً على أنها أعظم مملكة للحيوان في العالم.



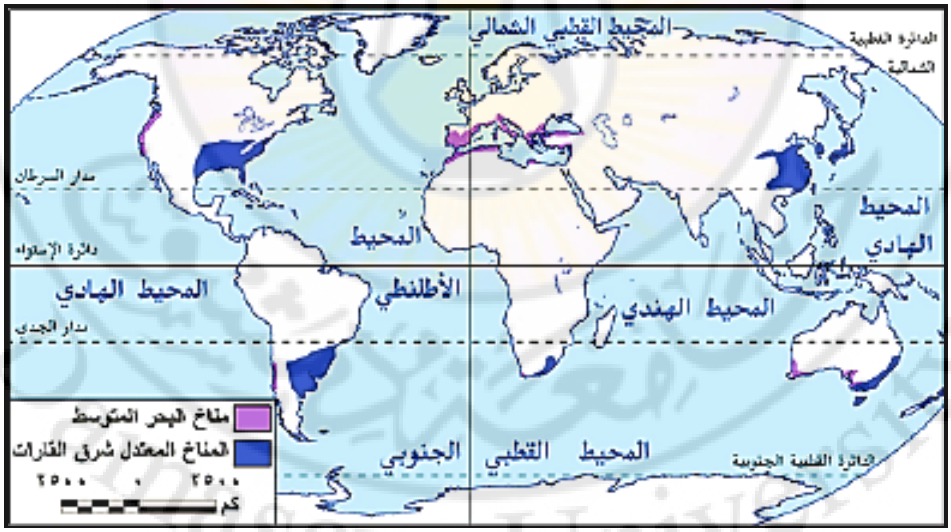
الخريطة .٢٨. توزع الحدائق الوطنية لمحمية ليمبوبو الكبرى.

ثانياً . إقليم الغابات المعتدلة

تُعد الغابات المعتدلة إقليماً مناخياً وحيوياً معقدةً نسبياً نظراً لتنوع النباتات الموجودة فيها، فهي غابة مختلطة من الأشجار المخروطية أو الصنوبرية دائمة الخضرة، والأشجار دائمة الخضرة عريضة الأوراق، والأشجار النفضية عريضة الأوراق، ويعتمد نمو أي نوع من هذه الغابات على طبيعة التربة المحلية، وعلى درجة الحرارة، والهطل المطري، ويعيش فيها حيوانات مختلفة تكيفت مع اختلاف درجة الحرارة صيفاً وشتاءً، وتوجد في المناطق المعتدلة حول العالم في الشريط حيث تصطدم كتل الهواء القطبية بكتل الهواء المداري، وتُقدم هذه الغابات نمطاً موسمياً ملحوظاً للصيف الدافئ، وشتاء بارد ورطب مع تساقط الثلوج، الذي تنخفض فيه درجة الحرارة أحياناً إلى ما دون الصفر، وتظهر فيها الفصول الأربعة. وتقسم الغابات المعتدلة إلى نوعين إقليم الغابات المعتدلة الدافئة، وإقليم الغابات المعتدلة الباردة:

١. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة

تمتد نباتات المناطق المعتدلة الدافئة بما تضمه من أحياء متنوعة بالعروض الوسطى فيما بين دائرتي العرض ٣٠ . ٤٠ درجة شمال خط الاستواء وجنوبه، رغم أن هذا الإقليم يعد وحدة حيوية مميزة وله شخصيته، إلا أننا نستطيع أن نتبين داخله بعض الفروقات الحيوية التي تدعو إلى تقسيمه إلى إقليمين فرعيين هما: إقليم غابات أو أحراج البحر المتوسط، وإقليم الغابات المعتدلة الدفيئة المطيرة، ورغم أنهما ينتميان إلى إقليم الغابات المعتدلة الدفيئة إلاَّ أن الدراسة التفصيلية لهما تبين الفروقات. فهما يتناقضان في التوزع الجغرافي إذ يتركز إقليم غابات المتوسط في غرب القارات، بينما الإقليم الآخر في شرق القارات، وعلى المستوى المناخي نتبين بينهما أيضاً بعض الفروقات إذ تهطل الأمطار في الإقليم الأول (المتوسطي) شتاءً، وبكمية تراوح بين ٥٠٠ . ١٠٠٠ ملم، نجد أنها تهطل في الإقليم الثاني (الصيني) على مدار السنة مع تركز واضح في فصل الصيف، وبكمية كبيرة تراوح بين ١٠٠٠ . ١٥٠٠ملم، ولكن أهم ما يجمع بينهما رغم التباين المناخي أنهما من الاقاليم الغابية دائمة الخضرة. الخريطة .٢٩. توزع إقليم الغابات المعتدلة الدافئة.



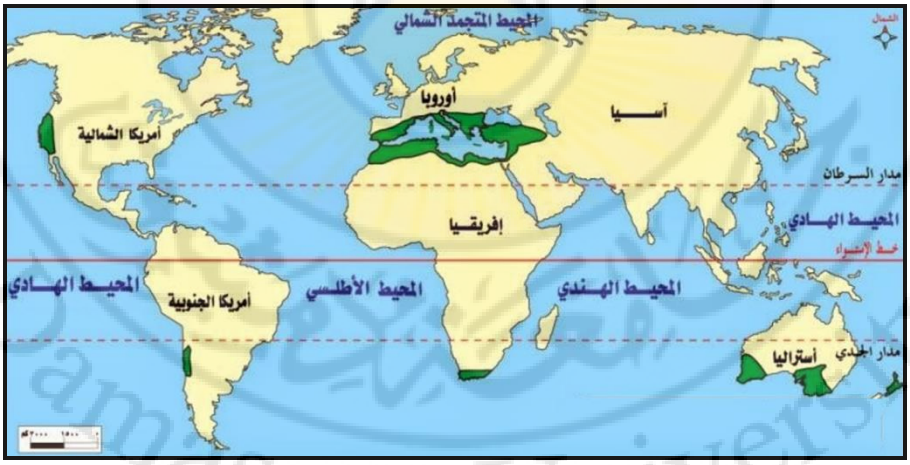
الخريطة .٢٩. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة

١.١. إقليم غابات البحر المتوسط غرب القارات

يسمى أحياناً إقليم الغابات المعتدلة الدفيئة العريضة الأوراق دائمة الخضرة. وتنتشر غابة إقليم البحر المتوسط في الأقاليم التي تتمتع بمناخ البحر المتوسط، وبتباين الفصول، وتنوع تضاريسه. هذه الغابة هي من بقايا غابة دائمة الخضرة كانت موجودة في المنطقة عندما كان المطر أغزر وعلى مدار السنة في العصر المطير الأخير (عصر الفورم) وعندما حدث التحول المناخي انقرضت بعض الأنواع واستطاعت أنواع آخر أن تبقى من خلال التأقلم والتكييف مع الأحوال المناخية الجديدة.

١.١.١. التوزيع الجغرافي:

يتوزع إقليم غابات البحر المتوسط بين دائرتي عرض ٣٠ . ٤٠ درجة شمال خط الاستواء وجنوبه، خاصة غرب القارات، ويتركز بصفة خاصة في المناطق المحيطة بالبحر المتوسط (المنطقة الأم) في جنوبي أوروبا، شمالي غربي أفريقيا، غربي أسيا (ساحل بلاد الشام في أسيا)، وفي إقليم الكاب في أقصى جنوبي غربي أفريقيا، وجنوبي غربي وشرقي استراليا، ووسط كاليفورنيا في أمريكا الشمالية، ووسط شيلي في أمريكا الجنوبية. تبين الخريطة .٣٠. توزع غابات البحر المتوسط (إقليم غرب القارات)



الخريطة .٣٠. توزع غابات البحر المتوسط (إقليم غرب القارات)

وبالتالي تمثل غابات الإقليم منطقة انتقالية بين الاقاليم المعتدلة الباردة في وسط قارة أوروبا بالشمال، والإقليم الصحراوي الجاف في شمالي أفريقيا بالجنوب.

١.١.٢. الخصائص المناخية:

مناخ إقليم البحر المتوسط عامة مناخ معتدل، يتميز بوجود فصلين واضحين شتاء معتدل دافئ ممطر، يمتد بين ٤ . ٦ أشهر في السنة، لا ينخفض في أثنائه المتوسط اليومي لدرجة الحرارة في معظم المناطق انخفاضاً يؤدي إلى توقف نمو معظم الأشجار، أما فصل الصيف يتميز بدرجة حرارته وجفافه وارتفاع قيم التبخر، ويمتد بين ٦ . ٨ أشهر في السنة، وأمطار شتوية إعصاريه تسببها الرياح العكسية الغربية والمنخفضات الجوية التي تصاحبها، لمرورها فوق المسطحات المائية وتشبعها ببخار الماء، وتختلف كميتها من منطقة الى أخرى، تراوح الأمطار التي تهطل غالباً في فصل الشتاء، بين ٥٠٠ مم و١٠٠٠ مم سنوياً ، تتصف درجة الحرارة في بيئة البحر المتوسط بالاعتدال صيفاً وشتاءً، يصل معدلها ٢٧ م° في فصل الصيف الجاف، ويمكن أن تصل إلى نحو ٤٠م° صيفاً، معدل درجة الحرارة على السواحل في فصل الصيف تتجاوز ٢٢ م°، وفي المناطق الجبلية تسود درجة حرارة معتدلة لارتفاعها عن سطح البحر، أما المناطق الداخلية فإنها تتجاوز ٣٠م°، ولا تقل عن ١٠ م°، في فصل الشتاء، إلا أنها قد تنخفض الى أقل من ٥ م° في بعض أيام الشتاء، وقد تقارب الصفر المئوي شتاءً عندما تتعرض بيئة البحر المتوسط إلى رياح ومنخفضات جوية باردة، مصدرها المناطق القطبية الشمالية والجنوبية، تهب رياح محلية ساخنة مصدرها الصحراء تعرف باسم السيروكو والخماسين، والسموم... ورياح باردة جافة (المسترال).

فعلى الرغم من أنه لا يوجد فصل شديد البرودة، فالصقيع عادة يحدث من وقت لآخر حيث يكون الشتاء بارد، وفصل الربيع فصل النمو، في حين فصل الصيف فترة حرجة بالنسبة للرطوبة، وبالتالي هذه الأحوال المناخية سوف تنعكس على طبيعة الكائنات الحية وأنواعها.

١.١.٣. الخصائص الحيوية:

تعطي خصائص الكائنات الحية في هذا الإقليم نموذجاً لدرجة التأقلم والتكييف مع الأحوال البيئية إذ تواجه البرودة النسبية شتاءً بالحد من عملية النمو (الكمون)، وإذا حل الربيع يأخذ النمو بالإسراع بتجديد الأوراق والأزهار والثمار، ويعد فصل الربيع قمة النشاط الحيوي، ثم يعقب هذا فترة نمو نسبي في الفصل الجاف، ليعاود النمو نشاطه مرة ثانية مع سقوط مطر الخريف، وبالتالي تنقسم السنة من حيث النشاط الحيوي إلى أربعة فترات منها فترتين تتميز بالنشاط الحيوي وفترتان تتسمان بالخمول النسبي.

١. الحياة النباتية:

غابات البحر المتوسط في جملتها تتكون من أشجار متوسطة الارتفاع أو قصيرة، أما الأشجار الضخمة فيقل وجودها بصفة عامة، إلا في بعض المواضع التي تساعد أحوال المناخ والتربة فيها على سرعة النمو، فهنا تنمو أشجار ذات جذوع سميكة. استطاعت نباتات هذا الإقليم دائمة الخضرة مقاومة حالات الجفاف التي تسوده خلال شهور الصيف بعدة طرق.

ويتميز انتشار النبات في الإقليم بالتدرج عمودياً، أي ظهور نطاقات نباتية حسب الارتفاع عن سطح البحر، حيث تختلف المجموعات النباتية باختلاف مستويات الارتفاع عن مستوى سطح البحر على السفوح الجبلية، ويأتي هذا الاختلاف نتيجة اختلاف درجة الحرارة والرطوبة، إضافة إلى العوامل الأخرى التي تتمثل في السفح المواجه للرياح أو الاشعة الشمسية.

١.١. تدرج النطاقات النباتية في إقليم غابات البحر المتوسط حسب الارتفاع عن سطح البحر:

وبذلك نستطيع ملاحظة ثلاثة نطاقات متدرجة هي:

- **النطاق الجبلي السفلي:** ويسود على ارتفاع بين ٥٠٠ . ٨٠٠ متر فوق سطح البحر، هناك تنوع كبير في نباتاته التي تنمو على مدار العام، ويتألف من غابة متوسطية دائمة الخضرة قاسية الأوراق يعرف بحزام السنديان والزيتون، تتركب هذه الغابات من عدد من الطوابق النباتية الطابق الشجري وهو كثيف ويتألف من أشجار السنديان، وطابق الشجيرات ويضم الغار النبيل والبطم، وطابق النباتات المتسلقة مثل اللبلاب، وطابق الأعشاب مثل السفندر Ruscus والهليون Asparagus، والحلاّب Euphorbia، والبنفسج، وطابق الحزازيات وهو قليل النمو. وغابات مخروطية متوسطية تنتشر بشكل قليل في النطاق السفلي، وغالباً ما تكون على شكل مجموعات صغيرة، أو أفراد متباعدة، وأهم الأنواع المشكلة للغابات المتوسطية المخروطية هي الصنوبر الثمري الذي ينتشر في أغلب أجزاء المتوسط، والصنوبر الحلبي والبحري والبروتي والعرعر الفينيقي.
- **النطاق الجبلي المتوسط** الذي يقع بين ارتفاع ٨٠٠ و٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، ونجد فيه الغابات ساقطة الأوراق، والغابات المخروطية، تحل هذه الغابات محل الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق في النطاق السفلي ونجد في هذه الغابات أنواع البلوط ساقطة الأوراق مثل بلوط العفص أو الحلبي، والسنديان الوبري Quercus pubsce، والجوز Juglans، والدردار، والقيقب Acer، والكستناء Castania ، والغابات المخروطية مؤلفة من الأرز، والشوح، والبتولا، والتنوب، كما تبرز شجرة اللزاب القادرة على تحمّل الجفاف والبرودة الشديدة.

- **النطاق الجبلي الأعلى:** يتمثل بقمم الجبال فوق حدود الغابات فيوجد في شمال المتوسط على ارتفاع ١٨٠٠م وفي جنوبه يصل الارتفاع إلى ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، مناخ هذا النطاق شتاء بارد كثير الثلوج، حيث تنخفض درجة الحرارة، ويسود الصقيع، كما تقل كمية المطر عن النطاق المتوسط، وبصيف جاف ذي شدة إضاءة عالية، وتصبح التربة ضحلة، وتختفي الأشجار، ويتألف الغطاء النباتي من أنواع جفافية تتحمل برد الشتاء، وحر الصيف، وشدة الرياح، ويسود في الجزء السفلي من هذا النطاق الشجيرات وأهمها العرعر Juniperus والصنوبر Pinus، والأشكال الوسادية الشوكية القادرة على حماية نفسها من الصقيع والرياح منها التبان، كما تنتشر النباتات ذات الجذور العميقة بشكل متبعثر، والنجيليات مثل Festuca glauca الفستوكة أو عكرش، والقبأ Poa، والفصيلة البربريسية Berberidaceae .

نجد هذا التدرج النطاقي في الإقليم بنظامين مختلفين: نظام السفوح الشمالية لحوض البحر المتوسط، ونظام السفوح الجنوبية للحوض، فالسفوح الجبلية الجنوبية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية تستقبل الأشعة الشمسية طول النهار، وتكون قريبة من العامودي فتكون حارة وجافة نسبياً، بينما السفوح الشمالية تتلقى الأشعة بشكل مائل فتكون محمية من الشمس مدة طويلة من الزمن خلال اليوم فتبقى باردة كما تتميز بارتفاع الرطوبة، وبالتالي تسخن تربة السفوح الجنوبية أكثر من السفوح الشمالية لورود الأشعة عليها بشكل عمودي وبقاءها لفترة زمنية أطول، وهذا بدوره يؤثر في نوع الحياة النباتية، حيث يختلف تدرج النبات في السفوح الجنوبية عن ذلك الموجود في السفوح الشمالية. سنحاول فيما يأتي وصف التكوينات النباتية للنظامين مع ربطها بالارتفاع عن سطح البحر:

أولاً: نظام السفوح الشمالية لحوض البحر المتوسط:

❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٣٠٠ و٤٠٠ متر عن سطح البحر، تسيطر غابات البلوط، والصنوبر، والعرعر، غير أنها غابات متقهقرة.

❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٤٠٠ و١٠٠٠ متر عن سطح البحر، يتغير شكل الغابة لتصبح أقل تقهقراً، غير أنها لا تشكّل غابات كثيفة، تتكون هذه الغابات من البلوط النفضي، والقسطل، والعرعر، ويسمى هذا النطاق محلياً بالنطاق الجبلي السفلي.

❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠ و١٧٠٠ متر عن سطح البحر، فالسيادة للمخروطيات كالزان، والصنوبر البري، والصنوبر البحري، تُكوّن هذه الأنواع غابات كثيفة نسبياً، ويسمى محلياً بالنطاق الجبلي العلوي.

❖المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٧٠٠ متر عن سطح البحر، تتميز بسيادة أعشاب

ثانياً: نظام السفوح الجنوبية لحوض البحر المتوسط:

❖النطاق الجبلي السفلي، المتواجد على ارتفاع يراوح بين ٦٠٠ و١٧٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، السيادة هنا لأشجار البلوط الأخضر، ومن ثم الصنوبر الأسود، تشكل غابات غير كثيفة أو ما يعرف بالغابات المفتوحة.

❖النطاق الجبلي العلوي، أي المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ١٧٠٠ و٢٢٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، تسود الغابات الكثيفة. تتكون هذه الغابات من الأرز والزان أساساً، مع أرضية عشبية متنوعة جداً.

❖المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ و٢٧٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، أي المناطق القريبة من القمم، فالغطاء النباتي يتكون أساسا من العرعر الفواح، والشوكيات.

❖تسود النباتات الشوكية، التي تنمو على شكل تجمعات، في المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٢٧٠٠ و٣٥٠٠ متر عن مستوى سطح البحر.

❖أما في القمم تكون النباتات نصف المخفيات hemicryptophytes هي المسيطرة على المجال، وتتكون هذه النبات أساساً من شوكيات متأقلمة مع المرتفعات.

كما يختلف تدرج النبات ويظهر نظام النطاقية على سفوح جبال البرانس حيث تعد السفوح الشمالية أكثر غنى بالغابات من السفوح الجنوبية، وتتعاظم خصائص النبات من نموذج البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، كما تتزايد المساحات القفراء بالاتجاه نفسه، وتغلب الغابات المؤلفة من شجر البلوط دائم الخضرة وشجيرات الماكي في الجنوب والشرق، حتى ارتفاع ٦٠٠ . ٧٠٠م فوق سطح البحر، أما على السفوح الغربية والشمالية فتغلب الغابات ذات الأوراق العريضة والأشجار النفضية (المتساقطة الأوراق)، وتنتشر غابات السرو في القسم الشمالي للسفوح الجبلية. أما على الأجزاء العليا للنطاق الغابي الجبلي، فتغلب غابات الزان والشوح والتنوب المختلطة. تليها باتجاه القمم ١٨٠٠ . ٢٠٠٠م فوق سطح البحر، المروج الألبية وشبه الألبية.

١.٢. **التدرج الأفقي للنباتات في إقليم غابات البحر المتوسط:** أي الأقاليم النباتية تبعاً لاختلاف كمية الأمطار التي تتباين بدورها من مكان لأخر تبعاً لعوامل القرب أو البعد عن المسطحات المائية، كما يؤثر الاتجاه في صد الرياح السائدة أو توغلها في الداخل، بحيث تنتشر نباتات أليفة للرطوبة كالسنديان العذري والشوح والأرز، في حين تنتشر نباتات مقاومة للجفاف كالنباتات

العشبية والحولية والمعمرة المنتشرة في المناطق الداخلية مثل السنديان العادي، والبطم الأطلسي. ويمكن ملاحظة هذا في سلاسل بلاد الشام الغربية وفتحاتها الجبلية.

٢. الطوابق النباتية في إقليم غابات البحر المتوسط:

تنقسم الحياة النباتية في الغابة المتوسطية إلى عدة طوابق هي:

أ . الطابق الشجري: تنمو في هذا الإقليم الأشجار الكثيفة وذلك في النطاقات التي تسمح عناصر المناخ (درجة الحرارة والامطار) والتربة بذلك، يصل ارتفاعه إلى ١٥ م، ولا تنفض الأشجار أوراقها بسبب الجفاف، وهي ذات أخشاب صلبة وأوراق عريضة دائمة الخضرة، وذات أوراق سميكة وتتحمل الجفاف، بما تدخره في أوراقها من عصارات، وبما لها من جذور طويلة تتوغل في التربة. وكثير من الأنواع يفرز مواد عطرية يؤدى تبخرها إلى خفض درجة حرارة الأوراق، وتتكون هذه الأشجار من ثلاثة أنواع هي:

- **أشجار دائمة الأوراق:** من بين الأشجار التي تتميز بديمومة أوراقها، نوعان: البلوط الأخضر والبلوط الفليني.

يشغل **البلوط الأخضر** دائم الخضرة مساحات واسعة في حوض البحر المتوسط، ويطلق عليه اسم الشجرة المطاطية لتميزه بالتأقلم مع الأحوال البيئية، فهو ينمو في المناطق الممطرة وفي المناطق الأقل مطراً، يتواجد على ارتفاعات مختلفة بين ١٥٠٠ . ٢٨٠٠ م، يمكن أن يبلغ ارتفاع شجرة البلوط الأخضر في بعض المناطق ٢٠م، ويتواجد على شكل غابات خاصة في الضفة الشمالية (الجانب الشمالي) لحوض البحر المتوسط. **البلوط الفليني** دائرة انتشاره أقل من البلوط الأخضر، يتواجد بالقرب من المناطق الساحلية، التي يراوح ارتفاعها بين ٦٠٠ . ١٦٠٠ م، يتطلب البلوط الفليني كمية كبيرة من الأمطار، كما يخشى انخفاض درجة الحرارة.

- **أشجار نفضية:** تتواجد هذه الأشجار، على وجه الخصوص، في المناطق الانتقالية بين المناطق الرطبة ومناخ البحر المتوسط، وتكون، هذه الأنواع غابات مختلطة مع البلوطيات.
- **أشجار مخروطية:** يعد هذا النوع من أكثر الأنواع تواجداً في حوض البحر المتوسط، خاصة منها الصنوبر الحلبي، فهو يحتل مساحات واسعة جداً يفسر هذا الاتساع بتأقلم هذا النوع مع الأحوال البيئية، غير أن يخشى الانخفاض الشديد في درجة الحرارة −١٠ م°، ويتميز الصنوبر الحلبي بسرعة الانتشار. أما النوع الثاني فهو الصنوبر البحري غير أنه أقل مساحة، يوجد هذا النوع قريباً من المناطق الساحلية، في الجهة الشمالية لحوض البحر المتوسط، ويخشى هذا النوع

من انخفاض درجة الحرارة، يتأقلم مع ارتفاع الرطوبة الجوية، تتواجد بالإضافة إلى هذين النوعين، عدة أنواع أخرى كالصنوبر الأسود، والتنوب، والأرز، والعرعر، والعفصية....

من أشجار البحر المتوسط نذكر:

أ . السنديان أو البلوط Quercus: يعد من الأشجار المعمرة والضخمة، تعمر بما يقارب الـ ٥٠٠ . ٢٠٠٠ سنة، ويوجد أكثر من ٦٠٠ نوع من الأشجار والشجيرات تنتشر في النصف الشمالي من الأرض، ويصل ارتفاع بعض الأشجار إلى ٣٠ متراً، الأوراق مسننة أو مفصصة أو مجزَّأة، وهي إما دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق، وتكون الثمار جافة تدعى بلوطة محاطة بقمع مؤلف من حراشف متلاصقة أطوالها مختلفة تراوح ما بين ١٣ . ٥٠ ملم، والساق إما مفردة منتصبة متفرعة في جزئها العلوي وإما متعددة متفرعة القاعدة.

تعدّ أشجار البلوط مصدراً مهماً من مصادر الخشب، حيث إن خشبها يتميز بالقوة، ويُستخدم في صناعة الأثاث، وعوارض السكك الحديدية، والبراميل، وتشييد المنازل، واستخراج مادة التانين التي تستعمل في صناعة الحبر الأزرق وفي دبغ الجلود، وهذه المادة تتواجد في قلف الأشجار والعفصات، وتُعد ثمار وأوراق البلوط مصدراً مهماً للغذاء في الحياة البرية لكثير من الحيوانات.

ومن أنواع السنديان المتوسطية، وتوضح الصورة .٦٦. بعض أنواع السنديان Quercus:



الصورة .٦٦. بعض أنواع السنديان Quercus

- **السنديان العادي أو القِلبِريني Quercus calliprinos:** شجرة قد يتجاوز ارتفاعها ٢٠ متراً، كثيرة التفرع إذا قطعت، الأوراق دائمة، قاسية، مسطحة أو مجعدة، ذات حافة مسننة شوكية، وتعطي كل ثمرة بلوطة بيضوية محاطة بقمع نصف كروي مغطى بحراشف سفلية منطبقة على القمع.
- **السنديان القرمزي Q.coccifera:** شجرة يصل ارتفاعها إلى ١٥م، وتتميز بضخامة التاج وكبر الثمار التي يصل طولها إلى ٤,٥سم. ينبت في الأراضي الفقيرة والصخرية، ويقاوم البرد ويتحمل الجفاف إلى حد ما، ويستخرج منه صباغ أحمر.
- **السنديان المنفتك Q.infectoria:** المعروف محلياً بالبلوط، يصل ارتفاعها إلى ٢٠م، الأوراق متساقطة، بيضوية متطاولة ومسننة، وقد تكون شبه تامة، وحراشف قمع الثمرة منطبق

بعضها على بعض ومكسوة بأوبار قصيرة، ويؤلف في سورية غابات خالصة تكون نطاقاً غابياً مستقلاً يحتل الجبال الساحلية على ارتفاع بين ٧٠٠ . ١٠٠٠م فوق مستوى سطح البحر.

- **السنديان الأشعر pseudocerris** أو البلوط التركي أو العذر: شجرة كبيرة يمكن أن يصل ارتفاعها حتى ٣٠ متراً جذعها مستقيم مغطى بقشرة رمادية فاتحة فلينية تتخللها شقوق غزيرة طولانية وعرضانية، الأوراق مفصصه، والثمار ضخمة طولها ما بين ٢,٥ و٣,٥سم، أقماعها أسطوانية مغطاة بحراشف طويلة مخرزية الشكل.
- **السنديان الفليني Q.suber:** من أسمائه البهش، قشرتها سميكة متفلِّنة مشققة، ارتفاعها يراوح ما بين ٢٠ و٢٢ متر، والأوراق دائمة بيضوية، مستدقة القمة مسننة، ويؤلف غابات في المغرب تغطي مساحات واسعة، وينتشر بالمجالات التي يراوح ارتفاعها ما بين ١٢٠٠ و١٣٠٠ متر، إلى حدود ٢٢٠٠ متر بالأطلس الكبير، ويُستحصل منه على الفلين التجاري إذ يبلغ ثخنه ٢,٥سم.
- **السنديان الأخضر Q.ilex:** تتميز بقامة متوسطة تتراوح ما بين ٨ و١٠ أمتار، أوراقها دائمة الخضرة بيضوية متطاولة تامة الحافة أو مسننة شوكية، الثمار محاطة بأقماع نصف كروية، ينتشر إلى حدود ارتفاع ٢٢٠٠ متر، وينمو نتيجة للاحتطاب الجائر في أفراد مبعثرة بعد أن كان يؤلف غابات كثيفة.
- **سنديان البيرينية Q.pyrenaïca:** شجرة متوسطة الارتفاع، أوراقها متساقطة والثمار حولية النضج، وتنتشر في المغرب لاسيما في المواقع الجبلية.
- **شجرة الكستناء أبو فروة Castanea sativa:** وتلقب بفاكهة الشتاء، وتعرف في بلاد المغرب العربي بالقسطل شاه بلوط، شجرة متساقطة الأوراق يصل ارتفاعها إلى ١٥ . ٣٥ متراً، والكستناء معروفة منذ القدم في اليونان، ويقول البعض أن موطنها تركيا، بينما يرى آخرون أن موطنها الأصلي هو إيران ومنه انتقلت إلى اليونان.

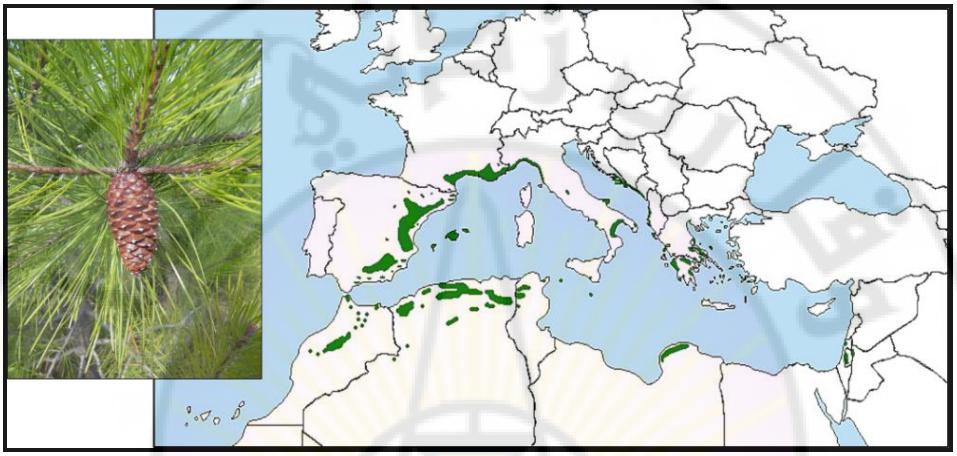
وقد ساعد الإنسان على انتشارها في مناطق عديدة نظراً لفائدتها، وتعيش بصورة طبيعية في المناطق الجبلية متوسطة الارتفاع، تنمو على ارتفاع يراوح بين ٤٠٠ . ١٠٠٠ متر، وتتحمل أشعة الشمس، والصقيع والثلوج في فترة السكون، ومن الأشجار النافرة من الأتربة الغنية بكربونات الكالسيوم. وخشب الكستناء مصدر التانين التي تستخدم لدباغة الجلود، وتستعمل أوراقها وأغصانها الغضة والمجففة علفاً للماشية، والثمرة جوزية مستديرة الشكل مغطاة بزوائد تشبه أشواك القنفذ، تحتوي على بذرة واحدة، ذات قيمة غذائية عالية تُستخدم كمكسرات.

- **أشجار الزّان** : الزان الشائع أو الأوروبي Fagus sylvatica فاغيس سيلفاتيكا أشجار متساقطة الأوراق، وتبلغ أشجار الزان ارتفاعاً يصل نحو ٣٠ متراً خلال ١٠٠ سنة، ثمرة الزان بندقة مثلثة مغطاة من الخارج بأشواك صلبة تشبه ثمرة الكستناءوموطنها الأصلي المناطق المعتدلة في نصف الكرة الشمالي، في أوروبا وآسيا ومناطق أخرى من العالم، وهي نادرة في الوطن العربي، وتُزرع شجرة الزان في بريطانيا تحت نظام خاص لإدارة الغابات يعرف بالنظام الانتخابي أي لا تُقتطع أشجارها كلها مرة واحدة، وإنما يؤخذ من الغابة عدد من الأشجار على فترات، ويعوض النقص عن طريق النمو الطبيعي أو الزراعة الذاتية.

ب . المخروطيات Pinophyta: رتبة نباتات من عريانات البذور أو الراتنجيات، متميزة باجتماع بذورها العارية في مخروط، والأوراق إبرية الشكل، ويحوي كثير من المخروطيات مركبات راتنجية تسيل خارج النبات، الأمر الذي سبب تسميتها بالراتنجيات، تختلف أشكال مخروط المخروطيات باختلاف الأنواع والأجناس: فالمخروط منتصب في الأرز، ومتجه إلى الأسفل في الصنوبر، وصغير كروي في عرعر الأرز الإبري Juniperus oxycedrus، والبذور يختلف شكلها من نوع إلى آخر، وهي عادة مجنحة هوائية الانتشار.

أولاً . الأشجار الصنوبرية: ينتمي الصنوبر إلى مجموعة من النباتات تتدعى باسم المخروطيات، تشبه صنوبريات المناطق المعتدلة الباردة، وهي ترتبط بمناطق معينة وبصفة خاصة المناطق المرتفعة نسبياً حيث تنخفض درجة الحرارة نسبياً، أشجار الصنوبر هي أشجار دائمة الخضرة، ولأوراق الصنوبريات شكل إبري وطبقة واقية شمعية ما يساعد الأشجار على توفير الماء، ويكون تكاثر هذه النباتات من خلال مخاريط حراشفية متخشبة تنتج البذور وحبوب اللقاح، ويبلغ طول المخروط ما بين ٤ إلى ٨ سم، وتتنوع المخاريط في شكلها فإما أن تأخذ الشكل البيضاوي أو الشكل المخروطي، ولونها يميل إلى اللون البني، وتتميز أشجار الصنوبر بارتفاعها المتفاوت تبعاً لنوعها بعض هذه الأشجار يصل إلى نحو ٦٠ متراً، وبعضها يكون صغيراً وأشبه ما يكون بالشجيرات، ويوجد ما يفوق ١٠٠ نوع من أنواع أشجار الصنوبر، قد تختلف هذه النباتات في الخصائص المورفولوجية ، مثل شكل التاج، وطول الإبرة، وبنية الساق ... وتحوي جذورها وسوقها على مادة راتنجية زيتية، وتمتلك تاجاً كروياً عند الأشجار الفتية، ثم تتخذ شكل المظلة عند نضجها، ومن أشجار الصنوبريات في الإقليم نذكر:

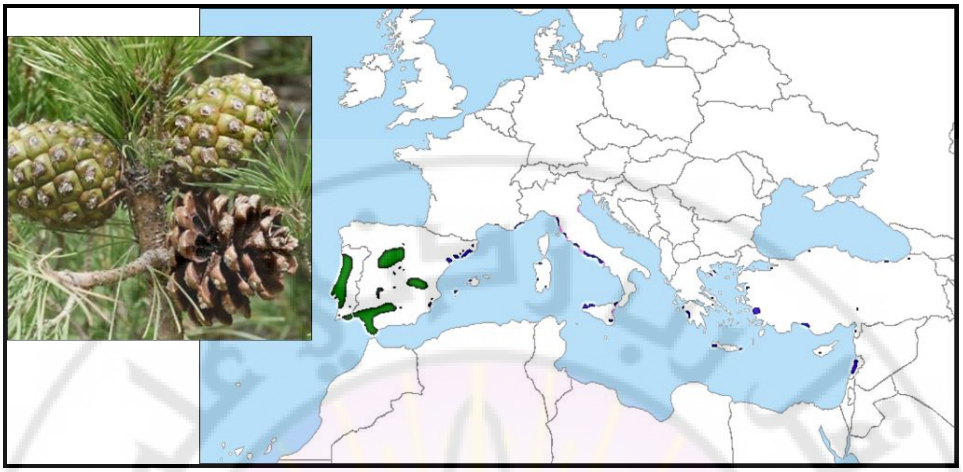
• **الصنوبر الحلبي Pinus Aleppo:** شجرة دائمة الخضرة يصل ارتفاعها إلى٢٠ متر، ينتشر الصنوبر الحلبي في مناطق حوض البحر المتوسط، وبخاصة في جبال المغرب العربي، وجبال المشرق العربي (بلاد الشام) وصولاً إلى إسبانيا وجنوب فرنسا. الخريطة .٣١. مناطق انتشار الصنوبر الحلبي في إقليم غابات البحر المتوسط.



الخريطة .٣١. مناطق انتشار الصنوبر الحلبي في إقليم غابات البحر المتوسط.

إن شجرة الصنوبر الحلبي مقاومة للجفاف، وتُفضل الأماكن ذات المناخ الدافئ فهي حساسة لفترات طويلة من الصقيع، وتتحمل الكلس وتنمو بشكل طبيعي في الترب الكلسية.

• **الصنوبر الثمري Pinus pinea :** هي شجرة يصل ارتفاعها إلى ٢٥ متراً، تاجها كثيف ومنبسط بشكل مظلة، ويستوطن هذا النوع في المناطق الشمالية من منطقة البحر المتوسط، بدءاً من أراضي البرتغال وصولاً إلى آسيا الصغرى، بين ارتفاع ٣٠٠ إلى ١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، الخريطة .٣٢. مناطق انتشار الصنوبر الثمري في إقليم غابات البحر المتوسط.



الخريطة .٣٢. مناطق انتشار الصنوبر الثمري في إقليم غابات البحر المتوسط

- **الصنوبر الكورسيكي Corsican Pinus**: الموطن الأصلي له هو جزيرة كورسيكا، وجنوب إيطاليا، وجزيرة صقلية، ويوجد بشكل واسع أيضاً في جبال البرانس والألب والمرتفعات في قبرص، ويُستخدم لب الخشب الناتج عنه في صناعة الورق.
- **شجرة الأرز Deodar** : الأرز من الأشجار المعمرة من الفصيلة الصنوبرية، لها تاج مسطح وفروع أفقية، والأرز شجرة بطيئة النمو وقد يلزمها ما لا يقل عن ١٢ سنة، لتبدأ بالارتفاع و٤٠ سنة لتعطي ثمارها، ويراوح طولها ما بين ٣٠ و٤٥ متراً، وتزرع للزينة، ورائحتها العطرة، ولأخشابها عالية الجودة، أوراقها دائمة الخضرة وتشبه الإبرة الناعمة، تحمي الأوراق من الجفاف طبقة الشمع، موطنها الأصلي هو لبنان وشمال سورية، حيث ينتشر في النطاق المتوسطي الجبلي البارد محتلاً السفوح الشرقية الواقعة بين ارتفاع ١١٠٠. ١٣٠٠م فوق سطح البحر، في الجرود السورية اللبنانية، وشجرة الأرز كانت رمزاً للحضارة الفينيقيّة القديمة، ومن أنواعها نذكر:

أ . الأرز اللبناني Cedrus libani : موطنه الجبال الساحلية للساحل الشرقي للمتوسط من لواء إسكندرون شمالاً إلى شمال ووسط فلسطين، وتوجد أكبر كثافة له في أعالي في جبال لبنان خاصة أجمة بشري غابة أرز الرب في جبل المكمل وتُعد من أقدم أشجار الأرز في لبنان، وفي جبال اللاذقية قرب صلنفة، منتشرة من جبال الشعرة في منطقة صلنفة إلى حدود منطقة الغاب في حماة، وشجرة الأرز في سورية من أهم الأشجار وأكثرها انتشاراً في سورية، إلا أنها تعرضت وتتعرض بشكل مستمر للقطع الجائر، كان لشجرة أرز لبنان دور مهم في الثقافة القديمة، عُرفت في الحضارة الفينيقية، واستعمل صمغ الأرز بخوراً في الاحتفالات الدينية، وزيته للحماية من

العفن، وخشبه في بناء الكنائس المذابح، والأواني المقدسة والهدايا، واستخدم السومريون زيت الأرز المستخرج من أوراق الشجرة وجذورها، واستخدمه المصريون القدماء في بناء القصور وفي تحنيط الفراعنة.

ب . الأرز الأطلسي Cedrus atlantica: شجرة تتواجد في جبال الأطلس في الجزائر والمغرب منذ آلاف السنين، على شكل غابات على ارتفاع بين ١٣٧٠ إلى ٢٢٠٠ م فوق سطح البحر، ويُعد أرز أطلس نوعاً مستقلاً من أشجار الأرز، وهي مشابهة لأرز اللبناني.

ج . الأرز القبرصي Cedrus brevifolia: نوع من الأشجار النادرة يتبع جنس الأرز من الفصيلة الصنوبرية، موطنه جبال جزيرة قبرص، بعض العلماء يعتبرونه من سلالات الأرز اللبناني، تختلف عن الأنواع الآخر بأن أوراقها إبرية صغيرة، ومخاريط قصيرة. الصورة .٦٧. شجرة الأرز.



الصورة .٦٧. شجرة الأرز

- **أشجار الشوح :** تتبع الفصيلة الصنوبرية، شجرة متوسطة الحجم دائمة الخضرة، يراوح طولها بين ٢٠ . ٣٥ م، وريقاتها خضراء سميكة ولامعة طويلة وواسعة يصل طولها ما بين ١,٥ و٢,٥ سم، ومخاريطها ذات شكل مستقيم على السيقان، وينمو في مناخ البحر المتوسط على ارتفاع عالي بين ١٨٠٠ . ٢٠٠٤ م فوق سطح البحر، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بجنس الأرز، ويضم نحو ٤٥ . ٥٥ نوعاً، منها: الشوح **السوري** أو **الكيليكي Abies cilicica أبيس سيليسيكا:** نبات مهدد بالانقراض وهو يعيش بصورة طبيعية في الجبال الساحلية شمال المشرق العربي في لبنان وسورية لم يبقى من غاباته في سورية سوى بضع مئات من الهكتارات على السفح الغربي لقمة جبل النبي متى في الجزء الشمالي من سلسلة الجبال الساحلية على ارتفاع١٢٥٠. ١٤٠٠م عن سطح البحر، كما يمكن أن يُلاحظ على ارتفاع ٩٥٠م في منطقة جب الشوح، ومنطقة لواء اسكندرون، وفي سلسلة جبال لبنان الغربية، **والشوح النوميدي** أو **الشوح الجزائري Abies**

numidica: يعيش في جبال بابور أو منطقة القبائل الصغرى في شمال الجزائر، **والشوح الإسباني Abies pinsapo** موطنه جبال الأندلس في جنوب إسبانيا وجبال الريف على ارتفاع يراوح بين ١٤٠٠ . ٢١٠٠م فوق مستوى سطح البحر. يتميز خشب الشوح بجودته الصناعية للأعمال الخشبية ولصناعة عجينة الورق، وتحوي مخاريطه على مادة راتنجية تستخدم في بعض الصناعات الغذائية، ويستخدم الزيت الطيار المستخرج من قمم الأفرع الحديثة لمعالجة التهاب الحلق. الصورة ٦٨. أشجار الشوح



الصورة ٦٨. أشجار الشوح

ثالثاً . السرويات Cupressaceae: منها:

١. اللزاب أو العرعر juniperus spp من رتبة الصنوبريات، الفصلية السروية، من الأنواع النادرة على مستوى العالم، اللزاب أشجار معمرة دائمة الخضرة، مخروطية الشكل لها ساق قائمة كثيرة التفرع، يراوح طولها ما بين ٢ إلى ٨ أمتار، وأوراقها حرشفية صغيرة، طولها يصل إلى سنتمتر واحد، ثمارها تسمى توت العرعر تشبه ثمار العنب، والعرعر نوعان، **النوع الأول يتميز بثماره الزرقاء** التي تميل إلى اللون البنفسجي، و**النوع الثاني تميل لون ثماره إلى اللون البني**، والجذور منتشرة وعميقة، حيث تمتد إلى أعماق كبيرة وتتمكن من اختراق الشقوق الصخرية وصولًا إلى التربة، وتفرز أغصان وجذوع أشجار العرعر مادة صمغية تُعد غذاءً أساسياً للنحل، وتتميز أخشاب العرعر بأنها تعطي طاقة حرارية كبيرة جداً لدى استخدامها كوقود، لها رائحة زكية عند حرقها، وأخشاب الشجرة متينة جداً لذلك تُستخدم كدعائم لسقوف المساكن المبنية من الطين والحجر هذه الشجرة باتت من الأنواع المهددة بالانقراض جراء عوامل مختلفة منها الجفاف، والقطع والرعي الجائرين الذي تتعرض له منذ سنوات عديدة.

ويوجد نحو ٥٠ نوع من أشجار اللزاب ومن أنواعها: **العرعر السوريExcelsa Juniperus** ينتشر في جميع أنحاء شرق البحر المتوسط، كان عرعر المرتفعات يغطي في الماضي مساحات

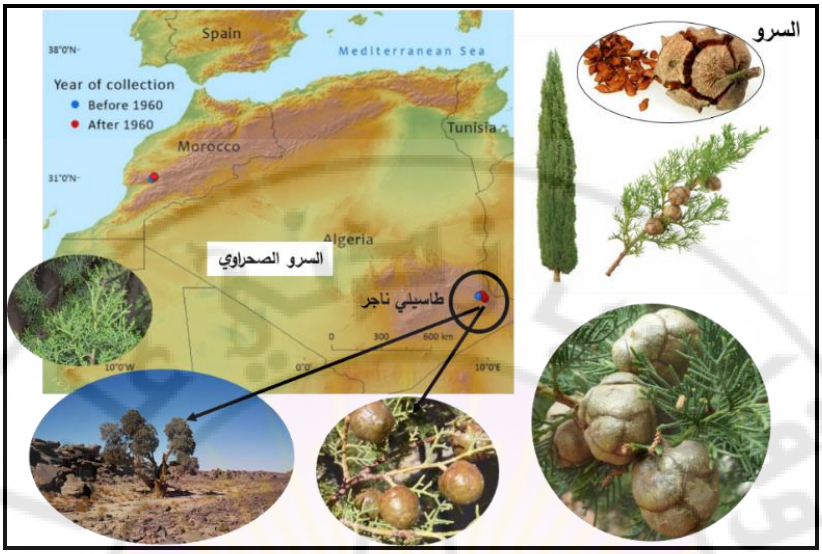
واسعة من جبال القلمون والسفوح الشرقية لسلسلة لبنان الشرقية، وتتكون من تجمعات شجرية تمتد من جبل حليمة في منطقة قارة التي ترتفع نحو ٢٤٦٥ متراً شمالاً إلى جيرود ورأس المعرة وعسال الورد جنوباً. ويصل عمرها إلى أكثر من ٦٠٠ عام. على سفحي سلسلة الجبال الغربية، من جزئها الأوسط حتى شمالها وصولاً الى مرتفعات عكار من ارتفاع ١٠٠٠ متر في أفقا أعلى وادي نهر ابراهيم حتى ٢٨٠٠ متر في مرتفعات جبل المكمل. **وعرعر الشربيني Juniperus oxycedrus** أو العدريش شجرة أو شجيرة يصل ارتفاعها إلى ١٠ أمتار، وأوراقها إبرية الشكل، ويستخلص بوساطة عملية التقطير لأخشاب أشجارها زيت الكاد oil of Cade ينتشر في كافة أرجاء البحر المتوسط من المغرب العربي وإسبانيا غرباً إلى المشرق العربي حتى العراق وإيران شرقاً. **والعرعر الفينيقي Juniperus phoenicea** أو ما يعرف (العرعر الأحمر) له ثمار عنبية ذات لون أزرق إلى بنفسجي، وقد استخدم الفينيقيون خشب العرعر في صناعة السفن التجارية والحربية والمنشآت، مما أكسب هذه الأشجار قيمة خاصة. **والعرعر الفواح Juniperus thurifera** (عرعر البخور) من الأصناف النادرة في العالم لتواجدها فقط في شمال إفريقيا على سفوح جبال الأطلس الكبير في المغرب، وجبال الأوراس في الجزائر، والجنوب الغربي لأوروبا.

تدخل أشجار اللزاب أو العرعر في دائرة التهديد بالانقراض، جراء عوامل مختلفة، منها الجفاف والرعي والتحطيب الجائرين، في ظل جهود متواضعة حيال حمايتها، هذه الأشجار عندما تقطع لا تعاود النمو، والمشكلة تكمن في أن تكاثر الشجرة صعب، وهو ما يجعل خسائر اليوم تنعكس على الأجيال اللاحقة، لذلك يرى الكثير من البيئيين أن تقطيع أشجار اللزاب كارثة وطنية وبيئية لا تعوض، إنَّ عدم تكاثر هذه الشجرة ناجم عن فقدان أنواع من الطيور ومنها **طائر الكيخن** fieldfare (السمّن البواشقي)، يفضل طائر الكيخن بذور اللزاب السوداء غذاءً له، وبعد تناولها يبدأ جهازه الهضمي بإفرازات تفكك المواد العازلة التي تمنع إنبات بذور اللزاب، ثم يطرحها مع بقايا فضلاته في التربة هكذا تنبت هذه الشجرة، وهذا الأمر دفع الباحثين إلى القيام بتجارب لاستبدال الطريقة الطبيعية لإنبات اللزاب بأخرى صناعية، وذلك بإخضاع بذور اللزاب لفترة تحضيرية على مدى أربعة أشهر بمعاملة حرارية وكيميائية معينة، لتبدأ من بعدها مرحلة الزراعة في التربة والإنبات، وفي فترة زمنية تراوح بين ٣ و٦ أشهر. الصورة .٦٩. أشجار اللزاب (العرعر).



الصورة .٦٩. أشجار اللزاب (العرعر)

٢. أشجار السرو: تتبع الفصيلة السروية، من الأشجار دائمة الخضرة هرمية الشكل يصل ارتفاعها إلى ٣٠ متراً، تتحمل الجفاف وتقلبات درجة الحرارة، ذات أوراق صغيرة شبيهة بالحراشف خضراء، ومخاريط السرو كروية الشكل تحوي بذور صغيرة ومجنحة، يحوي السرو على زيت طيار يدخل في تصنيع العديد من المنتوجات مثل الصابون، والعطور، وموطنها الأصلي شرق حوض البحر المتوسط ومن أهم أنواعه سرو البحر المتوسط Cupressus sempervirens، والسرو الأطلسيCupressus atlantica ، والسرو الصحراوي Cupressus dupreziana وهي أشجار نادرة، وموطنها منطقة طاسيلي في الجنوب الشرقي للجزائر، مهددة بالانقراض حيث لم يبق منها إلاَّ نحو٢٣٠ شجرة. الصورة .٧٠. أشجار السرو.



الصورة .٧٠. أشجار السرو

رابعاً . أشجار الغار أو الغار النبيل أو الرند Laurus nobilis: من الأشجار العطرية المعمرة ودائمة الخضرة، يصل طولها من ٧ إلى ١٨ متر، وثمارها تشبه ثمار الزيتون ويستخرج منها زيت عطري يدخل في صناعة الصابون الطبيعي، وتُستعمل أوراق الغار كنوع من أنواع التوابل. وموطنها الأصلي دول البحر المتوسط، ينتشر بكثرة في الساحل السوري وخاصة في منطقة كسب، واحتلت أشجار الغار مكانة بارزة في الثقافة اليونانية والرومانية، حيث وضعت أغصان الغار كأكاليل نصر على رؤوس الفائزين في الألعاب الأولمبية، الصورة .٧١. شجرة الغار النبيل.



الصورة .٧١. شجرة الغار النبيل

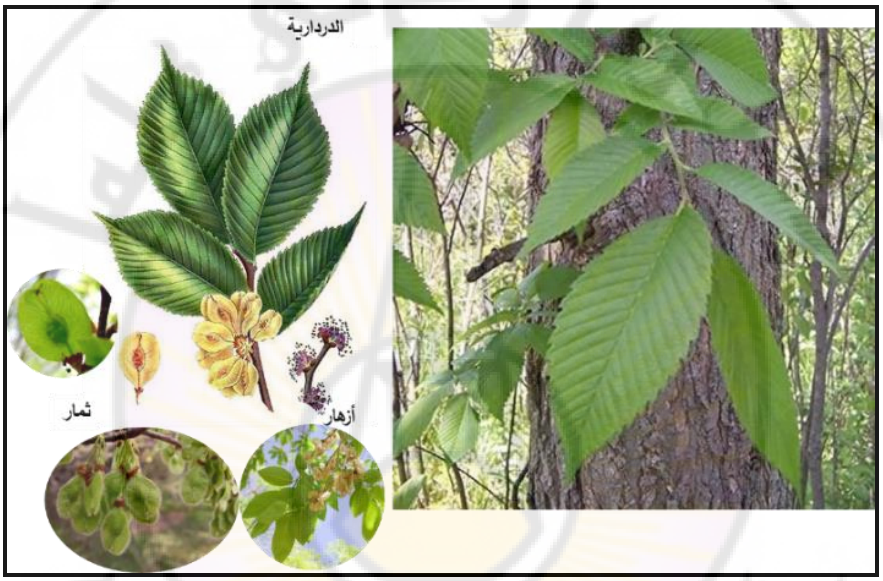
خامساً . شجرة المصطكاء Pistacia lentiscus (البطم العدسي أو بطم اللانتيسك أو المستكة) شجرة الصمغ شجرة صغيرة دائمة الخضرة، من الفصيلة البطمية، وموطنها الأصلي هو منطقة البحر المتوسط من المغرب وشبه جزيرة أيبريا وجزر الكناري غرباً، حتى العراق وإيران شرقاً، لها ثمر أحمر مر الطعم، يُستخرج من جذوع الأشجار مادة صمغية راتنجية تدعى المصطكاء أو أضراس المسكة، بعمل شقوق طويلة في جذع الشجرة والأغصان الكبيرة للنبات فتسيل عصارته الراتنجية سائلة تجمد بسرعة وتبقى متعلقة بالشجرة على هيئة دموع هشة لونها أصفر. استعملت فصوص المصطكى كالبخور، وفي الطب الشعبي. الصورة . ٧٢. شجرة المصطكاء.



الصورة .٧٢. شجرة المصطكاء

سادساً . الدردارية أو البوقيصية Ulmaceae: تعرف بتسمياتها الأخرى الغبيراء، وشجرة النبق... من الأشجار النفضية، يصل ارتفاعها من ٢٤ إلى ٣٠ متر فوق سطح البحر، ملمس أوراقها خشناً، لون بذورها أخضر فاتح أو بني، وتكون مكسوة بغلاف مجنح تحمله الريح بعيداً، وتتواجد في الجزائر وتُسمى الألموس، وتنتشر في مجال ضيق في سورية ولبنان وفلسطين في الأراضي الغدقة حيث ينتشر في مستنقعات وتُعرف بالمُران السوري أو الدردار

السوري Fraxinus syriaca ويعد سهل الغاب البيئة الحاضنة الوحيدة لشجر الدردار السوري، وهي مهدد بالانقراض بسبب خسارة موئله وتجفيف المستنقعات التي ينمو فيها في سهل الغاب، ويقتصر التوزع الحالي للدردار السوري على الشريط المحاذي لجبال السلسلة الغربية من سهل الغاب، وعلى ضفاف نهر بردى، ونهر اليرموك. تُستخدم شجرة الدردار منذ آلاف السنين في علاج الكثير من الأمراض، وفي صناعة الأثاث. الصورة .٧٣. شجرة الدردارية.



الصورة .٧٣. شجرة الدردارية

سابعاً . القيقب أو الإسفندان Acer sp: أغلب أنواع القيقب من الأشجار النفضية، وأنواع قليلة منها دائمة الخضرة، بعض أنواعها صغيرة ولا يزيد ارتفاعها عن ١٢ متراً وبعض الأنواع يصل ارتفاعه إلى ٣٠ متراً وتسمى ثمار القيقب بالثمار المجنحة، للشجرة نظام جذري كثيف للغاية يمنع نمو النباتات بالقرب من الشجرة، من أنواعه: القيقب الدائم الخضرة أو القيقب الكريتي Acer sempervirens. وقيقب أوبالي القيقب الإيطاليAcer opalus. والقيقب عريض الأوراق أو القيقب السوريAcer obtusifolium وتتمثل في النبات السوري اللبناني بثلاثة أنواع هي: القيقب الحرموني (جبل الشيخ) Acer hermoneum والقيقب السوري Acer syriacum والقيقب الطوروسي Acer tauricolum، ولا يشكل القيقب غابات في سورية، ولكنه ينتشر مرافقاً في غابات السنديان والبطم والصنوبر البري، وأشجار القيقب بشكل عام هي من الأشجار المهددة بالانقراض والاختفاء نتيجة القطع الجائر الذي تتعرض له هذه الشجرة فخشبها مرغوب

في المدافئ والمواقد لأنه قليل الدخان عند احتراقه. خريطة .٣٣. مناطق توزع أشجار القيقب (الإسفندان).



خريطة .٣٣. مناطق توزع أشجار القيقب (الإسفندان)

ب . طابق الأحراج (الشجيرات): عبَّارة عن مجمع نباتي تُهيمن عليه الشجيرات بصورة رئيسة، حيث يتألف بشكل أساسي من الأنواع التي كانت تعيش تحت الطابق الشجري في الغابات دائمة الخضرة قبل أن تُزال، وتسوده الشجيرات دائمة الخضرة والتي يراوح ارتفاعها ما بين ١ . ٥ أمتار، والتي تمثل بقايا الغابة الأصلية. وتنمو هذه الجنبات بشكل طبيعي في البيئة المتوسطية، في خمسة أقاليم حول العالم ويطلق عليها عدة أسماء محلية ففي الدول المحيطة بالبحر المتوسط يطلق عليها اسم الماكي Maqui، ويُطلق عليها اسم ماتورال matorral أراضي الأشجار القمئية أو أراضي الآجام في إسبانيا، والغاريك garrique في جنوبي إيطاليا، وmacchia في إيطاليا، والفرايكنة phrygana في اليونان، وفي وسط كاليفورنيا اسم شاپارول Chaparral، وفي غرب وجنوب أستراليا حيث تشهد مناخاً متوسطياً يطلق عليها اسم الكوونكان kwongan، واسم fynbos فنبوس في إقليم الكاب في أقصى جنوب غرب أفريقيا الذي يتمتع بمناخ البحر المتوسط. وفي وسط تشيلي في أمريكا الجنوبية ماتورال matorral، حيث تعد نمطً متدهوراً من غابة الأحراج تتميز بانخفاضها، وتوجد في بقع منفصلة، ومقاومتها كبيرة للجفاف، من أهم أشجارها وأكثر الأنواع انتشاراً شجيرة الرتم Retama raetam ، والآس أو الحمبلاس Myrtus communis، والزعرور البري Crataegus، واللوز البري Amygdalus ، والسدر أو النبق أو السويد الفلسطيني Rhamnus palaestina ، والبطم الأطلسي Pistacia atgantica ، والأجاص السوري Pyrus Syriaca، والخروبCeratonia siliqua، والقطلب Arbutus،

والوازلSpartium junceum، والخلنج Calluna vulgaris، والأجمات من الطيون Inula viscosa L، والبلان الشوكي أو النَتش Poterium spinosum، وإكليل الجبل أو حصى البانRosmarinus officinalis، والشيح Artemisia ... وتوضح الصورة .٧٤. بعض أشجار طابق الشجيرات في البيئة المتوسطية. إن إزالة الغابات المتوسطية الأصلية من أجل زراعة الزيتون والكروم والحبوب، وإدخال الأغنام وخاصة الماعز، وصناعة الفحم، وتعرض سطح الأرض للعوامل الجوية ما أدى إلى تراجع الماكي، وحل محله الغاريك Garique الذي يتألف من شجيرات قصيرة، وأعشاب حوليه ومعمرة، وينتشر في الأمكنة الصخرية الجافة، وهي الأنواع المحتملة للجفاف وأهم نباتات الغاريك الزعتر Thymus.

ج . طابق النباتات المتسلقة وأهمها اللبلاب أو حبل المساكينConvolvulus ، تنتشر في غابات منطقة البحر المتوسط، وتُطلق تسمية اللبلاب على عدد من الأنواع النباتية المنتسبة إلى فصائل مختلفة، سميت الفصيلة باللافة، إشارة إلى خاصة الالتفاف الموجودة في سوق عدد من أنواعها، وتتنوع أشكالها وأنواعها كثيراً، فمنه اللبلاب الصغير، والمداد، ولبلاب الحقول، وطربوش الغراب، ولبلاب الختمي، وهيديرا، وست الحسن، والكرمة العذراء (الخميسة)، وستيريا Wisteria...

هـ . طابق الأعشاب تنمو في مناطق الغابات المتدهورة في منطقة البحر المتوسط، وهي نباتات بصلية ودرنيات مثل العكوب والبلان والجعدة والزعتر ونباتات ذات رائحة عطرية...

كما تنمو مجموعة من الأعشاب الفصلية وقت هطل الأمطار وتزول بعد فترة قصيرة بسبب الرعي، تختفي النباتات التي تأكلها الماشية من الغطاء النباتي (المستساغة)، وتنتشر بعض أنواع النباتات الغازية في الإقليم مثل الحشائش السامة Asphodelus تعد من النباتات السامة، والنباتات الشائكة القتاد (الأستراغالوسAstragalus)، وبعض نباتات الفصيلة النجمية أو المركبة Asteraceae هي أكبر عائلة من حيث عدد النباتات تضم أكثر من ٢٣٠٠٠ نوع منها السلبين أو الخرفيش الشيح، وسلبين مريمي، والقنطريون العنبري، والصر، والشبرق، واللغلول اللبناني، والجعدة، والهيب وغيرها. تتميز معظم نباتات هذا الإقليم بأنها تتأقلم مع بيئتها بطرق متنوعة لتقليل النتح

و . طابق الحزازيات والطحالب وهو قليل النمو عموماً يتألف من الأشنيات والطحالب القائمة (الحزازات).



الصورة ٧٤٠. بعض أشجار طابق الشجيرات في البيئة المتوسطية

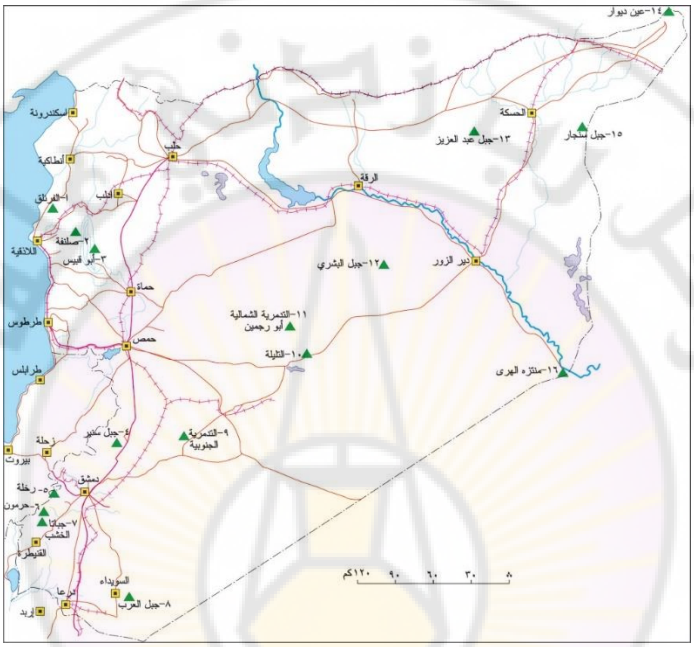
ب الحياة الحيوانية:

إن معظم الحيوانات في الإقليم ليست حيوانات أصيلة، بل وافدة، وتُنسب للأقاليم الحيوية المجاورة مكونة منطقة انتقالية، وأهم حيوانات هذا الإقليم الماعز الجبلي، والغزال الأطلسي، والظبي الإلكة، والسنجاب الأحمر الأوربي، والسنجاب الرمادي، والذئاب الرمادي، والدب الرمادي، الدب البني السوري أو الدب الأسمر السوري، والأسد الجبلي، والخنازير البرية، وابن اوى، والنمس، والنيص، وقرود المكاك البربري، والأرانب البرية، والماعز البري كبش جبلي (الأرويّة أو الموفلون) وأنواع أخرى كثيرة، وتحلق في أجواء المنطقة الطيور من أنواع مختلفة البلابل، والحمام، والشحرور ذا المنقار البرتقالي اللون، ودجاجة جبلية ، وعقعق زرقاء ، ونسر أسود ، وطائر سردينيا ، والباز، والنسر وهما طائران جارحان، والطيور الليلية مثل، البومة والبومة البيضاء، وغابات البحر المتوسط غنية بالحشرات كالفراشات، والبعوض كما أنها موطن لأنواع عديدة من الثعابين والسحالي وبعض الزواحف. أدى رعي الماعز والأغنام، والحرائق، واستغلال الأراضي إلى تدمير شبه كامل للغطاء النباتي الطبيعي وتآكل التربة، وانقراض بعض حيوانات الإقليم.

ج . تأثير الإنسان:

تواجه غابات البحر المتوسط مزيجاً من التهديدات نتيجةً لعدة عوامل أبرزها تغيُّر المناخ، والتوسع الزراعي، حيث تقع هذه الغابة في نطاق زراعة الزيتون الذي يعد نمطاً نباتياً واضحاً في إقليم البحر المتوسط. وقطع الغابات لكون الأشجار وأخشابها ذات نوعية جيدة وقاسية ومناسبة لبناء السفن، أو استخدامها كعوارض خشبيه تحت الخطوط الحديدية، واستخدام أخشاب الأشجار في بناء أسقف منازل البيوت الريفية، وللتدفئة، والصناعات المنزلية الريفية كالمحراث، ورعي الماعز، والتوسع العمراني في أماكن انتشار النباتات الطبيعية، والصيد الجائر وتخريب بيئة الحيوان، والحرائق كون النباتات المتوسطية ذات طبيعة زيتيه لذلك نراها تشتعل بسرعه خاصة في ظل درجة حرارة الصيف العالية ووجود الرياح، إضافة إلى ممارسات التحول في استخدامات الأراضي لأغراض متعددة ما ينجم عنه خسائر في المناطق الشجرية، كما تشهد غابات حوض البحر المتوسط ازدهاراً وتوسعاً منتظماً نتيجة للأنشطة الزراعية وحملات إعادة التشجير، وإقامة المحميات والمنتزهات لحماية الحياة البرية، ولحفاظ على النظم البيئية في الإقليم المتوسطي وحماية الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة، لاسيما المهددة منها بالانقراض، وقد تم إنشاء عدد من المحميات الطبيعية على أساس برامج وطنية للحفاظ على الطبيعة، نذكر منها:

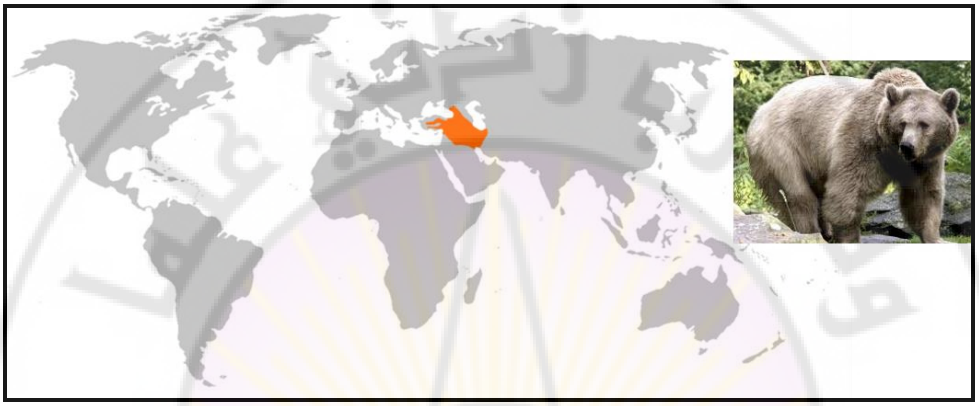
المحميات الطبيعية في سورية: يصل عدد المحميات الطبيعية في سورية إلى نحو٣٠ محمية منتشرة في مختلف المناطق منها الرعوي، والاصطناعي، والطبيعي، كما في الخريطة .٣٤. المحميات في سورية ومن هذه المحميات نذكر:



الخريطة .٣٤. المحميات في سورية

أ . محمية الشوح والأرز: تقع في الجزء الشمالي من سلسلة الجبال الساحلية على السفحين الغربي والشرقي لقمة النبي متى أعلى قمة في الجبال الساحلية بارتفاع ١٥٦٢م فوق سطح البحر، وتعيش فيها أنواع حيوانية يقدر عددها بأكثر من٦٥ نوعاً منها الذئب، والثعلب، والخنزير البري، والسنجاب والغزال الجبلي، والأرنب البري، والأيل الأسمر، والضبع، وخفاش نعل الفرس الكبير، والنمس، والغرير، والخلد، والسلمندر... ومن الطيور الشحرور، وأبو الحن، والغراب الأبقع، وباشق العصافير، والبومة الصغيرة، وأبو زريق، والقرقف الكبير، والنسر الأقرع، وغيرها، كما يقدر عدد الأنواع النباتية بنحو٢٠٠ نوع منها النادر والمهدد مثل السنديان اللبناني، والمرجان العريض الأوراق، والسنديان الأرزي، والسوسن، والقيقب، واللوز الشائع، والخوخ الزاحف، والسفمدر التزييني، والسفرجلية الدرهمية، والدردار المزهر، والشوح السوري، والأرز اللبناني، والعدريش، وسوسن أصفر، وسرخس دريقي، وروبيا، وتوليب السوسن أزرق...إضافة إلى العديد من الأنواع النادرة والمهددة بالانقراض مثل النبق المسهلRhamnus cathartica، والبايونيا

Paeonia mascula. وكانت منطقة موئلاً للعديد من الأنواع التي واجهت الانقراض كالنمر السوري حيث تشير الاستقصائيات والمشاهدات إلى آن أخر صيد له كان في الستينات، والدب البني السوري الذي اختفى قبل ذلك ويتم العمل على إعادته. وتوضح الخريطة .٣٥. مناطق انتشار الدب البني السوري.



الخريطة .٣٥. مناطق انتشار الدب البني السوري

ب . محمية التليلة للحياة البرية في البادية السورية: تقع على بعد٢٠ كم من مدينة تدمر، تهدف المحمية المحافظة على نباتات البادية الطبيعية والإبقاء على الحيوانات التي تعيش فيها وتكاثرها بشكل يضمن استمرار وجودها وعدم انقراضها، وتم حصر أنواع نباتية التي يفوق عددها الخمسين نوعاً وأهمها: الروثا، والخدراف، والصر، والرمرام، والشنان السوري، والشيح، والقيصوم، والقيباء السينائي، والكمأة (الفقع) وغيرها من النباتات العشبية الحولية والمعمرة، وتم تمييز أكثر من سبعين نوعاً من الطيور وأكثرها شيوعاً الغواص، والعقاب، والقبرة، وأبو بليقة، والصرد الزقزاق، وطائر النوق (أبو منجل) الذي يُعتقد أنه انقرض من سورية والشرق منذ الثمانينات، حيث تم رصد وتوثيق اكتشاف مستعمرة مكونة من ثلاثة أزواج تحضن البيض على جروف الجبل الأبيض شمال مدينة تدمر، كما تم إحصاء نحو ٢٢ نوعاً من الثدييات مثل ابن آوى، والذئب، والثعلب، والضبع، والقط البري، والأرنب البري، والإبل... و٢١ نوعاً من الزواحف كالسحالي والثعابين، ونوع واحد من البرمائيات كالضفادع، وعدد كبير من الحشرات مثل الخنافس وتم اكتشاف نوع من الخنفساء لم يكن معروف عالمياً تم تصنيفه وإعطاؤه اسم خنفساء التليلة، ومن أهداف المحمية هو إعادة الحيوانات التي كانت تعيش في المنطقة الغزلان من نوع الريم الصحراوي، والمها البقر الوحشي، والنعام، والحمار البري المنقرضة فقد تم عام١٩٩٦م، جلب

حيوانات المها من الأردن، والغزلان من السعودية وتوالدت وتكاثرت في المحمية. الصورة .٧٥. حيوانات مهددة بالانقراض في محمية التليلة.



الصورة .٧٥. حيوانات مهددة بالانقراض في محمية التليلة

ج . محمية جبل أبو رجمين: تقع شمال مدينة تدمر محمية بيئية حراجية متعددة الأغراض، فهي عبارة عن مخزون وراثي متنوع ففيها العديد من النباتات والأشجار كالبطم الأطلسي، والسويد، والعديد من الطيور والحيوانات ومن أنواع الطيور: الحجل، ، والدرج، والصقر، والباشق، والعقاب، والنسر، والفري، والحباري، والقطا، والحسون، والهدهد... وهي آخذة بالانقراض نتيجة لتدهور الغطاء النباتي والصيد الجائر، ومن النباتات الحولية والمزهرة الخزامى، والجعدة، والزعتر، والروثة، والقبا، والشيح، والأشنان، والحرمل، والقيصوم، والحلبية، والخشخاش البري، والعيصلان، والنيتون...

د . محمية جبل عبد العزيز: تقع في محافظة الحسكة، تُعد الموطن الأصلي والرئيس لأشجار بطم الكونجوك، والبطم الأطلسي، بالإضافة إلى أشجار الزعرور، وأشجار اللوز الشرقي، والتين البري، والسويد الفلسطيني، كما تمتلك المحمية بين أراضيها عدد من النباتات الرعوية المعمرة كالقيصوم، والروثة، والصر، كما تحتوي على العديد من النباتات التي تُستخدم في الطب كالشيح، والزعتر البري، والدعجة، والنعناع البري، والقبار، والبابونج، والختمية، والخبازة، والخشخاش، والحرمل، والقيصوم، والأربيان، والتوليب الجبلي، والبختري القندريس، والعيصلان، والشوفان البر، وكعوب الباعر، والخذراف، وأبو شويرب (الشعير البري)، وأجرد الكمأة، ... وأهم أنواع الطيور البرية في المحمية الحجل، والباشق، والنسر، والرخمة، والبوم، والقبرة، والهدهد، والورار، والدرغل، والقطا، والنسر الأسود، والنسر الأسمر، وأبو زريق، وبعض الحيوانات البرية كالذئاب والثعالب والأرانب والغزلان وغيرها الكثير.

هـ . محمية غابات الفرنلق تقع في محافظة اللاذقية وهي محمية بيئية حراجية، تتألف بشكل أساسي من السنديان شبه العذري مع الصنوبر البروتي تنمو على تربة ناشئة على صخور إندفاعية خضراء نادرة الوجود في سورية، وأهم الأنواع النباتية السائدة القطلب، والدلب، والعرعر، والريحان، والعجرم، والكرز البري، والعدريش، والعفص، والميرمية، والزعتر، والبنفسج، والزوفا، والنعنع البري، وتُعد المحمية موئلاً مهماً للعديد من الأنواع الحيوانية منها الخنازير البرية، وأرانب برية، وغزلان، وثعالب، وسلاحف، والخلد، والنمس، وابن عرس، وقطط برية، والسنجاب كما توجد فيها طيور مستوطنة مثل الشحرور والسمن، وأبو الحن، وطيور مهاجرة ونظرا لموقع المحمية الجغرافي بين جنوب أوروبا وآسيا الصغرى.

٢. المحميات الطبيعية في لبنان: توضح الخريطة .٣٦. توزع المحميات الطبيعية في لبنان، منها:

أ . محمية أرز الشوف: تمتد من ضهر البيدر شمالاً إلى جبل نيحا جنوباً، مغطاة بغابات البلوط على المنحدرات الشمالية الشرقية، وغابات العرعر والبلوط على المنحدرات الجنوبية الشرقية، تشتهر بغابات الأرز الثلاث وهي: غابة أرز معاصر الشوف، وغابة أرز الباروك، وغابة أرز عين زحلتا. يقدر عمر بعض الأشجار بنحو ٢٥٠٠ سنة، من الأشجار البربريس اللبناني، وغرنوقي لبنان، والقرنفل السحاري اللبناني، والتفاح البري، وهناك أنواعاً مهدداً بالانقراض على الصعيدين العالمي والوطني، مثل سحلب الأناضول، والفصة الزراعية، والنقل المثاني، بالإضافة إلى أنواعاً متفرداً في المنطقة مثل توليب أوشيه، وسيلينة المكمل، وأنواعاً نادرة مثل جلبان لبنان، وباذنجان الغول، وأنواعاً من النباتات الطبية، بالإضافة إلى عدد كبير من النباتات العطرية، وتشكل ملاذاً نادراً للحياة البرية في لبنان مثل الذئب، والوشق، والغرير، الهر البري، والهر النمر... وتعد المحمية منطقة مهمة للطيور المهاجرة بين أوروبا وأفريقيا، ومن الزواحف سحلية السقاية الجبلية، والحنش، وتم إدخال أنواع بعض الحيوانات المنقرضة مثل الغزال الجبلي، وقط الأدغال اللبناني.

ب . محمية حرش إهدن هي المنطقة المحمية الوحيدة في لبنان التي تحتوي على آخر مجتمع غابات متبقي من التفاح البري المتوطن في لبنان، وتقع على المنحدرات الشمالية الغربية لجبال لبنان الغربية، وتضم عدد كبير من أنواع الأشجار النادرة في شرق البحر المتوسط، وأنواع زهور ونباتات مستوطنة فقط في لبنان وأهم المجتمعات النباتية في المحمية مجتمع غابات الأرز اللبناني، ومجتمع غابات الشوح السوري، مجتمع غابات اللزاب، ومجتمع غابات التفاح اللبناني.

وأنواع من الأزهار البرية غير موجودة في أي مكان آخر في العالم، مثل مخلب عقاب إهدن، وقرنفلة يوسف بك كرم، وزعفران الرئيس سليمان فرنجية، ومن الطيور نسر البونيللي الموجود منه زوج واحد في المحمية من أصل ٨ أزواج في العالم، ومن الثدييات عفريت الشجر، ووطواط أوروبي، ووطواط فأرة، والذئب، ابن عرس، والغرير الأوراسي، والقنفذ، والشهيم.



الخريطة .٣٦. توزع المحميات الطبيعية في لبنان

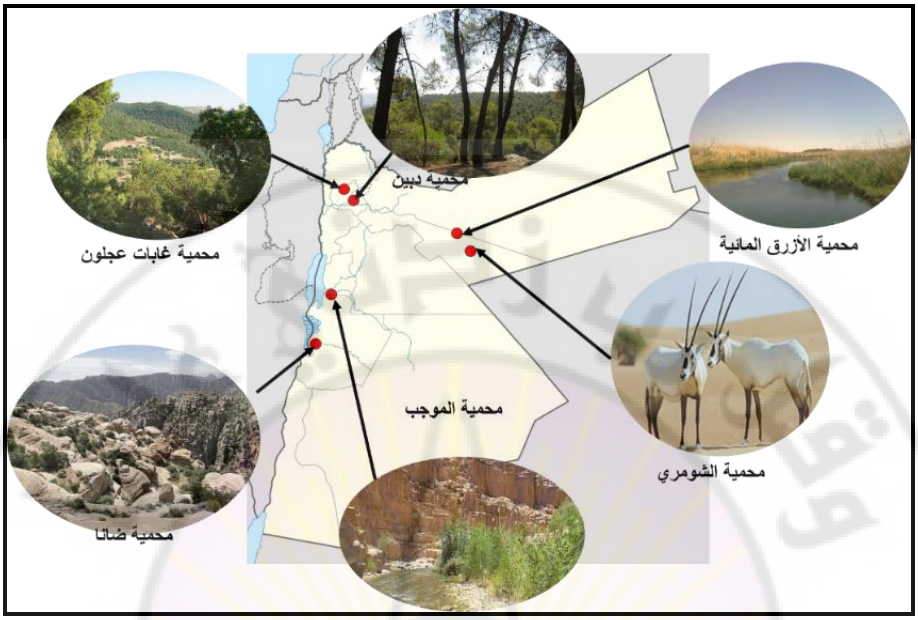
٣. المحميات الطبيعية في الأردن: توضح الخريطة .٣٧. توزع المحميات الطبيعية في الأردن:

أ . محمية عجلون: محمية طبيعية تقع في شمال الأردن تغطيها غابات كثيفة من أشجار الصنوبر، والفراولة البرية، والبطم، وأشجار البلوط، والقيقب، والخروب، والزعرور، والأجاص، والسويد وغيرها، ويوجد في المحمية نباتات وأزهار برية ونباتات طبية مثل رجل الحمامة، والعنصل، والجعدة، كما تسهم المحمية في إكثار الأيل الأسمر، التي تتميز بندرتها والتي انقرضت من المنطقة منذ أكثر من ١٠٠ عام، وتضم عدد من الحيوانات المفترسة، ومن

القوارض السنجاب الفارسي، والنيص، والخلند، ومن الزواحف السحلية الخضراء، والأفعى الفلسطينية، والسلحفاء الإغريقية، من الطيور الصقر الحوام، وعقاب الحيات، الهدهد، والحجل، وغيره.

ب . محمية ضانا: أكبر محمية طبيعية في الأردن، توجد في محافظة الطفيلة، تتميز بأنها تضم تنوعاً في الأقاليم الطبيعية حيث تضم: إقليم الصحراء العربية، وإقليم البحر المتوسط، والإقليم الإيراني الطوراني، والإقليم السوداني. يوجد في المحمية غابات أشجار السرو دائمة الخضرة التي كادت أن توشك على الفناء في تلك المنطقة، نتيجة التقطيع والاجتثاث. والبلوط دائم الخضرة، والعرعر، ويوجد فيها حيوانات مهددة بالانقراض مثل النعار السوري، والماعز الجبلي، وصقر العويسق، والثعلب الأفغاني، ومن الزواحف المهددة بالانقراض الحرباء والضب والورل والسلحفاة اليونانية.

ج . محمية الموجب في الأردن تمتد المحمية مسافة ٤٠٠ متر منها تحت سطح البحر، و٨٠٠ متر فوق سطح البحر، لذا تعد أخفض محمية على وجه الأرض، مما أدى إلى وجود أنماط متنوعة من الحياة البرية من نباتات وحيوانات، ويوجد في المحمية نباتات وأزهار نادرة مثل زهر الأوركيد، والأكاسيا، وأشجار الطرفة، والنخيل، ويوجد بها الكثير من الحيوانات البرية مثل حيوان البدن (الماعز الكبير)، والذئب الوبري، والغزال الجبلي، والوشق، والنموس، وابن آوى، والغرير، والثعلب الأحمر، وثعلب الجبال (ثعلب بلانفورد)، كما يوجد فيها طيور سواء محلية أو مهاجرة مثل الشنار، والبلبل، والغراب المروحي الذنب، والقبرة المتوجة، والابلق الحزين، والسوادية، والرخمة المصرية من النسور التي تهاجر وتفرخ في الأردن، وطائر العقاب البوناللي، وطائر المويسق من أنواع الطيور الجارحة، والعصفور الشينائي من الطيور التي تعيش في المناطق الجنوبية الأردنية في منطقة وادي الموجب ويُعد بمثابة طائر وطني للأردن.



الخريطة .٣٧. توزع المحميات الطبيعية في الأردن

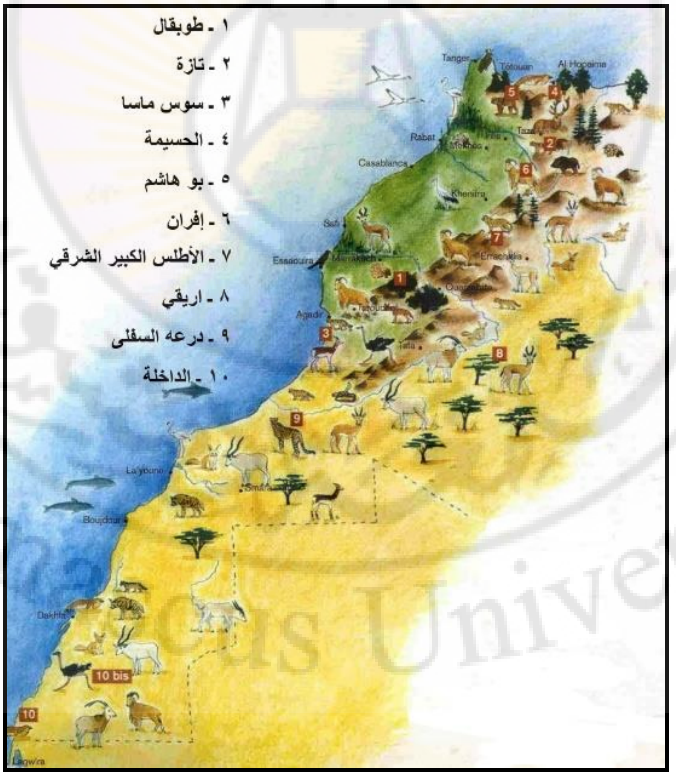
٤. المحميات الطبيعية في المغرب: لضمان حماية التنوع الحيوي تم إحداث منتزهات وطنية منها:

أ . منتزه طوبقال: جنوب مدينة مراكش، ويضم أعلى قمم سلسلة جبال الأطلس الكبير جبل طوبقال ٤١٦٧ متر عن سطح البحر، وبحيرة إيفني على ارتفاع ٢٦٠٠ متر عن سطح البحر عند أقدام جبل طوبقال، يتميز المنتزه بثروة حيوانية ونباتية استطاعت أن تتكيف مع الأحوال المناخية، وتتكون من الثدييات كالأروي المغربي (حيوان ثديي عاشب ينتمي إلى الظباء الماعزي)، والقرد زعطوط[١] (القرد الأمازيغي الفصيلة الإفريقية الوحيدة من المكاك)، والسنجاب، والضربان (الشيهم)، والقط الوحشي، والثعلب، كما تعيش عدد من أنواع الطيور منها الحجل، والغراب، والنسر، والعقاب، والزواحف منها أفعى الأطلس، والحرباء، أما الثروة النباتية تتغير نباتاتها بتغير مع الارتفاع عن سطح البحر، واتجاه السفوح، والفصل، حيث توجد أشجار العرعر الفواح على ارتفاع يزيد عن ٢٥٠٠ متراً، وأشجار البلوط الأخضر، والفليني، والسرو والصنوبر،

١ . يلعب القرد زعطوط دوراً في الحفاظ على التوازن البيئي، لأنه يتغذى على مجموعة من الحشرات التي تصيب أشجار الأرز، وفي غيابه يحتمل فقدان هذا التوازن، نظراً إلى التكاثر الكبير لليرقات الناخرة لأشجار الأرز.

والأرز، تليها أشجار الزيتون البري، واللوز، والتين،... ثم الحلفاء والأزهار مثل الزنبق والأقحوان...

ب . منتزه تازكة: يقع في المنطقة الشمالية الشرقية للمملكة المغربية بجبل الأطلس المتوسط، جنوب غرب تازة، ويتوزع الغطاء النباتي بالمنتزه تبعاً لعنصر الارتفاع، حيث تسود في **الشرق** غابة البلوط الأخضر بين ارتفاع ٨٠٠ و١٨٠٠ م، أما في **الغرب** غابة البلوط الفليني بين ارتفاع٦٠٠ و١٤٠٠ متر، وتنتشر غابة أشجار أرز الأطلس (مأرزة تازكة) بين ١٤٠٠ و١٩٨٠متر فوق سطح البحر، وتحتضن الغابات حيوانات برية منها الخنزير البري، وثعلب الماء، كما تم إعادة إدخال الغزال البربري الذي انقرض من المنطقة، وإعادة الضأن البربري (الأروي أو عتروس الجبل)، ومن بين أصناف الطيور الموجودة بالمتنزه العقاب البونيلي، والسقاوة المفترسة، والصقر، والباز، وطائر الزريقاء، وطائر أبو الحناء ذو العنق الأحمر، والقرقب الأسود، والعرارة الصفراء، وغيرها. ويُعد المنتزه بمثابة مختبر طبيعي، إلى جانب الأهمية السياحية. وتوضح الخريطة ٣٨. توزع المحميات الطبيعية في المغرب.



الخريطة ٣٨. توزع المحميات الطبيعية في المغرب

٥. المحميات الطبيعية في الجزائر: تضم الجزائر محميات وحظائر وطنية كثيرة ومتنوعة نظراً للمساحة الشاسعة للبلاد من بين هذه المواقع الطبيعية توجد نحو ١٠ محميات طبيعية تنتمي إلى التراث الطبيعي العالمي المحمي دولياً من طرف منظمة اليونيسكو توضح الخريطة .٣٩. توزع المحميات الطبيعية في الجزائر منها:

أ . حظيرة تازة الوطنية (ولاية جيجل) تقع شمال شرق الجزائر وتطل على البحر المتوسط، أسست من أجل حماية الأنواع الحيوانية والنباتية إضافة إلى الخصائص الجيولوجية والحيوية والمحافظة على التوازن البيئي، فيها مجموعة متنوعة من النباتات ممثل في غابات البلوط بأنواعه الثلاثة: الفليني، والزان، والأفاراس (هي من أنواع البلوط، لا توجد هذه الشجرة في العالم إلا بشمال الجزائر وشمال تونس)، والأرز الأطلسي والأرز الحلبي، إضافة إلى العديد من أنواع النباتات مثل الحلفا، والحظيرة موطن لأكثر من ثلاثين نوعاً من الثدييات بما في ذلك النادرة، منها: النمس، وكلب الماء، والقط المتوحش، والقرد البربري المهددة بالانقراض، ومن الطيور الحدأة السوداء، وقنبرة الغيط، والنمنمة، والقرقف الفحمي، ومن الطيور النادرة كاسر الجوز القبائلي، وطائر النسبية الزرقاء، إضافة إلى الثروة الحيوانية البحرية مثل بعض القواقع والسلحفاة البحرية والأسماك.

ب . محميّة جبل البابور يقع جبل البابور في شمال الجزائر، وهي واحدة من غابات الجزائر القديمة القليلة المُتبقية، وتتكون من أشجار الصنوبر المتوسطي، والغابات المختلطة، وتُعد المنطقة موئلاً للعديد من الحيوانات المستوطنة والنباتات النادرة، فبعد انفصال القارتين الإفريقية والأوروبية استوطنت العديد من الحيوانات والنباتات الأوروبية في شمال إفريقيا، مثل شجرة الشوح النوميدي أو الشوح الجزائري، وقرود المكاك البربري وهي القرود الوحيدة التي تعيش في أوربا، وكذلك موطناً لغزلان الأطلس والذي يُعرف باسم الأيل البربري، وتشمل الطيور التي تعيش في المحمية على نقار الخشب المرقط، والحمام الخشبي، والطائر الذبابي، وطائر خطاف الذّباب الأبقع، وطائر بلبل زيتوني، وحمامة الصخور.



الخريطة .٣٩. توزع المحميات الطبيعية في الجزائر

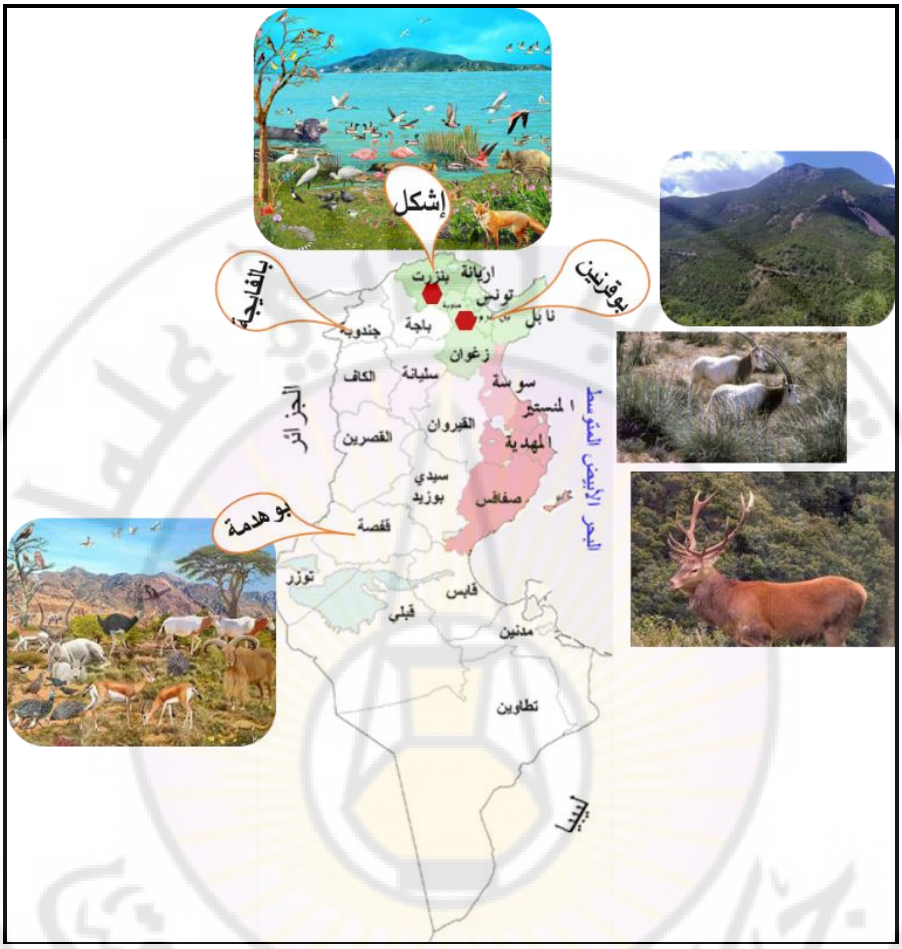
٦. المحميات الطبيعية في تونس: تتميز تونس بتنوع ثرواتها الطبيعية والبيئية، إذ توجد بالبلاد العديد من المحميات الطبيعية والحدائق البيئية، وتوضح الخريطة .٤٠. توزع بعض المحميات الطبيعية في تونس منها:

أ . **محمية إشكل:** تقع في ولاية بنزرت، شمال البلاد، وتتكون المحمية من منظومتين بيئتين المناطق الرطبة (بحيرة إشكل التي تصب فيها العديد من الأودية التي ترفدها بالمياه العذبة) والمنظومة الجبلية (جبل إشكل الذي يرتفع عما حوله إلى ٥١١ متر فوق سطح البحر) حيث يكسو جبل إشكل حراج غابية متوسطية تتكون من أشجار الخروب، وشجيرات البطم العدسي أو المستكة، والعرعر الفينيقي، والقندول، والعوسج، ونبتة سبحان الخلاق النادرة (تنبت الثمرة من الأوراق)، نباتات السكوم (الهليون)، والأوفريس نبتة من السحلبيات مظهر زهورها يشبه شكل الحشرات، والزنبقيات والسوسنيات، والفربيون الشجراني، كما يوجد بعض أنواع السرخس الفوجير النادرة (نفروليبس) (ويسمى السرخس السيف او السرخس بوسكن)، والديس من فصيلة

النجيليات (الحلال)، وتوجد بالمستنقعات أو على ضفاف البحيرة منابت من القصب، والسمار (الأسل)، وشجيرة الطرفاء الافريقية.

وهناك العديد من الحيوانات تسكن المحمية وأهمها كلاب الماء، والسلاحف، وفي سبخات إشكل يعيش قطيع من جاموس الماء (جاموس إشكل)، وتعج المحمية في فصل الشتاء بالطيور المهاجرة القادمة إليها من أوروبا وإفريقيا، كما تعيش فيها طيور مثل الدجاجة السلطانة والبلشون الأبيض، والإوز الرمادي، والغرة الزرقاء بين قصب ضفاف البحيرة وهي من الأنواع النادرة. وتهدّد المحمية عدة مخاطر منها ارتفاع درجة ملوحة البحيرة بسبب نقص كمية المياه العذبة التي تصلها من جراء بناء السدود في المنطقة، ونتج عن ذلك تراجع عدد الطيور المهاجرة التي تقتات من نباتات المياه العذبة.

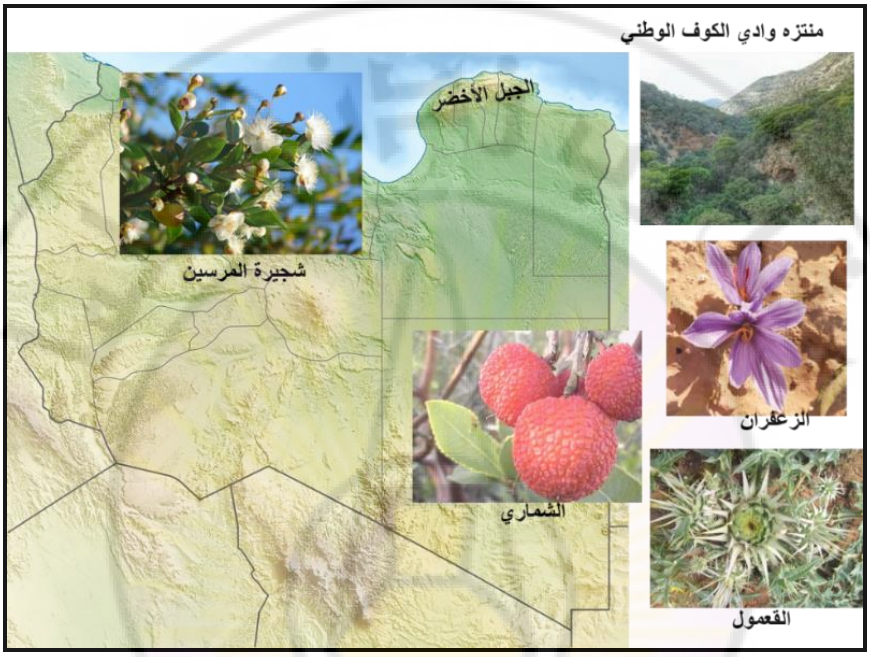
ب . الحديقة الوطنية بالفايجة: توجد بأقصى الشمال الغربي لجبال خمير، تتكون الحديقة أساساً من غابة الزان متساقطة الأوراق، وغابة السنديان الفليني، والقطلب (اللنج) كما تضم الحديقة مجموعة من النباتات المهددة بالانقراض أهمها نبات الحامول المائي، ونبات الحلحال (إكليل الجبل)، والعنصل، والوزان، ونباتات السحلبيات. ويمثل الأيل الأطلسي أهم الحيوانات التي تميز محمية الفايجة، والتي من أجله أُحدثت المحمية لحمايته ورعايته، وتأوي الحديقة أنواعاً أخرى متعددة من الطيور نقار الخشب، وصقر بولحناش، والبوحريش (طائر الحريش حارس الغابة، الذي يغرس بذرة البلوط في التربة)، ومن الجوارح الساف من فصيلة الصقور، والبوجرادة (العوسق أو صقر الجراد أو الشبوط)، ومن الزواحف سحلية الجزائر، وسحلية الجدران، وشحمة الرمل، والثدييات منها الخنزير البري، وثعلب الأطلس، والزيردة (القط البري)، والدلدل أو الشيهم، والنمس، بالإضافة إلى عدد وفير من الفراشات مثل الفراشة القمرية المذنبة وفراشة كليوبترا.



الخريطة ٤٠. توزع المحميات الطبيعية في تونس

٧. المحميات الطبيعية في ليبيا: يحتل **منتزه وادي الكوف الوطني** موقعاً وسط مرتفعات الجبل الأخضر وتم اختيار الموقع بما يوفره من بيئة طبيعية متباينة، يجمع بين الأحياء البرية والبحرية والبرمائية، تكسو المنطقة أشجار البلوط، والصنوبر بأنواعه، والسرو، والخروب، والزعرور المعروف باسم البطوم في ليبيا، والقعمول (خرشوف ليبيا)، وشجيرة المرسين (الأس الشائع)، وبعض النباتات المُميزة للجبل كالعرعر، والشماري Shmari (ويوجد منها أصناف عديدة، وقد تم التعرف على نحو ٢٠ صنفاً منها ثلاث أصناف لا توجد إلا في ليبيا فقط) الذي وضعه الاتحاد الدولي لصون الطبيعة بالقائمة الحمراء ضمن النباتات المهددة بالانقراض. وتعيش فيها حيوانات برية مثل الثعلب، والقط البري الليبي، والظربان الليبي، كما توجد أعداد من الطيور المهاجرة

والمستوطنة، والنظام البيئي في المحمية مهددٌ ولازال الغطاء النباتي في تدهور مستمر بسبب تعرضه لشتّى أنواع العبث والقطع والحرق العديد من التجاوزات والتعديات. وتوضح الخريطة ٤١. موقع منتزه وادي الكوف وبعض نباتاته المُميزة.



الخريطة ٤١. موقع منتزه وادي الكوف وبعض نباتاته المُميزة

Damascus University

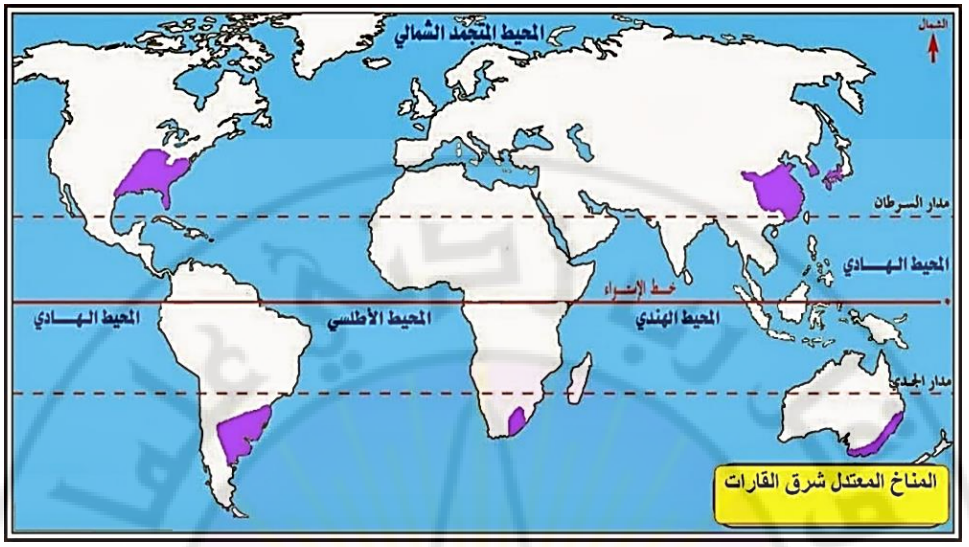
٢.١. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)

توأم إقليم البحر المتوسط في نطاق العروض المعتدلة الدفيئة، تنمو الغابات الرطبة الدافئة (غابات الصين) في شرق القارات في بعض العروض التي توجد فيها غابات البحر المتوسط، وذلك في المناطق التي تنتمي عموماً إلى المناخ المعرف بالمناخ الصيني.

١.٢.١. التوزع الجغرافي:

يتوزع بين دائرتي عرض ٣٠° . ٤٠° شمالاً، ودائرتي عرض ٣٠° . ٤٠° جنوباً، ولكنه في الواقع يتعدى هذه الحدود في اتجاه خط الاستواء حيث يتزحزح قليلاً نحو العروض المدارية خاصة في نصف الكرة الشمالية ليمتد بين دائرتي العرض ٢٣°. ٣٥° شمالاً وجنوباً، ومن أجل ذلك يمكن أن نسمى هذا الإقليم أحياناً بإقليم الغابات دون المدارية الرطبة، والعامل الذى أدى إلى هذه الزحزحة ناحية خط الاستواء في هذا الإقليم هو تأثير التيارات البحرية التي تمر بمحاذاة السواحل الشرقية للقارات التي تعمل على خفض درجة الحرارة، مما يجعل هذا الغابات تميل إلى الامتداد أكثر في اتجاه المدارين، كما تلعب التضاريس دوراً في توغل هذه الغابات داخل العروض المدارية حيث تنتشر على ارتفاع أكثر من ٩٠٠ متر فوق سطح البحر.

تتوزع غابات الإقليم الصيني في آسيا في معظم جنوب ووسط الصين، وجنوب اليابان في مساحة محدودة، والساحل الجنوبي الشرقي لأستراليا، وجنوب شرق أفريقيا (إقليم ساحل ناتال)، وأمريكا الشمالية في جنوب شرق الولايات المتحدة خاصة في شبة جزيرة فلوريدا، وأمريكا الجنوبية في أقصى جنوب شرقي البرازيل، ومنطقة جنوب وسط تشيلي جنوب نهر بيو . بيو، كما تنمو في الأقاليم المدارية، ولكن على مستويات أعلى من ٩٠٠ متر فوق سطح البحر، في أمريكا الوسطى شرق المكسيك، وعلى المنحدرات الشرقية لجبال الإنديز. وتبين الخريطة ٤٢. التوزع الجغرافي لإقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين).



الخريطة .٤٢. التوزع الجغرافي لإقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)

١.٢.٢. الخصائص المناخية:

يتميز هذا الإقليم أنه حار صيفاً وبارد شتاءً، ومطره طول العام لكن أغلبه في فصل الصيف، المتمثل في جنوب ووسط الصين ويتميز هذا الإقليم عن إقليم المناخ الموسمي بأنه أقل حرارة، ويتعرض هذا الإقليم صيفاً إلى هبوب الرياح الموسمية الرطبة الجنوبية الشرقية في الصيف وتجلب أمطاراً وحرارةً، ما يجعل درجة الحرارة أعلى مما هو عليه في أماكن أخرى في العالم تقع على درجة العرض نفسها. وفي الشتاء تهب الرياح الشمالية وتجلب البرد والجفاف، مما يجعل درجة الحرارة أقل مما عليه في مناطق أخرى بالعالم تقع على درجة العرض نفسها، لذلك يتميز الإقليم بارتفاع درجة الحرارة صيفاً حيث تزيد درجة الحرارة في الصيف عن ٢٧م°، والمدى درجة الحرارة السنوي يزيد على ١٥م°، أما نظام هطل الأمطار يكون طول العام، وأكثرها في فصل الصيف بسبب هبوب الرياح الموسمية، أما في الشتاء بسبب وجود منخفضات جوية، وتراوح بين ٧٥٠ . ١٦٥٠ملم، على مدار العام مع تركيز واضح في الصيف.

١.٣.٢. الخصائص الحيوية:

نظراً لأن أمطار هذه الأقاليم تهطل طول السنة فإن الغابات التي تنمو بها تكون غالباً أكثر كثافة من غابات إقليم البحر المتوسط، ولكنها أقل كثافة من الغابة المدارية المطيرة.

أ. الحياة النباتية:

من الصعب تحديد شخصية هذا الإقليم الحيوية بصورة واضحة، لأنه كثيراً ما تختلط به أنواع كثيرة من الأشجار، ويحتوي على مجموعة من النظم البيئية المختلفة، يرتبط كل نظام منها بمجموعة أشجار معينة، منها أشجار ذات أوراق عريضة دائمة الخضرة، وأشجار ذات أوراق عريضة ولكنها نفطية، وأشجار ذات أوراق إبرية (صنوبرية). وإن كانت هذه الغابات في معظمها دائمة الخضرة لتوفر الرطوبة على مدار السنة، إلا أننا نتبين اختلافاً في نوعية الأشجار وكثافتها، ولعل هذا التباين يعكس طبيعة الإقليم الذي يضم مجموعة من النظم البيئية المحلية، حيث يرتبط بكل نظام مجموعة معينة من الأشجار.

ففي **منطقة جنوب شرق الولايات المتحدة** كانت تحتل الغابة الأراضي الساحلية التي تمتد من رأس هاتراس في كارولينا الشمالية على المحيط الأطلسي حتى دلتا نهر الميسيسبي، وكانت تتسم بأشجارها عريضة الأوراق دائمة الخضرة، إلا أن هذه الغابات تأثرت بالتدخل البشري، فانكمشت مساحتها لتحتل مناطق صغيرة منعزلة، وحل محلها أشجار الصنوبر، ومن أكثر الأشجار العريضة الأوراق الدائمة الخضرة انتشارا شجرة البلوط، وشجرة ماغنوليا Magnolia grandiflora دائمة الخضرة ذات الرائحة العطرية، كما تنمو على طول قيعان الأنهار أشجار السرو، والطوبال Nyssa أشجار ضخمة تتركز في المستنقعات على طول خليج المكسيك. ومن الأشجار النفضية عريضة الأوراق في الإقليم أشجار الزان Fagus sylvatica، والبتولا Betula، والهيكوريhickory، والحور، والأسفندان (القيقب)، وتختلط بهذه الأشجار الكثير من الأشجار الصنوبرية ذات الأوراق الإبرية التي تنتشر في المناطق التي تسودها التربة الرملية الخفيفة، أو حيث تتعرض الغابة الأصلية للتدمير، وأهم الأشجار الصنوبرية: الصنوبرPinus، والشوكران الراتنجي الكاروليني Conium من الأشجار النادرة في أعالي جبال الأبلاش، ويتضح مما سبق أن هذه الغابة ليس لها شخصية حيوية واضحة لهذا يُطلق عليها اسم الغابات المختلطة.

كانت تنتشر في **جنوب ووسط الصين، وجنوب اليابان** مساحات واسعة من الغابات المعتدلة الدافئة الرطبة، إلاَّ أن معظم هذه المساحات أُزيلت وتحولت نتيجة الضغط السكاني إلى مزارع للأرز والحبوب الغذائية. وأهم الأشجار هنا البلوط دائم الخضرة مع أشجار الغار Laurus nobilis، وأشجار الشاي، والأسفندانAcer (القيقب)، وأشجار البامبو Bambusoideae

وتغطي أشجار البامبو (الخيزران) المناطق المرتفعة من مقاطعة شانغدونغ حيث توجد أكبر غابات البامبو في المنطقة غابة يون دين بامبو.

وفي **جنوب شرقي استراليا** بين بريسبان وملبورن تتكون غابة من أنواع مختلطة من الأشجار تميزها عن باقي مناطق الإقليم، حيث يوجد نطاق عريض من الغابة شبه المدارية الدائمة الخضرة، اختفى معظمها مع قدوم الأوربيين إلى استراليا، ويسودها أشجار الكافور العملاقة (الكينياء) Cinnamomum camphora، وأشجار الأكاسيا Racosperma، وشجرة أوكالبتوس ساليناء المعروفة باسم صمغ سيدني الأزرق، وشجرة الدردار Ulmus، وأشجار السراخس الأسترالي Cyathea cooperi، وتكثر نباتات السرخس الأرضية مكوّن طبقة ثالثة.

كما تنتشر في **جنوب البرازيل** مساحات واسعة من الغابات المختلطة دائمة الخضرة، تُسمى غابة أروكاريا، لأنه يسودها أشجار صنوبر أروكاريا البرازيل (شجرة الشمعدان) Araucaria angustifolia التي تُشكل طبقات مظلية، وعندما تسود الغابة أشجار أروكاريا تفتقر لنمو أرضي، وعندما تسود الغابة أشجار عريضة الأوراق دائمة الخضرة، والشجيرات مثل شجيرات الشاي الأمريكي، يكون نمواً أرضياً كثيفاً.

في **إقليم ناتالي** والساحل الشرقي من **ولاية الكاب** جنوب إفريقيا، تنمو غابات دافئة دائمة الخضرة، تتكون من طبقتين يسود الطبقة العليا أشجار الصنوبر، وأنواع عديدة من الأشجار العريضة الأوراق الدائمة الخضرة، ثم طبقة الشجيرات، والكثير من المتسلقات وبعض المعلقات، وتغطي أرض الغابة نباتات السراخس، ولكن كلما اتجهنا شمالاً حيث يصبح الجفاف صفة واضحة تتحول السراخس إلى نباتات أرضية وبصلية.

أما في **جنوبي وسط تشيلي** تسود أشجار الزان الدائمة الخضرة، والعذر من أضخم أنواع شجر السنديان، وشجرة الصابون Sapindus saponaria تحتوي ثمارها وأوراقها على مادة صابونية تسمى (الصابونين) وعند تدليك الثمار أو الأوراق بالماء تنتج عنها رغوة يمكن استخدامها بديلاً للصابون وهي شجر دائمة الخُضْرَة. الصورة ٧٦. نباتات من إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة.



الصورة ـ٧٦. نباتات من إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة

ب ـ الحياة الحيوانية:

تتميز الحيوانات البرية في هذا الإقليم بالغنى والتنوع، ففي منطقة **جنوب شرق الولايات المتحدة** تعيش مجموعة من الحيوانات منها التمساح الأمريكي، والوحش جيلا Heloderma suspectum وهي السحلية السامة الوحيدة التي تستوطن الولايات المتحدة، والموظ أو الأيل الأمريكي، والقندس الأمريكي Castor canadensis، وحيوان المدرع ذو التسع شرائط (الأرماديللو)، والظربان المخططة، والراكون Procyon، والبوبكات Bobcat القط البري (Lynx rufus) الوشق الأحمر أو الوشق الكميت، وولفيرين wolverine أكبر أفراد عائلة ابن عرس، والصيدناني Tamiasحيوان قارض صغير مخطط، والسمندر Salamander يشبه السحلية من حيث المظهر(إحدى أقدم الفقاريات الحية، ترجع أصولها إلى نحو ١٥٠مليون سنة في العصر الجوراسي)، ومن الطيور القرقف ذو العرف، والنسر الأصلع، وغيره. كما يعيش **جنوب ووسط الصين** الببر الصيني، وقد تم إدراجه على إنه من الأنواع المهددة بالانقراض، بسبب انخفاض كثافة الفرائس، وتدمير البيئة وتجزئتها على نطاق واسع، والضغوط البشرية الأخرى، ومن الحيوانات البرية النادرة دب الباندا العملاق الذي يعيش اعتماداً على الخيزران ومصنف ضمن الحيوانات المهددة بالانقراض، والكركي الأحمر التاج (كركي الأسود العنق)، وتمساح نهر اليانغتسي، وعظايات السمندر العملاق الصيني النادرة، فهي مهددة بسبب التلوث، والدجاج البني ذو أذنين (دجاج خه ما)، وغيرها. أما **منطقة جنوب شرقي استراليا** تنفرد عن المناطق الأخرى، حيث تهيمن عليها الجرابيات، ويعيش حيوان الدصيور النمري Dasyurus

maculatus، ودب الكوالا أو الكوال الرمادي الذي يتميز بقدرته على العيش دون أن يشرب الماء لفترة طويلة حيث يحصل على الماء عن طريق تناوله أوراق الكافور. ويعيش في **جنوب البرازيل** حيوان غونق Lama guanicoe الذي ينتمي إلى فصيلة إبل أمريكا الجنوبية، وفسكاش Viscachas تشبه الأرانب، والخنزير البرازيلي، وبعض الغزلان ذات الذيل الأبيض، ومن الحيوانات المفترسة الوشق الأمريكي، والذئب ذو العرف، والثعالب آكلة السلطعون، والدببة، والأسلوت (القط البري أو جاكوار القطط)، والكوجر يعيش في المناطق النائية من الأنديز، ويوجد عدد قليل من الطيور الموجودة في الغابات الصنوبرية بشكل دائم، مثل نقار الخشب، والبومة الصغيرة، والطوقان توكو، وببغاء جندايا. الصورة ـ٧٧. حيوانات برية تعيش في إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة.



الصورة ـ٧٧. حيوانات برية تعيش في إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة

ج ـ تأثير الإنسان:

تعد الغابات الصنوبرية والغابات المختلطة مورداً من المورد المهمة للأخشاب في العالم، إذ إن كثيراً من أشجارها يتميز بجودة أخشابه، ومثال ذلك أشجار الجوز، والزان، وقد أزيلت هذه الغابات من مناطق واسعة في العالم لكثرة الطلب على أخشابها من جهة ولإحلال الزراعة محلها من جهة أخرى، حيث إن الأقاليم التي توجد بها تعد عموماً من أكثر جهات العالم ازدحاماً بالسكان، ويعد الرز والشاي من أهم الغلات التي انتشرت زراعتها مكان هذه الغابات في شرق

آسيا، أما في الولايات المتحدة فقد انتشرت مكانها زراعة الذرة والقطن. وتعد زراعة القهوة أهم الغلات التي انتشرت البرازيل.

وقد بدأت كثير من الدول تدرك الخطر الذي يهدد بزوال غاباتها الطبيعية، نتيجة لعظم الطلب عليها من جهة ولطغيان الزراعة عليها من جهة أخرى، فبُذلت جهود كبيرة لزراعة غابات جديدة، لتعويض النقص الناتج عن كثرة الاستهلاك، فإزالة الغابات كان له دور واضح بظهور بعض المشكلات فعلى سبيل المثال تعاني الصين مستويات عالية من الضباب الدخاني والتلوث في المدن مثل بكين، كما أدت عملية التصحر إلى تعرض مناطق واسعة إلى التعرية.

٢. إقليم الغابات المعتدلة الباردة

يقع بصفة عامة بين دائرتي عرض ٤٠° . ٦٠° شمال خط الاستواء وجنوبه، يتميز الإقليم بصفة عامة بتجانس أشجاره إلى حد كبير، ومعظمها ذات أخشاب لينة، ومعظم مناطقه غير صالحة للزراعة، لهذا ظلت مساحات كبيرة من غابات هذا الإقليم قائمة حتى اليوم. ومن ثم تمثل مستودع الأخشاب اللينة الرئيس في العالم.

يمتد إقليم هذه الغابات إلى الشمال من نطاق الغابات المختلطة، ونتيجة لاتساع عرض هذا الإقليم تباينت الخصائص الطبيعية داخله، مما يمكن معه أن نقسمه إقليمين فرعيين هما: إقليم الغابات الصنوبرية (المخروطية)، يحتل المناطق الداخلية الأبرد والأقل رطوبة، وإقليم الغابات المعتدلة النفضية يحتل المناطق الساحلية الأدفأ والأكثر رطوبة.

١.٢. إقليم الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا taiga

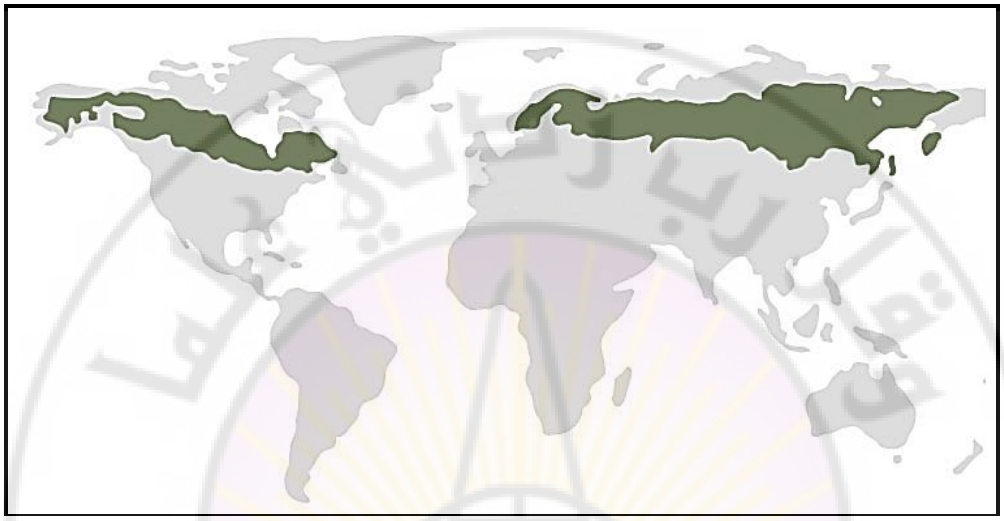
يحتل إقليم الغابات الصنوبرية نحو ١٧% من مساحة اليابسة ضمن الحزام القطبي في نصف الكرة الشمالي وهو آخر المناطق المشجرة إلى الشمال، ويُعد الإقليم منطقة بيوجغرافية شمالية تحت قطبية متميزة بغطاء نباتي متكون من غابات إبرية الأوراق أشجارها متأقلمة مع المناخ البارد، لذلك يُسمى إقليم الغابات الشمالية، لأنه يكاد يتركز تقريباً في نصف الكرة الشمالي، ويحتوي هذا الإقليم على احتياطي ضخم من الخشب، وتزود غاباته الغلاف الجوي بكمية كبيرة من الأوكسجين.

١.١.٢. التوزع الجغرافي:

يمتد نمو هذه الغابات من خط عرض ٥٠ درجة شمالاً في أوراسيا، ومن دائرتي عرض ٤٥° شمالاً في أمريكا الشمالية بالاتجاه نحو القطب الشمالي، وأقصى امتداد لها يصل إلى خط درجة الحرارة المتساوي ١٠م° في فصل الصيف، وتضم الغابات الشمالية نحو ثلث أراضي الغابات في الكرة الأرضية، نصفها يقع في روسيا، وثلثها في كندا، والباقي في ألاسكا واسكندنافيا. ففي قارة أمريكا الشمالية تمتد من الغرب إلى الشرق، من المحيط الهادئ إلى المحيط الأطلسي، بأكثر من خمسة آلاف كيلومتر، حيث تحتل نطاقاً عريضاً من الأرض يمتد من أقصى غرب أمريكا الشمالية (ألاسكا) إلى أقصى شرقها، وفي الغرب ينحرف الحد الجنوبي في أمريكا الشمالية نحو الجنوب في اتجاه الشرق ليصل دائرة العرض ٥٥م° شمال خط الاستواء في شرق القارة، ثم ينحرف جنوباً أكثر في أقصى شرقي القارة حتى دائرة عرض ٤٥م° شمال خط الاستواء.

تمتد في أوراسيا من شمال أوروبا إلى أقصى شرق أسيا على المحيط الهادئ، والدول الاسكندنافية، وروسيا، وعبر آسيا، وعبر سيبيريا ومنغوليا، وشمال الصين، وشمال اليابان، وتُعد التايغا الأوراسية هي أكبر منطقة غابات مستمرة على الأرض، تحتل أكثر من ٦٠ ٪ من أراضي الاتحاد الروسي، ويلاحظ هنا تأثير تيار شمال المحيط الهادئ الدافئ في الغرب، وتيار لبرادور البارد في الشرق. أما الحد الشمالي للإقليم يتفق مع خط الشجر القطبي الذي يعد الحد الفاصل بين الصنوبريات في الجنوب والتندرا شمالاً. وتُغطي هذه الغابات نطاقاً ضيقاً في النصف الجنوبي يمتد مع امتداد جبال الأنديز في أقصى الجنوب فيما بين دائرتي العرض ٣٥° و٥٥° جنوباً، على شكل شريط ضيق، شمالي . جنوبي، وبعض أجزاء من جزيرة أرض النار أو

تيرادلفيجو Tiradelvigo التي تنفصل عن قارة أمريكا الجنوبية بوساطة مضيق ماجلان.
الخريطة .٤٣. توزع الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا.



الخريطة .٤٣. توزع الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا

٢.١.٢. الخصائص المناخية:

يتميز مناخ الغابات المخروطية بأنه قاري جداً، حيث تسود أحوال مناخية باردة وقاسية نسبياً في فصل الشتاء، فمتوسط درجة الحرارة السنوي ينخفض ليبلغ نحو ٤,٥م° وقد ينخفض عن هذا كثيراً في بعض المناطق المتطرفة شمالاً، والمدى درجة الحرارة كبير في هذا الإقليم، ويتميز الشتاء بالبرودة الشديدة والطول حيث تراوح بين ٧ . ٨ شهور، وتنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي في مدة تراوح ما بين ٤ . ٥ شهور، وهي درجة حرارة يستحيل أن ينمو معها أي نبات أو يزاول فيها أي نشاط الحيوي، وتمثل فترة كمون للنبات، والسبات لمعظم الحيوانات. أما الصيف فهو قصير نسبياً ٥ . ٤ شهور ترتفع فيه درجة الحرارة إلى ١٠م°، ويعوض قلة درجة الحرارة وقصر فصل الصيف طول ساعات النهار في هذا الفصل حيث يراوح بين ١٥ .٢٠ ساعة، وأثر هذا في درجة الحرارة المتراكمة وكمية الضوء ودورهما في دفع عملية النمو النباتي وتسريعه رغم قصر فصل النمو. أما الهطل فهو قليل حيث يراوح بين ٢٥٠ . ٧٦٠ ملم مع تركز واضح في شهور الصيف الدافئة، وعادة ما يسقط على شكل ثلوج. وتنقسم السنة مناخياً وحيوياً إلى فصلين: فصل الصيف فصل النشاط الحيوي، وفصل الشتاء فصل السكون والخمول.

٣.١.٢. الخصائص الحيوية:

نباتات وحيوانات الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا متكيفة مع موسم نمو قصير، والشتاء الطويل والبارد جداً، والنهار قصير.

أ . الحياة النباتية:

تسمية الغابات الصنوبرية نسبة إلى أشجار الصنوبر الذي يتواجد بكثرة في هذا النوع من الغابات، وإن كانت هناك بعض النباتات الأخرى لكنها بنسبة أقل وتكاد لا تُذكر. وتتمثل الحياة النباتية في الإقليم بالأشجار الصنوبرية (المخروطية)، التي استطاعت أن تتأقلم مع الأحوال البيئية. ومن أهم مظاهر التكيف والتأقلم: الشكل المخروطي لأشجار الغابات الصنوبرية، مما يساعدها على انزلاق الثلوج ومنع تراكمها فوق الأشجار، كما يعطيها القدرة على مقاومة الرياح الشديدة التي تسود الإقليم. وجذوعها مستقيمة بصفة عامة تتغطى بلحاء صمغي سميك ليساعدها على حماية الأنسجة الخشبية من أخطار الصقيع، وذرات الثلج التي تحملها الرياح. وأوراقها سميكة تغطيها طبقة صمغية تحول دون فقدان مياهها وعصارتها بالتبخر، ومقاومة البرودة الشديدة شتاءً. كما أن الثغور غالباً ما تكون غائرة مما يقلل من النتح، وتقفل هذه المساميات تماماً في فصل الشتاء لوقف عملية النتح والاحتفاظ بما لديها من مخزون مائي يساعدها على تخطي فترة الجفاف الفيزيولوجي شتاءً.

لا تسقط الأوراق في أي فصل من فصول السنة ولكنها تكون في حالة سكون خلال الفصل البارد ثم تبدأ في النمو بسرعة عندما يرتفع المعدل اليومي لدرجة الحرارة إلى ٦م° في بداية فصل الصيف، وتتسم جذورها بالضحالة بسبب ضحالة التربة نتيجة تجمد الطبقة التحتية بصفة دائمة، وبذورها مغلقة بمخروط سميك نسبياً يحميها من التلف بسرعة إذا سقطت على الأرض مما يتيح لها فرصة أكبر للتعويض وإعادة النمو للأشجار في ظل الأحوال البيئة القاسية.

تتسم الغابة الصنوبرية بالتجانس النباتي أي بقلة تنوع أشجارها، فمن المألوف أن نجد مساحة واسعة يسود فيها نوع واحد أو نوعان. كما أنها قليل التطبق النباتي، وتربتها تفتقر إلى الحشائش، والشجيرات القصيرة، ويعزى ذلك إلى الحمضية العالية لأوراق أشجارها الإبرية، وكثافة تظلل أرضها. لذلك تتميز هذه الغابات بأبسط تركيب بين جميع تكوينات الغابات، طبقة الأشجار غير متساوية الارتفاع، ويسودها المجتمع النباتي أشجار راتنجية من ذوات الأوراق الإبرية كالتنوب والصنوبر والشوكران، وطبقة الشجيرات الصغيرة من حاملات الثمار العنبية مثل التوت البري، والتوت الأحمر، وعنب الثور، والتوت الأزرق... ونظراً لكثافة الأشجار فإن نسبة ما يصل من

الضوء إلى أرضية الغابة قليل، لهذا تقل أو تكاد تختفي النباتات الأرضية، وإن وجدت نباتات تحتية فهي عادة تكون مبعثرة وتتكون أساساً من البتولا القزمية والأشنيات والحزازات، و يتحدد نوع الأشجار بالغابة الصنوبرية إلى حد كبير نوع التربة التي تنمو بها الأشجار، فمثلاً تنمو أشجار التنوب في التربة الطينية حيث تتميز بالمجموع الجذري السطحي، بينما جذور الصنوبر عميقة وتنمو في التربة الرملية، ومن أنواع الأشجار نذكر:

الصنوبر: أهم الأنواع النباتية المنتشرة في الإقليم أشجار الصنوبر بأنواعه المختلفة، وتتشارك أشجار الصنوبر في العديد من الخصائص الرئيسة **فأوراقها** دائمة الخضرة تحتوي على إبر مغطاة بطبقة شمعية أو صمغية، **والمخاريط** الخشبية الكبيرة هي مخاريط تحمل بذور مجنحة، الصورة .٧٨. أوراق ومخاريط أشجار الصنوبر.



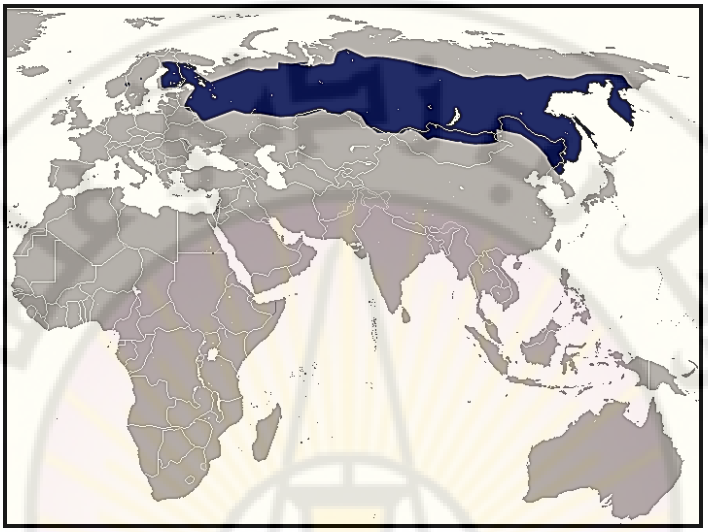
الصورة .٧٨. أوراق ومخاريط أشجار الصنوبر

- إقليم أشجار صنوبر في أمريكا الشمالية: تمتد أشجار صنوبر في أمريكا الشمالية لتغطي أجزاء من ألاسكا، ويتصل امتدادها في الأراضي الكندية وشمال الولايات المتحدة حول البحيرات العظمى لتصل شرقاً حتى سواحل المحيط الأطلسي عند خليج سانت لورانس، وجزيرة نيوفوندلاند. ويُعرف في شمالي كندا غابات البوريال Boreal Forests. ينمو نحو ٦٥ نوعاً من أنواع الصنوبر في أمريكا الشمالية، ويعد **الصنوبر الأحمر** اشتق اسمه من قلفه ذي اللون البني المحمر، ويُعرف أيضاً باسم صنوبر النرويج (الصنوبر الراتنجي)، **والصنوبر الأمريكي**، نوعين مهمين من الصنوبر ينموان في كندا، والجزء الشمالي الشرقي من الولايات المتحدة، ، ويشير مصطلح صنوبر أمريكي إلى مجموعة من أنواع الصنوبر منها الصنوبر الأبيض الشرقي Pinus strobus (صنوبر ستروبوس) وهو أطول الصنوبريات المحلية في شرق أمريكا الشمالية، وصنوبر تيدا، وصنوبر لودجبول lodgepole حيث تكون جذوع الشجرة ملتوية لذلك تُسمى بالمتلوية، والصنوبر الطويل (البالوستريس) palusris وهي شجرة مستقيمة وطويلة، ويُعد صنوبر السكر (لامبرتيانا) أطول الأشجار المخروطية، وأشجار الصنوبر الرملية، والصنوبر

توري وهو نوع نادر ، ولا يوجد إلاّ في المناطق الساحلية والمحمية في جنوب كاليفورنيا، وصنوبر فيرجينيا virginiana. وتتفاوت الأنواع السائدة في إقليم الغابة الصنوبرية في الولايات المتحدة من مساحة إلى أخرى ومن أكثر الأنواع شيوعاً نذكر: **شجرة التنوب:** Fir من الأشجار دائمة الخضرة تنتمي إلى الفصيلة الصنوبرية، لها مخاريط أسطوانية مميزة تنمو بشكل مستقيم على الفروع، وهناك ١٠ أنواع محلية من التنوب في أمريكا الشمالية مثل التنوب الأبيض، والتنوب الأحمر، والتنوب البلسمي المعروف بشجرة عيد الميلاد، وينتج التنوب نوع من الزيوت التي يتم جمعها من لحاءها، وأشجار **تنوب دوغلاس** Douglas Fir، هي ذات قيمة خشبية، لا تُعَد تنوباً حقيقياً. فهي تنتمي إلى جنس نوع مختلف من الفصيلة الصنوبرية، تنتشر بصفة خاصة في كاليفورنيا. **وشجرة الراتينجية الشائكة** Glauka Globoza: موطنها الأصلي نصف الكرة الشمالي، لها أوراق إبرية طويلة وحادة، وتعطي الطبقة الشمعية السميكة للأوراق الإبرية مظهر اللون الأزرق الفضي، وتحمل مخاريط تتدلى باستقامة لأسفل. **وأشجار الحور** جنس شجري من الفصيلة الصفصافية وموطنها الأصلي نصف الكرة الشمالي، كما تنقسم أشجار الحور إلى ثلاثة أصناف رئيسية وعامة وهي: **الحور الرجراج Aspens:** شجرة متساقطة الأوراق، وقد اكتسبت هذا الاسم نظراً لنعومة أوراقها التي تهتز لأقل هبة نسيم، وهي شجرة رائدة بعد الحرائق وقطع الأشجار، ويُعد أوراق لحاء الحور الرجراج الغذاء المفضل لبعض الحيوانات مثل الأرانب، والأيائل، والغزلان، والسمور، ويُستخدم خشب الحور الرجراج في صناعة الورق، وفي إنتاج أعواد الثقاب والصناديق الورقية. **والحور القطني Cottonwoods:** أشجار كبيرة متساقطة الأوراق، موطنها جنوب غرب الولايات المتحدة، تحتوي بذور أشجار الحور القطني على ألياف التي تشبه القطن، وفي أوائل الربيع تتدلى أزهارها القصيرة المخضرة في عناقيد، وتشكل كتلاً من البذور القطنية. **وبلسم الحور Populus balsamifera:** ينتشر على نطاق واسع عبَّر كندا، وهي شجرة صلبة سريعة النمو قصيرة العمر بشكل عام تعرف الشجرة بعطرها القوي الذي ينبعث من براعمها اللزجة الراتنجية، وتقل هذه الأنواع الشائعة تدريجياً في اتجاه الغرب حيث يحل محلها الشربين الألبي والصنوبر في شمال كولومبيا البريطانية وألاسكا.

- إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا: يمتد على مسافة طويلة تبلغ نحو ٨٠٠٠ كيلومتر، من الساحل الأطلسي لشبه جزيرة إسكندنافيا في شمال قارة أوروبا، وحتى السواحل الشرقية المحيط الهادئ، على شكل حزام عريض ومتصل من الغطاء الشجري دائم الخضرة وعادة يُطلق على هذا النوع من الغابات تسمية الحزام الصنوبري الشمالي، كما يُعرف باسم الغابات المخروطية أو

الصنوبرية، لأن معظم أشجاره من الصنوبر، ويسمى هذا الإقليم في بعض المراجع لاسيما الأوربية، بالتايغا، وهي كلمة روسية تعني الغابات الشمالية البكر، الخريطة .٤٤. إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا.



الخريطة .٤٤. إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا

يعد الاقليم من أوسع أقاليم الغابات الصنوبرية في العالم بسبب عدم تدخل الإنسان في تقليص مساحته الممتدة في مناطق تتميز بأحوال مناخية لا تشجع على الاستيطان البشري.

تتفاوت الغابات المخروطية في شمالي أوروبا وسيبيريا تفاوتاً واضحاً، لاسيما في تنوعها الشجري، فالتقلبات المناخية القديمة والحالية أثرت ولا تزال تؤثر في توزع الأصناف فيما بين العالم القديم والعالم الجديد. لذلك يتسم القسم الغربي (الأوربي) من هذا الإقليم بأنه أقل غنى في الأنواع من القسم الشرقي (الآسيوي)، فأنواع الأشجار في الغابات المخروطية محدودة في شمالي أوروبا، فلا ينمو في المساحات الممتدة من غرب النرويج حتى سلسلة جبال الأورال التي تفصل أوروبا عن أسيا سوى نوعين من الأشجار المخروطية هما شجرة الصنوبر الإسكتلندي، وشجرة التنوب النرويجي. كما ينتشر الشربين الفضي Silver Birch خاصة في فنلندا، ويتزايد التنوع بتجاوز جبال الأورال نحو الشرق، ففي سيبيريا حيث تشتد قساوة الشتاء وتنخفض درجة الحرارة تحت الصفر–٧٠م°، تظهر أنواع من المخروطات ذات الأوراق النفضية مثل الشربين السيبيري Lanix daburica، والتنوب السيبيري Picea Sibirica، والشوح السيبيري، أما أكثر الأشجار تحملاً للبرودة أشجار اللاركس السيبيري (الأرزية) وهي من أكثر أنواع الأشجار انتشاراً في

سيبيريا الشرقية ، وتتحول غابات الصنوبر جنوباً إلى غابات مختلطة صغيرة الأوراق ثم عريضة الأوراق، وكلما اتجهنا جنوباً تكثر النباتات الحشائشية النجيلية السهبية.

أما غابة سيبيريا المستنقعية فهي تتمثل في الحوض الأدنى والأوسط من نهر أوب ونظراً لاستواء الأرض وانخفاضها، فإن فيضان النهر تغرق مساحات كبيرة ويسودها الشربين السيبيري، وتنمو بعض الأشجار النفضية على ضفاف النهار مثل شجرة الأسبن، والبتولا، وجار الماء(النغت)، والحور، والصفصاف. في حين تسود أشجار اللاركس Larches ذات الجذور الضحلة، والمتساقطة الأوراق، شرق سيبيريا محتلة بذلك المناطق المرتفعة حيث تزداد برودة فصل الشتاء، وتشتد سرعة الرياح، بينما تنمو في المناطق المنخفضة نسبياً أشجار الشربين السيبيري، الصنوبر الإسكتلندي، الصنوبر الصخري (الأرز السيبيري)، وكلما اتجهنا شرقاً ازدادت أنواع النباتات ومن أكثر الأنواع انتشاراً أشجار اللاريش، والشربين الصنوبري، والصنوبر الصخري... حيث تنتشر غابات الصنوبر الباسيفيكية التي تحتل الهوامش الشرقية من قارة آسيا من شبه جزيرة كمشتكا في الشمال إلى سلاسل سيخوت ألن في الجنوب التي تتسم بتنوع أشجارها التي تميل نحو القزمية عند أطراف الغابة باتجاه التندرا، أما في الأطراف الجنوبية حيث المناخ الدافئ والرطب تتداخل مع الأشجار الصنوبرية. الصورة .٧٩. مخاريط أشجار الصنوبر.



الصورة .٧٩. مخاريط أشجار الصنوبر

ب . الحياة الحيوانية:

أما بالنسبة للأحياء الحيوانية فهي محدودة بسبب قسوة المناخ شتاءً، وفقرها في الحشائش والأعشاب، فالأنواع التي تعيش في الإقليم مُكيفة للبقاء على قيد الحياة في درجة حرارة الشتاء القاسية، وهي حيوانات ذات فراء كثيف يحميها من البرد الشديد القارس شتاءً، ويبقى الكثير منها في سبات شتوي في جحورها خلال فصل الشتاء، وتنشط في فصل الصيف القصير، وتهاجر معظم الحيوانات إلى المناطق ذات المناخ الأكثر دفئاً، فعندما يشتد البرد تهاجر جنوباً إلى حواف الغابات الصنوبرية، وعندما يأتي الصيف تعود مرة أخرى شمالاً.

ومن **الحيوانات العاشبة** الأيائل التي تعتمد على أوراق التنوب أشجار في الصيف وعلى لحائها شتاءً، والموظ ويُسمى في أوراسيا الإلكه elk مهدد بالانقراض، والكاريبو، ويتميز الكاريبو Caribou والموظ Alces alces بطول أرجلهما لتساعدها على الخوض في الثلوج، وكبش باران دله نوعاً من الكبش يتميز بفرو أبيض، والغزال الأحمر Cervus elaphus، وأيل سيبيريا المسكي Moschus moschiferus هو الأكثر شيوعاً في غابات الصنوبر في جنوب سيبيريا، ونظراً للصيد غير المشروع للأيل المسكي، فإن عدد الغزلان مستمر في الانخفاض. الصورة ٨٠. الأيائل



الصورة ٨٠. الأيائل

ومن **الحيوانات العاشبة . اللاحمة** الدببة: الدب الأسودUrsus americanus أو الباريبي في ألاسكا، والدب البني في سيبيريا، وحيوان ولفيرين wolverine يشبه الدب، من عائلة ابن عرس يتم اصطيادها بهدف الحصول على فرائها السميك والمقاوم للماء، وحيوان الدُسمان الروسي

Desmana moschata وهو نوع من الثدييات المائية الصغيرة تراجع عددها بسبب زيادة الطلب في الحصول على فرائها، وتدمير موائلها، وتلوث النظم البيئية المائية.

وحيوانات **آكلة اللحوم** منها الذئاب التي تعيش في سيبيريا منذ آلاف السنين، وقد أدت عمليات التكيف مع البيئة إلى بقائها على قيد الحياة في الظروف القاسية، بسبب معطفها الذي يتكون من الفراء السميك، وقدرتها على الصيد بحرص، والعمل معاً في حزم أو مجموعات. والذئب الرمادي، وذئب الغابات، والنمر السيبيريSiberian tiger والمعروف باسم نمر آمور Amur tiger وهو حيوان مهدد بالانقراض. كما تعيش في الإقليم الثعالب، والوشق Lynx ومن أنواعه الوشق الأوراسي وهو أكبر نوع من الأوشاق، والوشق الكندي، والوشق الأيبيري المهدد بالانقراض، والوشق الكميت، وابن عرس قصير الذيل Mustela ermine أو القاقم. والمنك Mink من عائلة ابن عرس، والظربان skunk حيوان صغير ذو فرو مميزة سوداء وبيضاء، وما يميز هذه العائلة هو الرائحة الكريهة التي تخرج من غدة توجد في المؤخرة، والسمور يتبع جنس ابن عرس يعيش في الغابات شمال آسيا وأوروبا، كما يعيش بعض **القوارض** مثل السناجب الطائرة، والأرانب فهي أكثر أنواع الحيوانات انتشاراً. الصورة . ٨١. حيوانات إقليم الغابات الصنوبرية



الصورة . ٨١. حيوانات إقليم الغابات الصنوبرية

توجد بعض **الطيور** المتوطنة التي تأقلمت مع الأحوال البيئية مثل طائر القرزبيل crossbill أبو المنقار المتصالب الذي يستطيع من خلال منقاره التقاط البذور من داخل مخاريط أشجار الصنوبر، والبومة ذات الأذان الطويلة (بومة قرناء)، والطيهوج وهو طائر من رتبة الدجاج، وكاسر الجوز الأوراسي، وطائر القراع أو نقار الخشب، والكركي السيبيري أو الغرنوق السيبيري، والنسر الأصلع، وعصافير سسكن الصنوبر Pine siskin. ويعتمد الكثير من الطيور والثدييات

على بذور الأشجار ذات الأوراق الإبرية في غذائها. وعندما يقل محصول البذور تهاجر بحثاً عن مصدر جديد للغذاء. الصورة . ٨٢. طيور إقليم الغابات الصنوبرية.



الصورة . ٨٢. طيور إقليم الغابات الصنوبرية

٥. تأثير الإنسان:

لقد استغلت هذه الغابات على نطاق واسع في **شمال أوروبا** خصوصاً في السويد والنرويج وفنلندة، فلقد أزيلت الغابات التي كانت تغطي مساحات كبيرة من أوروبا لإفساح المجال للزراعة، ونمو المدن، والاستفادة من أخشابها حيث تقطع الأشجار في فصل الشتاء، ثم تجر على الجليد إلى مجاري الأنهار، وتترك فيها حتى تنقلها المياه إلى المصب بعد ذوبان الجليد.

تعد **سيبيريا** أكبر منطقة تغطيها الغابات الصنوبرية، لبعدها عن الاستغلال، ويرجع ذلك إلى عدة عوامل منها: قسوة المناخ وقلة السكان، وكثافة الغابات وصعوبة اختراقها، كما أن الأنهار في سيبيريا تتجه عموماً من الجنوب إلى الشمال لتصب في المحيط المتجمد الشمالي، مما يقلل من أهميتها كطرق لنقل الأخشاب، كما ترتب على فيضان مياه الأنهار في الربيع والصيف على الأراضي المجاورة تحول منطقة واسعة إلى مستنقعات تزيد من صعوبة اختراق الغابات، كما تؤثر تأثيراً سيئاً في الأشجار لأنه يتلف الأخشاب ويقلل من قيمتها الاقتصادية.

لقد كانت الغابات الصنوبرية تغطي كذلك مساحات واسعة من **شرق الولايات المتحدة وكندا**، ولكنها أزيلت من مناطق كثيرة لإحلال الزراعة محلها من جهة، والاستفادة من أخشابها من جهة أخرى، وقد بدأت هاتان الدولتان تتبعان سياسة ترمي إلى تنظيم استغلال الغابات والمحافظة عليها، وتعد الغابات التي تنتشر على المنحدرات الغربية لجبال روكي أعظم مورد للأخشاب في الولايات المتحدة.

وإلى جانب حرفة قطع الأشجار وتصدير أخشابها، حرف أخرى مهمة منها حرفة صيد الحيوانات ذات الفراء.

لقد دفع الاستغلال المكثف للغابات الشمالية إلى جانب المخاوف المتعلقة بآثار الاحتباس درجة الحرارة، بدعاة الحفاظ على البيئة إلى المطالبة بتخصيص مساحات واسعة من الغابات كمحميات طبيعية لحماية نظامها البيئي المهم لمستقبل الحياة على الأرض. كما تقوم الحكومات الأوروبية بتنظيم قطع الأخشاب لحماية الغابات من الزوال.

٢.٢. إقليم الغابات المعتدلة النفضية:

توأم الغابات الصنوبرية، تنتشر الغابات النفضية في نصف الكرة الشمالي في المناطق ذات المناخ المعتدل المحيطي، وتُسمى بالغابات النفضية الصيفية أو الغابات النفضية ذات الأوراق العريضة.

١.٢.٢. التوزع الجغرافي:

تشغل الغابات المعتدلة النفضية نحو ١٦% من مساحات الغابات في العالم، وتنمو الغابات النفضية بصفة خاصة في غرب القارات ما بين دائرتي عرض ٤٠°و٦٠° تقريباً، وذلك في الأقاليم التي ينتمي مناخها إلى النوع المعروف باسم مناخ غرب أوربا، وقد يمتد في اتجاه المدارين حتى دائرة عرض ٣٥° شمالاً وجنوباً حيث تعمل التيارات البحرية الباردة على زحزحة النطاق درجة الحرارة المعتدل البارد، حيث تتركز معظم الغابات النفضية في أوروبا وآسيا بين ٤٥ و٦٠ درجة شمالاً، أما في شمال شرق أمريكا ما بين ٣٥° و٤٨° شمالاً. الخريطة ٤٥. توزع الغابات المعتدلة النفضية.



الخريطة .٤٥. توزع الغابات المعتدلة النفضية

وأهم مناطقه معظم الأراضي المنخفضة في غربي ووسط أوربا بين خطي عرض ٤٢° و٦٠° شمالاً، وتتناقص هذه الغابات كلما توغلنا في أوروبا نحو الشرق تبعاً لتناقص الأمطار حتى تختفي تقريباً عند جبال أورال، إلاَّ إنها لا تلبث أن تظهر من جديد في شرقي آسيا حيث تغطي مساحات واسعة في منشوريا والسهل العظيم في شمال الصين، وشمال جزيرة هنشو باليابان، وكوريا، وفي أمريكا الشمالية توجد الغابات النفضية بصفة خاصة شمال غرب الولايات المتحدة وغرب كندا، كما توجد في شمال شرق أمريكا بين جبال الأبلاش شمالاً وحتى نهر المسيسيبي غرباً، أما في نصف الكرة الجنوبي فهو محدودا المساحة يتمثل في مناطق صغيرة أقصى جنوب أمريكا الجنوبية على السفوح الشرقية من جبال الأنديز، مساحات صغيرة في جنوب شيلي، وبعض أجزاء الجزيرة الجنوبية لنيوزيلندا، ولكن النباتات تختلف عن تلك التي في الغابات النفضية الشمالية، حيث تتسم بنفض أوراقها جزئياً وليس كلياً.

٢.٢.٢. الخصائص المناخية:

تنمو غابات المناطق المعتدلة في مناطق ذات مناخ معتدل، أي ذات صيف دافئ، وشتاء بارد، وممطر طول العام لتعرضه للرياح العكسية، وهذا المناخ ملائم لنمو الغابات النفضية.

تتعرض مناطق هذه الغابات إلى التقاء الكتل الهوائية الدافئة مع الكتل الهوائية الباردة، والتي تسببت في تعرض هذه الغابات إلى أربعة مواسم، حيث تختلف درجة الحرارة على نطاق واسع

من موسم إلى موسم حيث نجد جميع الفصول الأربعة فخلال فصل الخريف تفقد الأشجار أوراقها، لتستعد لموسم الشتاء، حيث أن المناخ يكون بارد جداً، وبذلك تتكيف الأشجار مع فصل الشتاء بدخول فترة من السكون، وتنمو أشجار الزهور خلال موسم الربيع والصيف الحار والرطب.

يتسم الإقليم بأنه أكثر درجة حرارة من الإقليم غابات المخروطية حيث ترتفع درجة حرارة شهور الصيف إلى أكثر من ١٥م°، وطول الصيف بين ٥ . ٧ شهور، ولكنه شديد البرودة في الشتاء، ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي نحو ١٠م°، أما كمية الهطل بين ٧٦٠ . ١٥٠٠ملم على مدار السنة، مع تركز واضح في الشتاء والربيع وعادة ما يسقط معظمه على شكل ثلوج، وتهطل الأمطار بشكل متساوي إلى حد ما على مدار العام.

٣.٢.٢. الخصائص الحيوية:

أ . الحياة النباتية:

تتميز أشجار الغابات النفضية بنفض أوراقها خلال شهور الشتاء بسبب انخفاض المعدل اليومي لدرجة الحرارة إلى ما دون حاجة النباتات، وليس بسبب انقطاع الأمطار خاصة أن المياه الموجودة في مسام التربة تتعرض للتجمد خلال شهور الشتاء(الجفاف الفيزيولوجي) ومن ثم تعجز الجذور عن امتصاص المياه من التربة، وما أن ترتفع درجة الحرارة إلى أكثر من ٦م° (صغر النمو النباتي) تبدأ الأشجار بالنشاط وتظهر البراعم، وتنمو الأعشاب والشجيرات في أرضية هذه الغابة قبل الأشجار لكي تستفيد من الضوء لإتمام عملية النمو قبل أن يحجب الضوء نتيجة النمو الغزير الجديد لأوراق الأشجار الكبيرة.

كما تتسم أوراقها بأنها عريضة ورقيقة، أما الجذوع فيغلفها لحاءً سميكاً صلباً ليحميها من خطر الصقيع، وذرات الثلوج التي تحملها الرياح القوية، كما تتناقص أطوال أشجار هذه الغابات تبعاً لتناقص كمية الأمطار، لذا تتناقص أطوالها في أوروبا كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق حتى تكاد تختفي في شرق القارة بالقرب من جبال الأورال.

١. التطبق النباتي: يمكن أن نميز في الغابات النفضية أربع طبقات:

- **الطبقة الأرضية:** طبقة الأعشاب حيث تسود الحزازات وحشيشة الكبد. وتظهر النباتات المبكرة النمو في الطبقة العشبية في أوائل الربيع، قبل أن تجدد الأشجار أوراقها، وتستبدل بها نباتات قادرة على النمو تحت ظلال الأشجار المورقة.

- **طبقة الحقل:** تعلو الطبقة الأرضية وهي نباتات مختلطة.
- **طبقة الشجيرات:** مجموعة من النباتات متعددة السيقان يصل ارتفاعها إلى ٤,٥ متر، مثل شجيرات الاليكس وشجيرة العليق مثل الأزاليات، والغار الجبلية.
- **طبقة الأشجار العالية:** وتُشكل المظلة في الغابات النفضية يزيد ارتفاعها عن ٣٠ متر مثل البلوط، والزان، والقيقب، وجوز الكستناء، والدردار، والزيزفون، والجوز.

تكوين الغابات النفضية: يختلف تكوين الغابات النفضية بالمناطق المعتدلة من غابة إلى أخرى، فالغابات النفضية في **أوروبا** تختلف أنواع الأشجار النفضية داخل الإقليم من منطقة لأخرى، فبينما تسود شجرة البلوط الغابة النفضية في الجزر البريطانية، وشمال فرنسا حيث تنتشر التربة الصلصالية الثقيلة (التربة الطينية)، فإن أشجار الزان والدردار (لسان العصفور) تسود التربة الكلسية الجافة التي يرتفع محتواها من كربونات الكالسيوم في التربة $caco_3$، أما في التربة الضحلة والرملية ينتشر فيها أشجار البتولا، والبلوط، أما المناطق الرطبة مثل فنلندا يسودها أشجار العدار، والصفصاف.

تحتل الغابة النفضية في **أمريكا الشمالية** منطقة واسعة في شمال شرق القارة تمتد ما بين جبال الأبلاش في الشرق حتى نهر المسيسبي في الغرب، وهي أكثر تنوعاً وتجانساً من الغابة الأوربية، والأشجار السائدة هنا هي: المُران الأمريكي، والزان، وشجرة ماغنوليا الخيار Magnolia acuminata، وشجرة الجوزية Juglandinae وهي ليست جوز نباتي حقيقي، والقيقب السكري أو الإسفندان، والزنبق الأمريكي، وأنواع عديدة من البلوط، وكثير من الأشجار مغطاة بالعشقة السامة أو اللبلاب السام Hedera helix ، كما ينمو البلوط السام Toxicodendron diversilobum، ككرمة أو شجيرة، ويوجد في غرب الولايات المتحدة وكولومبيا البريطانية، وتشبه أوراقه أوراق البلوط الحقيقية، والسماق السام Toxicodendron vernix ، والعنب البري.

تغطي الغابات النفضية مساحات واسعة **شرقي آسيا**، وتشمل الأشجار التي تُكون طبقة الظلة الصنوبر الكوري، والقيقب، والبلوط، والجوزية، والتنوب الكوري، ولسان العصفور، وتُشكل أشجار البتولا المنشوري غابات واسعة الانتشار. ولأن هذه الغابات تنمو على تربة خصبة فقد قطعت نسبة كبيرة منها لتوفير الأخشاب والوقود ولإفساح المجال للزراعة... كما تتميز هذه الغابات بوجود العنب البري، ونباتات متسلقة (الليانات الخشبية). والزهور البرية مثل البلوبلز(الجريس)،

وتريليوم Trillium الذي يُعد في كندا رمزاً لمقاطعة أونتاريو. والأزاليات شجيرات مزهرة، والطحالب، وزهرة الربيع المسائية. الصورة .٨٣. أشجار إقليم الغابات المعتدلة النفضية.



الصورة .٨٣. أشجار إقليم الغابات المعتدلة النفضية

ب . الحياة الحيوانية:

تكيفت حيوانات الغابات النفضية المعتدلة مع تغير الفصول، فالعديد من حيوانات الإقليم تمارس البيات الشتوي (السبات)، وبعضها الأخر تهاجر، ويضم الإقليم مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الحيوانية تتمثل في بعض أنواع الدببة، والخنزير البري، والثيران، والأَيل، والجرذ السنجابي، والغرير الآسيوي، والثعالب الحمراء، والقنفذ، والراكون، والزبابة، والسنجاب، وابن عرس، كما يضم الإقليم بعض الطيور مثل الصقور عريضة الجناحين، والكرادلة (الكاردينال الشمالي)، والبوم الثلجي، والقراع أو نقار الخشب، والقرقف، وتتميز معظمها بأنها من الأنواع المهاجرة نحو المناطق الدفيئة في الشتاء، وتحتوي على عدد كبير من الثدييات الدخيلة على المنطقة، مثل قط الغابة، والفهد، والببر، وطيور مثل صياد الذباب الآسيوي، والشقراق عريض المنقار، وأعداد هذه الحيوانات انكمشت نتيجة الأنشطة البشرية، والتلوث وما ينجم عنه من أمطار حامضية وأثرها في تدهور الغابات.

٤. أثر الإنسان:

لأشجار هذه الغابات أهمية اقتصادية، وقد قُطعت ملايين الأشجار من أجل استخدام أخشابها ولإنتاج الفحم، كما ساعد على استغلال هذه الغابات وقوعها في مناطق مكتظة بالسكان، بالإضافة إلى صلاحية أراضيها للرعي والزراعة، كما أن مناطقها غنية بالمعادن. ويُعد التلوث الصناعي السبب الرئيس لزوال هذه الغابات.

تجدر الإشارة إلى أن معظم هذه الغابات قد تعرض للإزالة وحلت محلها الزراعة، ومراكز العمران، والمصانع، وغير ذلك من صور استغلال الأرض، حيث لا توجد إلا في مساحات بسيطة متناثرة، وتعمل الحكومات على الحفاظ عليها وحمايتها بإصدار القوانين التي تنظم استغلالها.

إن تغيير تركيبة الغابات في هذا الإقليم أدى إلى تراجع دورها في الحد من الاحتباس درجة الحرارة، حيث ذكر العلماء إن الاتجاه إلى زراعة هذه الغابات أدى إلى زيادة درجة الحرارة في أوروبا صيفاً بواقع ٠,١٢ م° منذ عام ١٧٥٠م، كما أن عدة دول تقوم بزراعة المخروطيات مثل الصنوبريات، وأشجار التنوب، التي تسهم ألوانها الخضراء الداكنة في احتجاز وتخزين درجة حرارة الشمس، في حين تسهم الأوراق الخضراء الفاتحة اللون والعريضة الأوراق مثل أشجار البلوط، والبتولا في عكس أشعة الشمس وارتدادها.

ومن آثار الاحتباس درجة الحرارة التغيرات المناخية العالمية وأثر ذلك في الغابات فعلى سبيل المثال الغابات الألمانية والنمساوية والسويسرية تعاني منذ عام ١٩٩٢م، من موت عدد كبير من أشجار الشربين بسبب انتشار الإصابة بخنافس اللحاء، حيث لاحظ خبراء أن الأحوال المناخية الجديدة شكلت بيئة مناسبة لبعض الآفات الضارة على الأشجار، وتحول بعض الحشرات الأليفة الموجودة بشكل طبيعي في الغابة إلى حشرات ضارة، ويعزو الخبراء تحول خنافس اللحاء إلى حشرات ضارة إلى موجات الجفاف الشديدة واختفاء الصقيع الشتوي وارتفاع درجة الحرارة في الصيف.

ثالثاً . إقليم الغابات الجبلية

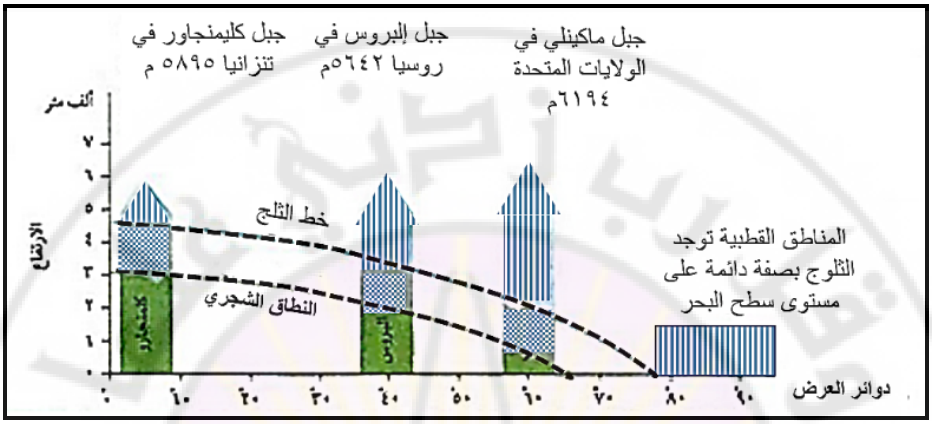
ينفرد المناخ الجبلي عامة بغض النظر عن التباين بين خطوط العرض، والقرب والبعد عن البحر بأنه مناخ لا نطاقي تتأثر مميزاته بظاهرة الارتفاع عن سطح البحر، وتتميز البيئات الجبلية بتنوع النباتات التي تنمو على السفوح الجبلية تنوعاً كبيراً، حيث يتغير الغطاء النباتي بشكل تدريجي وفقاً للارتفاع عن سطح البحر، والتعرض لأشعة الشمس، والوضع الجغرافي للكتلة الجبلية... وتسمى الغابات التي تحتل المنحدرات السفلى والوسطى بالغابات الجبلية، أما الغابات التي تغطي المنحدرات العليا فتعرف بالغابات تحت الألبية، وتسود الأشجار الراتينجية غابات الجبال العالية في أوروبا التي تشبه بعض الغابات الشمالية، وتتكون الغابات الجبليةفي آسيا من أنواع من الراتينجية بالإضافة إلى الصنوبريات، أما في أمريكا الشمالية فأنواع الأشجار الرئيسة في الغابات الجبلية من أنواع التنوب والصنوبر. وتحتوي الغابات الجبلية غالباً على أشجار ذات جذوع ملتوية، نتيجة لازدياد شدة الرياح مع زيادة الارتفاع، ويُسمى الارتفاع الذي لا تنمو فيه الأشجار بخط الشجر .الخريطة .٤٦. توزع البيئات النباتية الجبلية.



الخريطة .٤٦. توزع البيئات النباتية الجبلية

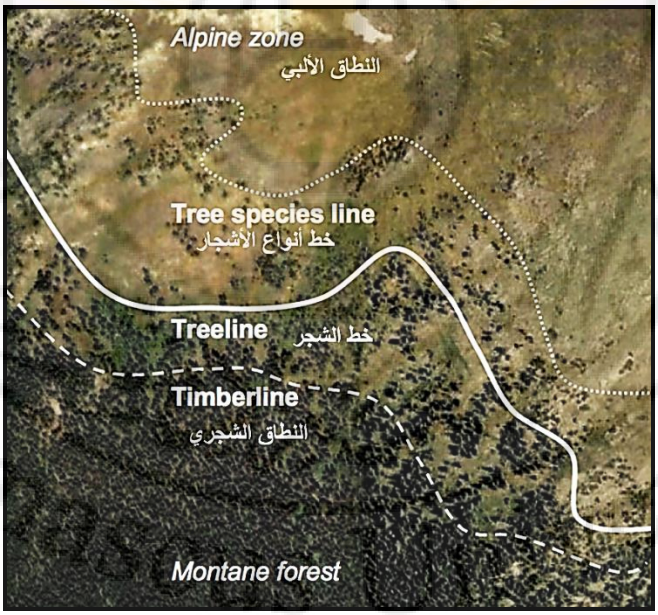
تنفرد البيئة الجبلية بتشكيلة نباتية متميزة، لارتباطها بدوائر العرض، والارتفاع عن سطح البحر، واتجاه السفوح (التوجه)، والبعد أو القرب من البحر، حيث نجد أن تدرج النباتات مثلاً في جبلين لهما نفس الارتفاع، ودرجة الانحدار، لكنهما يقعان في دائرة عرض مختلفة تدرج نباتي مختلف

بينهما، كما في الشكل .٧٩. قطاعات لثلاث جبال على مواقع مختلفة من خط الاستواء توضح حدود النطاق الشجري وارتفاعه.



الشكل . ٧٩. حدود النطاق الشجري

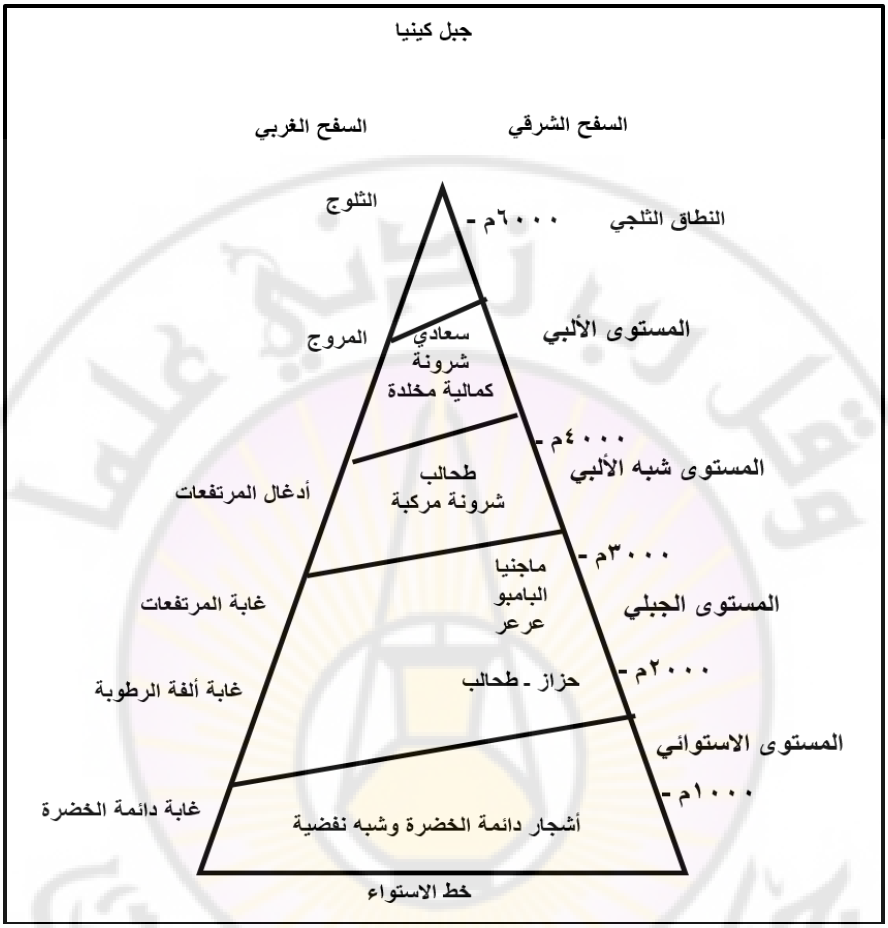
فحدود النطاق الشجري يقع أسفل خط الثلج الدائم، وهو الحد الذي لا ينمو بعده أي نوع من الأشجار لوجود الثلوج بشكل دائم طول العام. الصورة .٨٤. حدود خط الشجر.



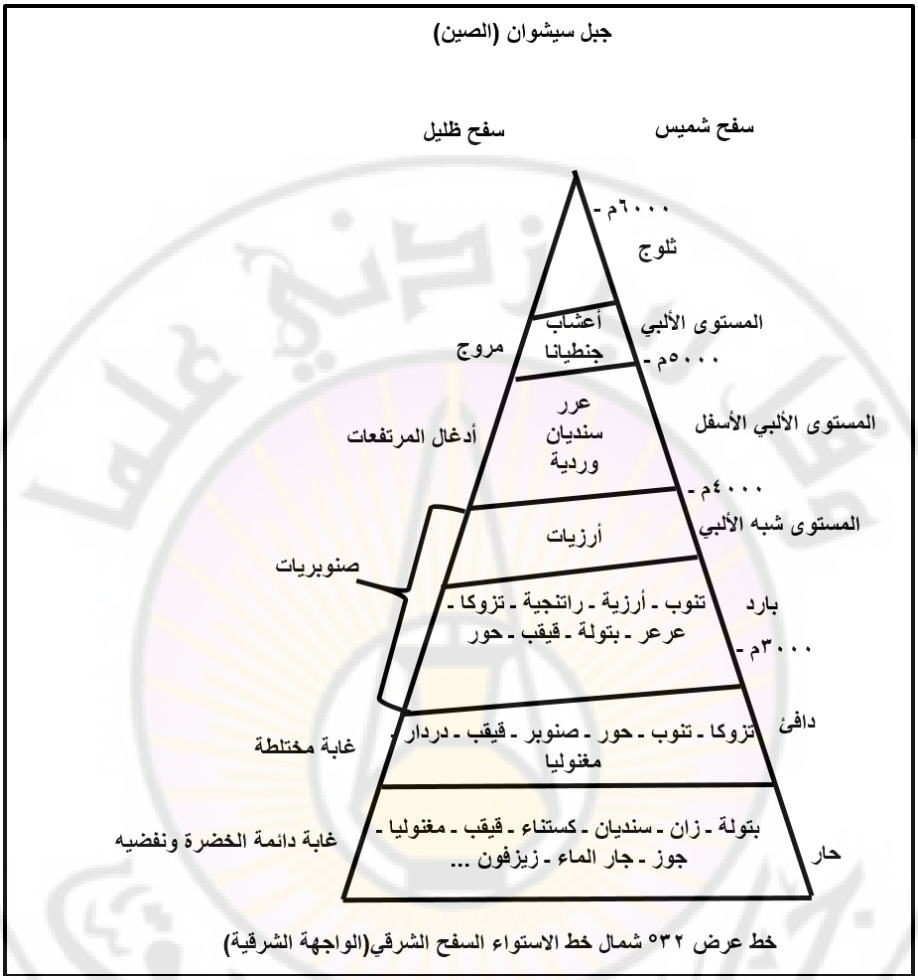
الصورة .٨٤. حدود خط الشجر

ويُطلق على المنطقة الموجود أعلى خط الشجر بالنطاق الألبي أو التندرا الألبية، والتي تهيمن عليها الأعشاب والشجيرات منخفضة النمو، وينمو العديد من أنواع النباتات المختلفة، بما في ذلك النباتات المعمرة، والسعدية، والنباتات المزهرة، والوسادية الشكل، والحزازية، والأشنيات، التي تكيفت مع درجة الحرارة المنخفضة، والجفاف، ومواسم النمو القصيرة. وقد يكون ارتفاع خط الأشجار أعلى من ٤٠٠٠ متر فوق سطح البحر في المناطق المدارية الموجودة بجنوب شرق آسيا، بينما يصل الارتفاع إلى ٤٥٠ متر فوق سطح البحر في إسكتلندا. أما المنطقة الموجودة أسفل خط الأشجار مباشرةً يُطلق عليها النطاق شبه الألبي.

إن كل منطقة جبلية تنفرد إلى حد ما بخصوصيات محلية يفرضها عليها موقعها الجغرافي ضمن المجموعات المناخية الكبرى، وهذا ما يبرر الانفراد بدراسة الغطاء النباتي الجبلي حسب الموقع من دوائر العرض، وتُبين الأشكال . ٨٠ و٨١ و٨٢ . اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح.



الشكل ٨٠. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح



الشكل ٨١. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح



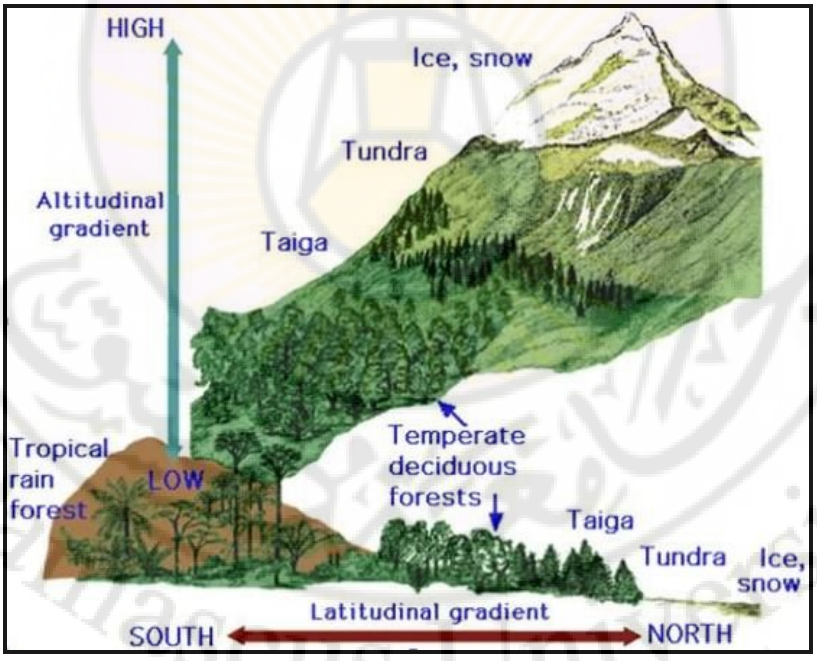
الشكل .٨٢. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح

أ . النباتات الجبلية:

تختلف نباتات الغابات الجبلية عن نباتات غابات الأراضي المنخفضة الموجودة في المنطقة نفسها، فمناخ الغابات الجبلية أبرد من مناخ الأراضي المنخفضة الواقعة على دائرة عرض نفسها، ولذلك تحتوي الغابات الجبلية على أنواع نباتية نموذجية من غابات الأراضي المنخفضة الواقعة على دوائر العرض الجغرافية العليا.

١. نطاقات الارتفاع النباتية عن سطح البحر (التدرج النباتي):

تنتظم الغابات الجبلية في مستويات ارتفاعيه متتالية، بشكل أحزمة أو أشرطة، تُعرف بالآفاق* النباتية أو الطوابق النباتية Vegetational Zones، ويعمل كل من الارتفاع عن سطح البحر، وانحدار السفوح واتجاهها، وشكل السطح على تقسيم الوسط البيئي الجبلي للمجتمعات النباتية إلى أوساط بيئية موضعية Microhabitats، متباينة ومتميزة، من خلال تأثيرها في المناخ المحلي، وبالتالي تتغير الأنواع النباتية كلما ازداد الارتفاع عن سطح البحر، وبالطريقة نفسها التي تتغير معها المجتمعات النباتية مع دوائر العرض، حيث ربط هوبكنز Hopkins بين الارتفاع عن سطح البحر، ودوائر العرض، وبين الغطاء النباتي، في قانون يعرف بقانون هوبكنز والذي يفسر بأن : الارتفاع بمقدار ٣٠٥م يحدث تغيراً مظهرياً حيوياً (العلاقة بين المناخ والنبات) مماثلاً لما يمكن ملاحظته من التغير عند الاتجاه شمالاً لمسافة ١٠٧كم، ويوضح الشكل .٨٣. توزع الأقاليم النباتية في العالم على أساس الارتفاع عن سطح البحر ودوائر العرض حسب قانون هوبكنز.



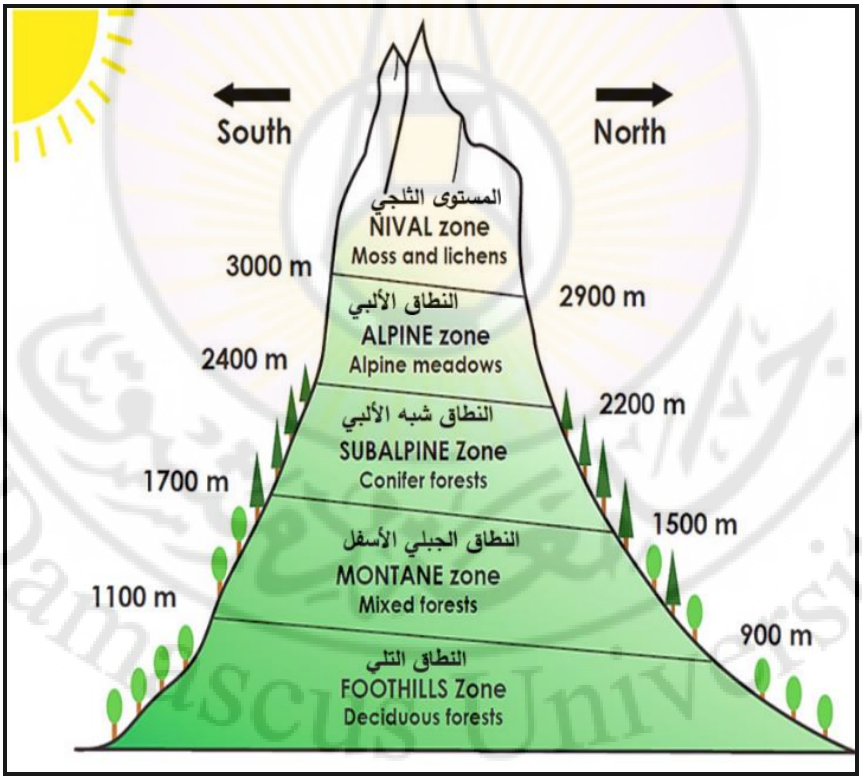
الشكل .٨٣. توزع الأقاليم النباتية حسب قانون هوبكنز

* يُستخدم مصطلح الآفاق حتى لا يحصل التباس بينها وبين مصطلح النطاقات على سطح الكرة الأرضية (النطاق القطبي – المعتدل – المداري – الاستوائي).

ويقول عالم النبات الفرنسي بول أوزيندا Paul Ozenda أن تغير درجة الحرارة مع تغير الارتفاع هي المسؤولة عن تشكل الغطاء النباتي، وقد اقترح بأن الطابق النباتي هو عبارة عن المجموعات النباتية مجتمعة فيما بينها برابطة بيئية في نفس الشريط الارتفاعي، فمن الطبيعي أن الأنواع النباتية المكونة لطوابق الغطاء النباتي تختلف في مناطق الجبال شبه الجافة إلى جبال المناطق الرطبة وحسب دوائر العرض أي من الشمال إلى الجنوب. كما تختلف الأحزمة النباتية من إقليم لأخر فلكل نطاق جبلي مناخه ونطاقه النباتي.

١.١. نطاقات الارتفاع النباتية عن سطح البحر (التدرج النباتي) في جبال المناطق المعتدلة:

إن التدرجات النباتية تختلف داخل المنطقة المعتدلة في تكويناتها ومظهرها وكثافتها حسب دوائر العرض، والارتفاع، وشدة الانحدار، واتجاه السفح. كما في الشكل ٨٤. التدرج النباتي في جبال المناطق المعتدلة.



الشكل ٨٤. التدرج النباتي في جبال المناطق المعتدلة

ومن الأمثلة على التدرج النباتي في المناطق المعتدلة نذكر:

١.١.١. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية (الواجهة الشمالية):

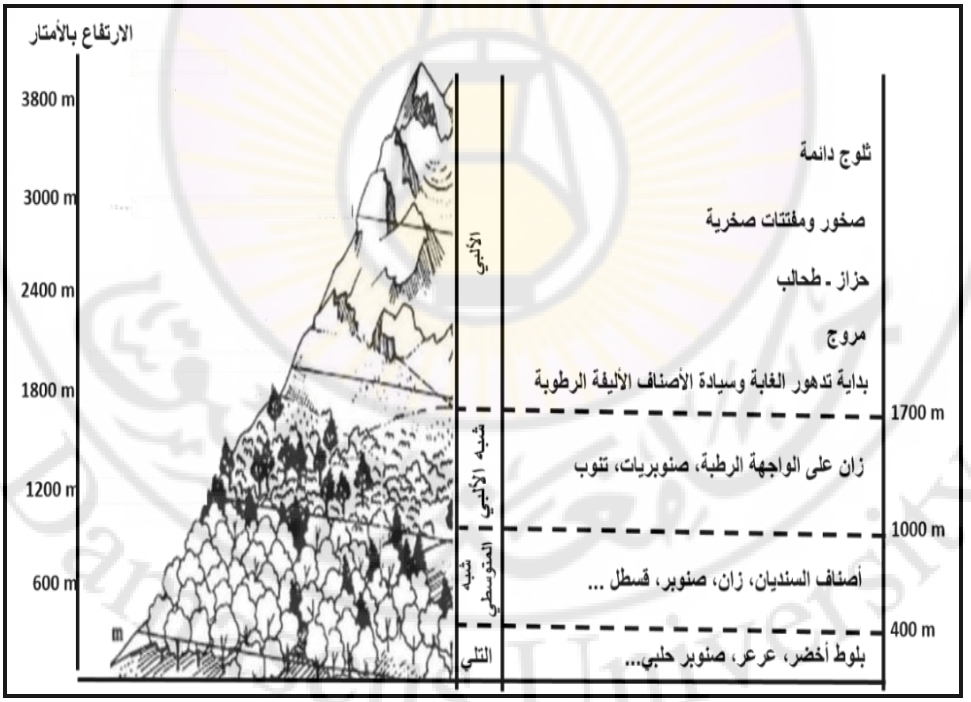
أ . النطاق التلي Foothills Zone: يُمثل المستوى الأولى من التدرج النباتي مع الارتفاع عن سطح البحر، والذي غالباً ما يكون امتداد لبيئة السهول والهضاب المجاورة، وهذا المستوى يختلف في ارتفاعه وتشكيلته النباتية باختلاف الموقع المناخي وبدرجة تدخل الإنسان. فعلى سبيل المثال: يراوح ارتفاع هذا المستوى بين ٤٠٠ و٥٠٠ متر في جبال فوج Vosges الواقعة شمال شرق فرنسا، وفي سلسلة جبال البرانس الواقعة في جنوب غرب أوروبا والتي يصل ارتفاعها إلى ٣٤٠٤م في قمة أنيتو، حيث يراوح ارتفاع مستوى النطاق التلي بين ٥٠٠ و٨٠٠ متر. ويمتد موسم النمو النباتي من ٨ إلى ٩ أشهر، ومن أهم مكوناته النباتية النفضيات وأهمها أشجار البلوط، والكستناء، والزان التي تختلف في شكلها وتكيفها باختلاف المناخ المحلي، والقاعدة الترابية، واتجاه السفح، ومستوى الانحدار، ودرجة تدخل الإنسان، وهكذا نجد القيقب، والصنوبر البري... وغالباً ما يستوطن السفوح الموجهة نحو الجنوب. أما الزان يستوطن الجهات الأقل جفاف، والتربة الأكثر احتفاظاً للرطوبة، وغالباً ما تتوفر هذه الظروف في السفوح الموجهة نحو الشمال.

ب . النطاق الجبلي الأسفل (شبه المتوسطي): يراوح معدل الارتفاع بين ٩٠٠ إلى ١٦٠٠ متر م فوق سطح البحر، ومن أهم مميزاته كثافة الغطاء النباتي حسب اتجاه السفوح، ودرجة الانحدار، وضعف تدخل الإنسان بالرعي والقطع، ويستمر موسم النمو النباتي من ٦ إلى ٧ أشهر، تسيطر هنا المخروطيات المتحملة للرطوبة، والبرودة، والثلج، وشدة الرياح، ومن أهمها أأشجار التنوب، ومن مميزات هذا المستوى تعايش أشجار التنوب مع الزان، وتنافس الصنوبريات أشجار التنوب نتيجة عملية التشجير، وعلى السفوح الأقل رطوبة من المستوى الجبلي الأعلى وفي المستوى من الارتفاع نفسه تسود الأجناس الأكثر تحملاً للجفاف ومنها الصنوبر البري، والصنوبر الأسود، والنمساوي، وأجناس نباتية تنتمي إلى البيئة الباردة من المستويات العليا، ويُسمى **بالمستوى الجبلي الأعلى** الذي يتصل مباشرة بالمستوى الشبه الألبي.

ج . النطاق شبه الألبي: يراوح معدل الارتفاع من ١٦٠٠ إلى ٢٣٠٠ متر فوق سطح البحر، ويستمر موسم النمو من ٣ إلى ٥ أشهر، وبيئته أكثر برودة من المستويات السفلى، لذلك تتراجع أو تختفي الأجناس النباتية النفضية، وغالباً ما تسيطر فيه المخروطيات المقاومة للبرودة على السفوح كافةً، وتختلط مع الارتفاع بالأرزية المخروطية، وتظهر المراعي في المستويات العليا.

د . النطاق الألبي: يبدأ من ارتفاع ٢٣٠٠ إلى ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، ويستمر موسم النمو من شهر إلى شهرين، تواجه الأشجار ظروف معيشية صعبة لذلك تتخذ شكلاً متقزماً، على العموم تختفي الأشجار لتحل محلها الجنبات والقزميات (الجفافيات)، حيث تكيفت نباتات هذا المستوى مع شدة الانحدار، وشدة البرودة، وقوة الرياح، وتراكم الثلوج، وانعدام التربة... كما تزدهر الأعشاب كالخلنجيات، والطحالب، والحزازيات، تليها مع الارتفاع المساحات العشبية المروج حيث تزدهر السعديات، وبعض الشقاريات، والنجيليات التي تختلف في توزعها وكثافتها باختلاف نوعية التربة، ومستوى تجمد التربة خلال السنة.

و . النطاق الثلجي: يقع على ارتفاع فوق ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، يأتي مباشرة بعد المستوى الألبي، يشبه في منظره العام بيئة التوندرا، حيث الثلوج الدائمة، والأنهار الجليدية، وتقل أو تنعدم التكوينات النباتية الخشبية، وتتركز بعض الخلنجيات، والسعديات، والأشنة، والطحالب في شقوق الصخور. ويُبين الشكل .٨٥. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية.



الشكل .٨٥. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية (الواجهة الشمالية)

٢.١.١. التدرج النباتي في جبال حوض البحر المتوسط :

تتميز الجبال المتوسطية رغم صغر مساحتها، وقلة ارتفاعها بالمقارنة مع نطاقات الارتفاع النباتية عن سطح البحر في جبال جنوب أوروبا الغربية بخصائص متميزة أهمها:

أ. **انقسام الجبال المتوسطية من الناحية النباتية** إلى قسمين: قسم تسيطر فيه الأنواع النفضية المعتدلة غالباً في الجهات الشمالية من النطاق المتوسطية، والقسم الثاني تسيطر فيه الأنواع المتوسطية في الواجهة الجنوبية من جبال أوروبا المتوسطية، وجبال شمال أفريقيا.

ب . تتميز جبال شمال أفريقيا **بالتشكيلات النباتية الجبلية** كونها تطل في بعض الجهات على البحر، أو على المنخفضات، أو على السهول المعتدلة، أو شبه الجافة، وفي الجهات الأخرى تطل على الصحراء، حيث تتأثر مباشرة بالمؤثرات الجافة والحارة.

ج . تأثير **النشاط البشري** في التشكيلة النباتية الجبلية من خلال الرعي، والاحتطاب، والزراعة، والحرائق، وعمليات التشجير...

د . **تنوع التشكيلات النباتية** الجبلية من مستوى تسيطر فيه نبات الحلفا إلى مستوى غابي أكثر كثافة، حيث يتباين التدرج النباتي في الشكل والمضمون حسب موقع الجبل، واتساعه، وارتفاعه، واتجاه سفوحه، ودرجة تدخل الإنسان.

حيث قسم الباحثون الجبال المتوسطية من الناحية النباتية إلى فئتين أساسيتين:

الفئة الأولى: شمال حوض البحر المتوسط تشمل السفوح الجبلية الشمالية للمرتفعات، حيث تتدرج النباتات من النطاق المتوسطي، إلى النطاق المختلط، إلى النطاق المعتدل، إلى النطاق البارد. **ففي جبال البرانس الشرقية** مثلاً يلاحظ التدرج النباتي التالي مع الارتفاع عن سطح البحر:

- **نطاق متوسطي** تسوده غابات السنديان الدائمة الخضرة بين ارتفاع ١٠٠ إلى ٥٠٠ متر تقريباً، ويتكون من أشجار السنديان، والبلوط، والعرعر، والصنوبر...
- **نطاق شبه متوسطي** تسوده غابة نفضية ما بين ٥٠٠ و١٢٠٠ متر ويتكون من أشجار السنديان النفضية، والحور، والصفصاف، وسرو، وقسطل، وصنوبر، وزيزفون، والأرزية...
- **نطاق غابة مختلطة** ابتداءً من ارتفاع ١٢٠٠أو١٦٠٠ متر، حتى ارتفاعات تزيد عن ٢٢٠٠ أو ٢٤٠٠ متر فوق سطح البحر، وحسب اتجاه السفوح، ويتكون أساساً من غابات الصنوبر المخروطية، والبتولة، والمران، والتنوب، والغبيراء، والزان، والطقسوس...

• **نطاق الشبه الألبي** فوق ارتفاع ٢٠٠٠متر فوق سطح البحر وحسب اتجاه السفوح، عرعر، وصنوبر... ونباتات وسادية.

• **النطاق الألبي** يختفي النطاق الغابي في التدرج الألبي ليعوض بتشكيلات نباتية قصيرة، قزمية، كبعض الأعشاب والزهور الألبية التي تتميز بقصرها، وقدرتها على تحمل البرد والصقيع.

الفئة الثانية: السفوح الجبلية المتوسطية الواقعة شمال إفريقيا (الجزائر والمغرب) تتدرج النباتات من النطاق المتوسطي، إلى النطاق المختلط، إلى النطاق المعتدل، إلى النطاق البارد. فعلى سبيل المثال يمكن تميز التدرجات النباتية في جبال الريف والتل وجبال الأطلس اكما في الشكل .٨٦. التدرج النباتي في جبال شمال إفريقيا كالآتي:

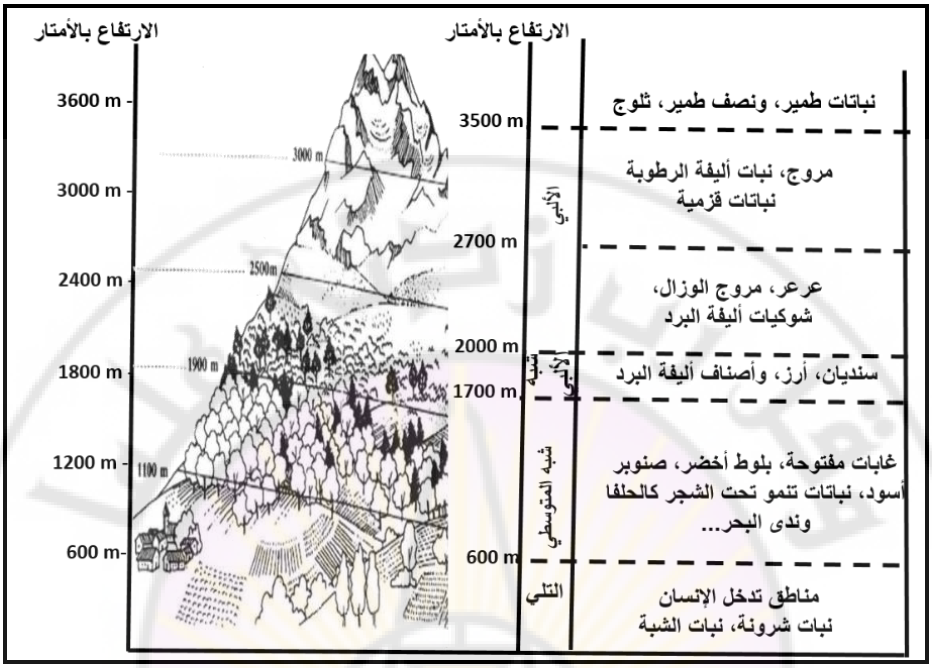
• **النطاق التلي:** وهو نطاق تدخل الإنسان يمتد ما بين ١٠٠ و٦٠٠ متر تقريباً فوق سطح البحر، ويتكون من تجمعات غابة السنديان الأخضر، وغابة السنديان الفليني محلياً، ونبات الشيخة أقحوانية الأوراق، ونبات الشبة Cyanus.

• **نطاق شبه متوسطي:** يمتد من مستوى سطح البحر حتى ارتفاع ٦٠٠ أو ١٧٠٠ متر فوق سطح البحر ، يتميز بتنوع نباتي كبير ويضم تجمعات غابية في بعض الأحيان كغابات السنديان الفليني، أو الصنوبر الحلبي، أو أشجار سندروس رباعي وهي شجرة صغيرة من الفصيلة السروية تنتج زيوتاً وراتنجاً يُدعى سندرك وهو مادة تشبه الصمغ، وصنوبر أسود، ونباتات تنمو تحت الشجر كالحلفا وندى البحر (إكليل الجبل) ...

• **النطاق شبه ألبي:** يمتد ما بين ١٧٠٠ و٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، متقطع على شكل محطات منعزلة، ويتكون أساساً من التشكيلات الغابية المختلطة للأشجار النفضية والمخروطية.

• **النطاق المعتدل** (الجبلي المتوسطي)**:** يمتد من ٢٠٠٠ إلى ٢٣٠٠ أو ٢٧٠٠ متر فوق سطح البحر، وهو نطاق الغابات المخروطية المتوسطية، وتضم غابات الأرز الأطلسي، أو غابات العرعر الفواح، وشوكيات أليفة البرد.

• **النطاق البارد** (أعالي الجبال المتوسطية)**:** يمتد على القمم الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن ٢٧٠٠ متر فوق سطح البحر، تظهر تشكيلات سهبيه تتكون أساساً من نباتات جفافية شوكية التي تتحمل درجة البرودة الجليدية خلال فصل الشتاء الطويل، والرياح القوية التي تهب بسرعة كبيرة على هذه القمم العالية.



الشكل ٨٦. التدرج النباتي في جبال شمال إفريقيا

أما التدرج النباتي **في جبال لبنان الغربية:** يمكن تقسيمها نباتياً الى فئتين: السفوح الغربية المطلة على البحر، والسفوح الشرقية المطلة على سهل البقاع، كما في الشكل .٨٧ التدرج النباتي في جبال لبنان الغربية على السفحين الغربي والشرقي:

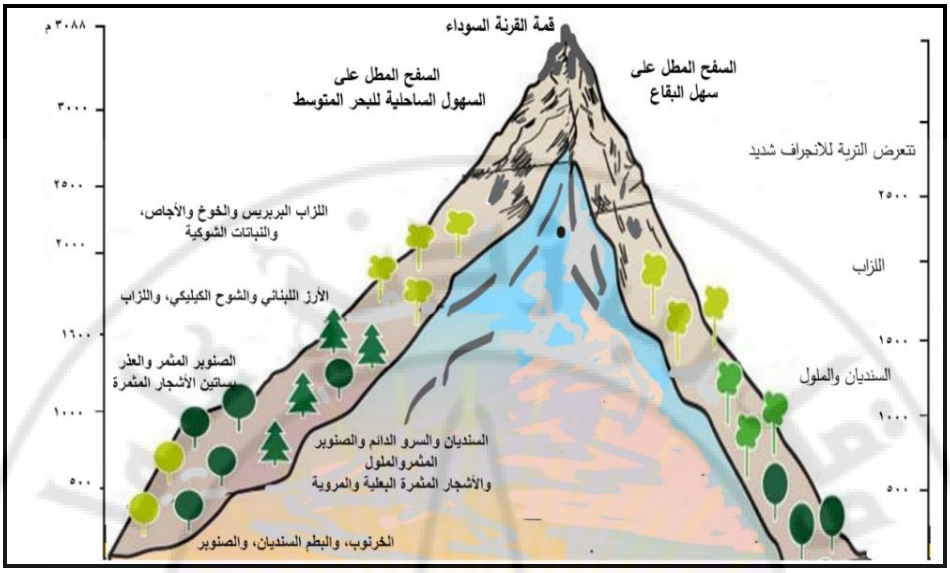
الفئة الأولى: السفوح الغربية المطلة على السهول الساحلية للبحر المتوسط: تتضمن خمس نطاقات جبلية نباتية متوسطية هي :

- **النطاق الجبلي السفلي** (شبه المتوسطي): يمتد من مستوى سطح البحر حتى ارتفاع ٥٠٠ متر فوق سطح البحر، تتميز بأشجار الخرنوب، والبطم، وحب الآس، وتحتوي على مجموعات حرجية من السنديان، والصنوبر. وتستغل هذه الأحراج كمراع طبيعية للماعز والغنم، يواجه النطاق اجتياحاً عمرانياً ما يعرض الأنواع الحية فيه للتدهور والاندثار.
- **النطاق الجبلي الأوسط:** يمتد بين ٥٠٠ و١٠٠٠ متر فوق سطح البحر، يتميز بأحراج السنديان ومجموعات من السرو الدائم الخضرة، وغابات الصنوبر المثمر، وتنتشر فيها زراعة الأشجار المثمرة البعلية والمروية.

- **النطاق الجبلي الأعلى:** يمتد بين ١٠٠٠ و١٦٠٠ متر فوق سطح البحر، هنا تتوزع المجموعات الحرجية وفقاً للصخور الكلسية أو الرملية، ففي مواقع الصخور الكلسية نجد أحراج السنديان والملول، وتظهر أشجار العذر Quercus cerris (السنديان الأشعر أو البلوط الأشعر) كمجموعات حرجية على ارتفاعات تقارب ١٢٠٠ متر، وقد انحسرت مساحة أحراج العذر بسبب تحويل أرضها الى زراعة الأشجار المثمرة، أما مواقع الصخور الرملية فتتميز بغابات الصنوبر المثمر، وهذه النطاق نطاق رعي، وتكثر فيها بساتين الأشجار المثمرة كالتفاح والكرز والأجاص...
- **النطاق الجبلي شبه الألبي:** بين ١٦٠٠ و٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، نطاق الأرز، حيث نجد مجموعات الأرز اللبناني، وهي بقايا غابة الأرز الكبيرة التي كانت تغطي هذا النطاق من أقصى شمال لبنان إلى جبل نيحا في جنوبه، وغابات الأرز مختلطة مع الشوح الكيليكي، واللزاب، وأنواع بلوطية متساقطة الأوراق، وبسبب التعديات والحرائق والرعي الجائر قلّت فيها أنواع الأشجار الحرجية والشجيرات والأعشاب التي ترافقها.
- **النطاق الجبلي المرتفع (الألبي)** يزيد ارتفاعه على ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، ويصل في شمال لبنان إلى قمة القرنة السوداء البالغ ارتفاعها ٣٠٨٨ متراً، يتميز بغابات أشجار اللزاب الضخمة، كانت فيما مضى تعيش في مجموعات كثيفة عالية، أما اليوم عبارة عن أشجار منفردة متباعدة نتيجة الرعي والقطع الجائرين، وأهم الأنواع المرافقة للزاب البربريس وأنواع من الخوخ البري والأجاص البري، وقد أدت كثافة الرعي في هذه المنطقة إلى ظهور كثيف للنباتات الشوكية، أما النباتات الرعوية فمتعددة وكلها في طور الاندثار.

الفئة الثانية السفوح المطلة على سهل البقاع: يمكن تمييز المناطق النباتية المتوسطية الآتية:

- **النطاق السفلي** يراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠ و١٥٠٠ متر، يتكون من أشجار السنديان والملول التي تتعرض لرعي جائر ما يفقدها حيوية التجدد، فضلاً عن فقرها بالأنواع الشجرية والعشبية المرافقة.
- **النطاق الجبلي الأوسط** يقع بين ١٥٠٠ و٢٥٠٠ متر فوق سطح البحر، يظهر فيه اللزاب أشجاراً منفردة ومتباعدة.
- **النطاق الجبلي الأعلى** فوق ارتفاع ٢٥٠٠م تتعرض التربة للانجراف شديد بسبب تدهور الغطاء النباتي.

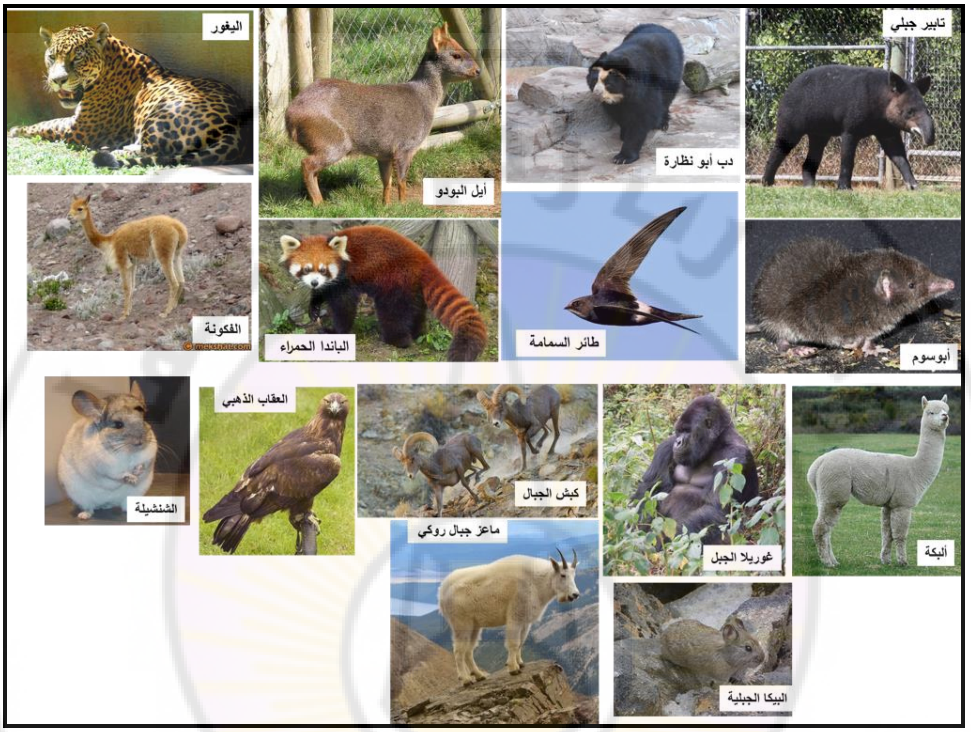


الشكل .٨٧. التدرج النباتي في جبال لبنان الغربية على السفحين الغربي والشرقي

مما سبق يتضح أن التشكيلة النباتية الجبلية مع الاختلاف في التدرج والتباين السفحي تشكل عنصراً أساسياً ضمن النطاقات النباتية المكونة لسطح الأرض.

ب . الحياة الحيوانية للغابات الجبلية: يعيش من الحيوانات ما يستطيع أن يتسلق الصخور والجروف الصخرية بكفاءة عالية، مثل **الماعز والأغنام الجبلية**، كما تعيش الحيوانات صغيرة الحجم، مثل حيوانات **البيكا**، ويبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخرية، مثل **طائر السمامة** النيبالي الذي يتخذ أعشاشه على ارتفاع نحو ٦١٠٠ متر فوق سطح البحر كما في جبال الهملايا، والدببة كان **الدب الأسمر** يجوب معظم أنحاء أوروبا، وآسيا، وأميركا الشمالية، أما الآن فيقتصر وجوده على بعض المناطق الجبلية المنعزلة، ويعيش الأسد الأمريكي **(البورما)** في الغابات الجبلية بجبال روكي وجبال الأنديز، كما يعيش فهد الجليد في الغابات الجبلية بآسيا، وفي الصين يعيش حيوان الباندا العملاق في غابات المرتفعات العالية. وتعيش **الباندا الحمراء** في جبال الهملايا وهي مهدد بالخطر بسبب إزالة غابات القصب التي تتغذى منها. ويُعد **العقاب الذهبي** سيد الاجواء في المناطق الجبلية في معظم أنحاء نصف الكرة الشمالي. والأيائل الجبلية، والثعالب... وتقوم بعض الحيوانات الجبلية بالهجرة الرأسية (هجرة فصلية) بحثاً عن الطعام عبر المنحدرات الجبلية من أعلى إلى أسفل الجبال، فعلى سبيل المثال يقضي **حجل**

الثلوج الألبي، و**الغزال الأحمر** الصيف في أعالي الجبال وينزلان إلى الوديان في الشتاء. الصورة ٨٥. حيوانات الغابة الجبلية.



الصورة ٨٥. حيوانات الغابة الجبلية

ج . أثر الإنسان:

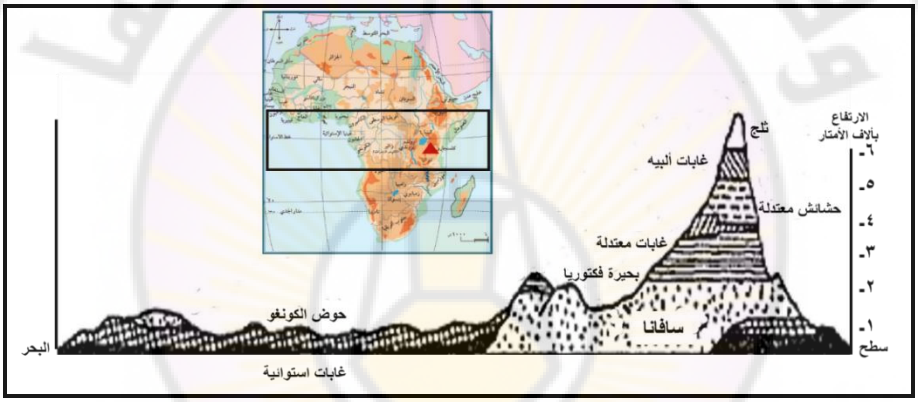
يتخذ النشاط البشري في المناطق الجبلية الطابع الزراعي . الرعوي، واستغلال الموارد الغابية، لقد استحدث سكان الجبال سُبلاً للزراعة، وأنتجوا مجموعة متنوعة من المحاصيل المتكيفة مع الارتفاعات المختلفة، وخصائص المنحدرات الجبلية، والمناخ الموضعي، مما أدى إلى انخفاض مستوى ارتفاع خط الشجر، نتيجة قطع الأشجار لتحويلها إلى مراعي، وأراضي زراعية، فأصبحت المناطق الجبلية عرضة للإجهاد البشري والبيئي نتيجة الاستغلال المفرط لها، والتغير المناخي مع استمرار اتجاه المناخ العالمي نحو الدفء، وازدياد تواتر الجفاف، وذوبان الأنهار الجليدية في الجبال بمعدلات غير مسبوقة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة، كل ذلك في أثر بنيات أخرى، كتوحل السدود، وانهيارات أرضية، وانزلاقات التربة وانجرافها. كما تسببت ظاهرة الاحتباس الحراري بهجرة رأسية للنباتات الجبلية، حيث تُشير الدراسات إلى أن التغيرات المناخية لا تؤثر في توزع الأنواع

النباتية من حيث خطوط الطول ودوائر العرض فحسب بل أيضاً من حيث الارتفاع عن سطح البحر، حيث كشفت مجموعة من الباحثين الدوليين أن النباتات في أوروبا تحاول التأقلم مع الظروف المناخية التي يُسببها الاحتباس الحراري عبر اللجوء إلى قمم الجبال مُستخدمة استراتيجية الهروب من أماكنها الطبيعية والوصول لقمم الجبال بحثاً عن درجة الحرارة الأقل والمناسبة لنموها، وأنه على مدى العقود الماضية، زاد عدد الأنواع النباتية على قمم الجبال الأوروبية بمقدار خمسة أضعاف ما كان عليه خلال الفترة من ١٩٥٧م وحتى ١٩٦٦م، حيث ارتفعت درجة الحرارة ما بين ٠,٤ – ٠,٨م° خلال القرن الماضي حسب تقرير اللجنة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية التابعة للأمم المتحدة. وقد حذر الباحثين من أن هجرة النبات الرأسية قد تصيب الأنظمة البيئية في أعالي الجبال باضطراب، فالنبات الذي يعيش أصلاً في قمم الجبال يصمد أمام الأحوال الجوية القاسية، لكنه لا يصمد في المنافسة مع أنواع أخرى التي غالباً ما تكون غازية، أي سريعة الانتشار، ما أدى إلى اختفاء بعض النباتات التي كانت موجودة سابقاً في قمم الجبال.

وقد بدأت هذه الظواهر تسترعي اهتمام الحكومات، لذلك تُبذل الجهود لإعادة تحريج بعض الغابات، ويُمنع قطع الأشجار في مناطق أخرى، كما أُنشئت المحميات الطبيعية والحدائق الوطنية مثل:

١. **منتزة بودوكاربوس**Podocarpus **الوطنية:** يقع في جنوب الإكوادور وشمال بيرو، حيث المناخ الاستوائي والجبلي، أُنشئ لحماية الغابة المطيرة في جبال الأنديز من ارتفاع ١٠٠٠م إلى٣٠٠٠م فوق سطح البحر لتصل إلى غابات elfin الغابات الضبابية، وتحتوي المحمية على نباتات متنوعة أكثر من ٤٠٠٠ نوع من النباتات مثل شجرة المعلاقة (بودوكاربس) Podocarpus هي نوع من الصنوبريات، كما تنمو أشجار السنط، والجوز، والأرز، والغار، والصبار، وزيت الخروع، وأشجار الكَيْنَة (الأوكالبتوس) الشجرة الوطنية لإكوادور، كما تم تسجيل نحو ٦٨ نوعاً من الثدييات تابير جبليMountain tapir، ودب أبو نظارة Tremarctos ornatus، وأيل البودو Pudu ، واليغور Panthera onca (النمر الأمريكي)، وظربان ذو أنف الخنزير المخطط Conepatus semistriatus، وأبوسوم تيت الشرير (الكينولستيد) Caenolestes fuliginosus، وهناك ٥٦٠ نوعاً من الطيور المسجلة، إلا أن المحمية مازالت تتعرض للضرر بسبب قطع الأشجار غير المضبوط والصيد غير الشرعي.

٢. حديقة جبل كليمنجارو[١] **(**الجبل الأبيض**)**: في إفريقيا الاستوائية (تنزانيا)، تبلغ مساحتها ٧٥٦ كم^{٢}، ورغم وجوده بالقرب من خط الاستواء إلا أنه يتميز بأن قمته مغطاة بالثلوج طوال العام بسبب ارتفاعه الشاهق ٥٨٩٥ متراً فوق سطح البحر، فسفوحه مغطاة بالغابات الكثيفة، حيث تتدرج النباتات على النحو التالي: ففي السفوح السفلى نجد الغابات الاستوائية، تتدرج إلى السافانا الغنية بالأشجار، فالغابات المعتدلة، ثم الغابات النفضية، فالغابات المخروطية، ثم نصل إلى منطقة تكثر فيها الحشائش تشبه التندرا، وتعرف نباتاتها بالنباتات الألبية، وأخيراً نصل إلى منطقة الثلج الدائم التي لا تظهر إلا على القمم المرتفعة جداً. الشكل ٨٨. النطاقات النباتية في جبل كليمنجارو حسب الارتفاع عن سطح البحر



الشكل ٨٨. النطاقات النباتية في جبل كليمنجارو

٣. محمية جبل برع إحدى مواقع المحميات الطبيعية في اليمن، في محافظة الحديدية المطلة على ساحل البحر الاحمر، يراوح ارتفاعه بين ٢٧٠٠ م و٣٠٠٠ م فوق سطح البحر، تتميز بتنوعها النباتي والحيواني، وتسودها نباتات الإقليم السوداني، وقليل من نباتات الإقليم الصحراوي، ويقدر الخبراء عدد الأنواع التي تنمو في أراضي المحمية بـ٣١٥ نوعاً تتبع ٨٣ فصيلة و٢٠٩ أجناس، حيث تحتضن عدداً من الأشجار والنباتات النادرة أهمها شجرة **البرطم** (أكاليف) Acalypha وشجرة **فاكهة القشطة** (خرمش)، وشجرة **العُرْفُط** (الوهط) Tamarix Arabica، ونبات **إذخر** Lemon grass يسمى أيضاً طيب العرب وتين مكة. أما التنوع الحيواني فهناك

١ . قمة الجبل مغطاة بالجليد بالكامل وبشكل دائم، إذ تغطي ما مساحته ٤٠٠ كم^{٢}، إلا أن هذه المساحة أخذت تتناقص من عام ١٩١٢م، بسبب ذوبان الجليد المستمر، ويعود ذلك إلى التغيرات المناخية، ويتوقع العلماء بأن يختفي الجليد عن هذا الجبل بحلول عام ٢٠٢٢م، ما لم تحصل ظروف استثنائية في التغيرات المناخية.

العديد من أنواع الحيوانات التي استطاعت البقاء رغم التهديدات التي تواجه المحمية حيث يعيش في الغابة الذئاب والثعالب والضباع والنمور والأسود والوشق وقرود البابون والقط البر، كما توجد مجموعه من الطيور النادرة مثل الحمام البري، والحسون اليماني، ونقار الخشب، والحمامة المطوقة، وطائر الزرياب، والعقاب، ويوجد في المحمية أيضاً نحو ١٣ نوعاً من الزواحف، مثل الثعابين والسلاحف الصغيرة.

٤. المحمية القوقازية (خ. غ. شابوشنيكوف) H. G. Shaposhnikova : تقع على المنحدرات الشمالية والجنوبية من غرب جبال القوقاز، هي أكبر محمية غابات جبلية في أوروبا، وكانت تسمى محمية بيسون القوقازية، حيث كان الغرض الرئيس من إنشائها هو الحفاظ على البيسون، وظهر الاسم الحديث للمحمية في عام ٢٠٠٧م تكريماً للعالم وأول مدير لمحمية كريستوفر شابوشنيكوف، وتبلغ مساحتها أكثر من ٢٨٠ ألف هكتار، وتتميز بارتفاع من ٢٦٠ م إلى ٣٣٦٠ م فوق مستوى سطح البحر على الحدود بين المناطق المناخية المعتدلة من حيث درجة الحرارة وشبه الاستوائية، إلى مناطق المروج الألبية في القمم المرتفعة التي يغطيها غطاء ثلجي لمدة أكثر من خمسة أشهر، مما جعلها تتميز بالتنوع المناخي والحيوي فهي بمثابة مختبر طبيعي للعلوم وللمراقبة العلمية، والبحث العلمي.

وتنتشر غابات التنوب القوقازي في المحمية على نطاق واسع من ارتفاع ٥٠٠ إلى ٢٢٠٠ م، كما تنمو غابات أشجار الزان، والبلوط، والبتولا من ارتفاع ١٠٠٠ إلى ١٨٠٠ م، وأشجار الكستناء من ارتفاع ٦٠٠ إلى ١٤٠٠ م، وشجرة القيقب بارك من ارتفاع ١٥٠٠ إلى ١٧٠٠ م، أما على الارتفاع الذي يزيد عن ٢٠٠٠م يشغله المروج الألبية، كما تحتوي نباتات غابات المحمية على العديد من الأنواع المستوطنة في القوقاز القديمة على سبيل المثال: البلوط الجورجي، والسنفور الكبير المزهر، وخشخاش مشعر، وأشجار الزان الشرقية قوقازي، والغار الطبي القوقازي، وتوت يوي... ويعيش في المحمية حيوانات وطيور نادرة منها البيسون القوقازي، والغزال الأحمر، والسيكا، وجولات كوبان، والوشق، وذئاب قزوين، والنسور السوداء، وغزال الشامواه.

الفصل الثالث

إقليم الحشائش

يحتل هذا الإقليم المناطق التي لا تساعد الظروف البيئية لاسيما المناخية على نمو الأشجار، لتسيطر الحشائش، وهذا التغيير النباتي يصاحبه تغيير في طبيعة وأنواع الحيوانات السائدة وعددها. يقع الإقليم في الأجزاء الداخلية من اليابسة باستثناء المناطق الصحراوية، حيث تغطي الحشائش مساحات واسعة من سطح اليابس، حيث تهطل فيها كمية من الأمطار تزيد على أمطار المناطق الصحراوية، ولكنها لا تكفي لنمو الأشجار.

والحشائش في جملتها من النباتات الحولية أو الفصلية التي تنتهي حياتها أو يتوقف نموها بانتهاء فصل النمو، ولكنها تعود للظهور والنمو من جديد بمجرد ابتداء فصل النمو التالي، وتختلف الحشائش في كثافتها من منطقة إلى أخرى تبعًا لكمية الأمطار التي تهطل خلال فصل النمو، فتنمو الحشائش في الأجزاء الداخلية من الإقليم المداري ويعرف هذا النوع من الحشائش باسم **السافانا**، كما تنمو الحشائش في الأجزاء الداخلية من المنطقة المعتدلة ويعرف هذا النوع باسم **الإستبس والبراري**، وتُبين الخريطة ٤٧. مناطق توزع إقليم الحشائش، وسنتناول بالدراسة كل نوع من أنواع الحشائش على حدة.



الخريطة ٤٧. مناطق توزع إقليم الحشائش

أولاً . إقليم الحشائش المدارية (السافانا)

تمثل حشائش السافانا savane انعكاساً طبيعياً واضحاً لقانون التوزيع النطاقي zonal، فهي تشغل بقاعاً متباينة من النطاق المداري في كل من الكتل القارية الثلاث أمريكا الجنوبية وإفريقيا وأستراليا، وتطلق السافانا على إقليم الحشائش الكثيفة، المختلطة بالشجيرات على شكل مجموعات (أحراج)، أو فُرادى متناثرة ومتباعدة.

تنتشر حشائش السافانا في المناطق التي تتميز بوجود مناخ مداري جاف أو مداري رطب، حيث تقل فيه كمية الأمطار عن أن تعول نمو الغطاء الشجري، وكلمة السافانا في الأصل هي كلمة من لغة الهنود الحمر Sabana، وتعني منطقة الحشائش الخالية من الأشجار.

يعود نشأت غابات السافانا نتيجة للانخفاض التدريجي في هطل الأمطار على حواف المناطق المدارية خلال عصر سينوزويك أي منذ ٦٦ مليون سنة من الوقت الحالي، وقد ظهرت الأعشاب والنباتات السائدة في السافانا قبل نحو ٥٠ مليون سنة، ويعود السبب الأساسي في نشأة السافانا إلى المناخ الذي أصبح أكثر برودة خلال تلك العصور، حيث أدى هذا الانخفاض في درجة الحرارة إلى الانخفاض في نسبة تبخر المياه على سطح الأرض، مما تسبب في إبطاء الدورة الهيدرولوجية بأكملها، وبالتالي تأثرت النباتات الطبيعية في مناطق دوائر العرض الوسطى بشكل كبير. ونتيجة للتغير المناخي نشأة السافانا.

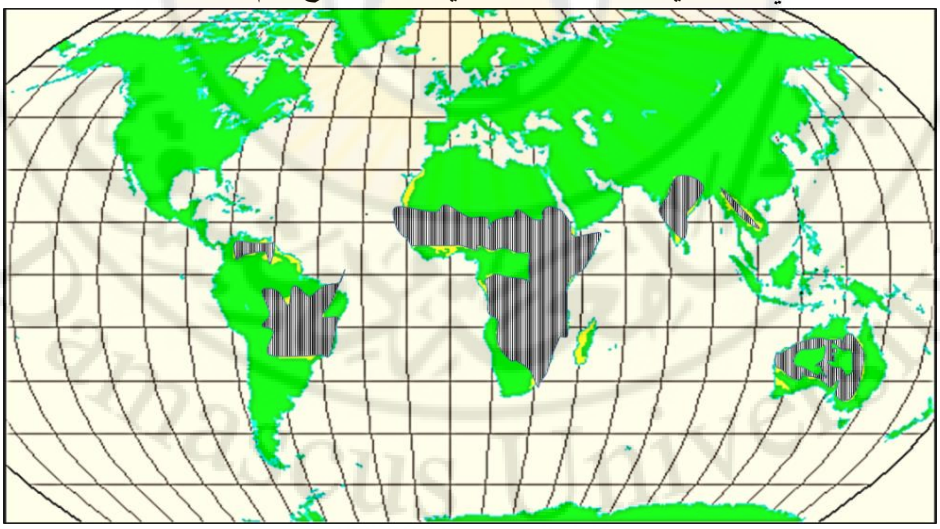
أما الفرضية الثانية لنشأة السافانا هي العمليات المرتبطة بتدخل الإنسان إذ غزا الغابة المدارية وتوسع على حسابها، بعد عصر الزراعة بوساطة الحرائق والقطع للحصول على الأراضي الزراعية، حيث أن للإنسان الدور البارز في تشكلها نتيجة انتشار الحرائق، وقطع الغابات المطرية من أجل إحلال الزراعات مكانها وعندما تقل خصوبة التربة ينتقل المزارعون إلى أمكنه أخرى يقومون بحرقها من أجل زراعتها، وبالتالي يُدمر الأوج الغابي ويتحول إلى أوج عشبي من نباتات السافانا.

١. التوزع الجغرافي:

تمتد حشائش السافانا بالمناطق المدارية شبه الرطبة فيما بين دائرتي عرض ٨° و ١٨° شمال خط الاستواء وجنوبه، وهي تتمثل بصفة خاصة في **قارة إفريقية**، حيث تتوسع السافانا في أكثر من ست دول في إفريقيا، وهو السبب وراء كونها رمزا للقارة السمراء، حيث يتكون منها نطاقان عظيمان يشملان معظم الأجزاء الداخلية للقارة على شكل نطاق من ساحل إفريقيا الشرقي حتى الساحل الغربي، ويمتد أحدهما إلى الشمال من الغابات المدارية، بينما يمتد الثاني إلى الجنوب

منها، تمتد بشكل متصل من الشمال إلى الجنوب ومطوقة الغابات المدارية المطيرة في حوض الكونغو، فتمتد جنوب الصحراء الكبرى من أقصى غرب القارة حتى هضبة الحبشة، وتمتد في وسط القارة فوق هضبة البحيرات ومنها إلى نصف القارة الجنوب جنوب حوض الكونغو ممتدة من أقصى الغرب إلى أقصى الشرق.

وتظهر السافانا كذلك في **أمريكا الجنوبية** في منطقتين الأولى منهما معظم هضبة البرازيل إلى الجنوب مباشرة من نطاق الغابات المدارية المطيرة في حوض الأمازون، وتُعرف السافانا هنا باسم الكامبوس Campos، أما المنطقة الثانية في فنزويلا فتوجد إلى الشمال من نطاق الغابات وتشمل حوض نهر الأورينوكو واحد من أطول الأنهار في أمريكا الجنوبية، لا يرجع سبب سيادة السافانا إلى نقص كمية الأمطار في الحوض، بل يرجع السبب إلى سيادة التربة الرملية التي تقلل المخزون المائي بالتربة شديدة النفاذية، ومعظم مرتفعات جيانا، وهذه المنطقة تشتهر باسم اللانوسLlanos، وتوجد في شمال شرق قارة **استراليا** على هيئة نطاق دائري حول الصحراء الوسطى، حيث يفصل بين إقليم الغابات الموسمية في الشمال، والأقاليم الصحراوية في الوسط، أما في **آسيا** يقل فيها إقليم السافانا بشكل واضح وذلك لسيطرة المناخ الموسمي الغزير الأمطار، ومع ذلك نتبين بعض المناطق المنعزلة والمحدودة من السافانا في أجزاء من هضبة الدكن، ومناطق متفرقة في شبه جزيرة الهند الصينية. الخريطة ٤٨. توزع إقليم حشائش السافانا.



الخريطة ٤٨. توزع إقليم حشائش السافانا

٢. الخصائص المناخية لإقليم الحشائش المدارية (السافانا):

تنقسم السنة إلى فصلين: فصل الشتاء وتهب فيه الرياح التجارية الجافة، وفصل الصيف الرطب تسقط فيه الأمطار، حيث يتميز الإقليم بارتفاع درجة حرارته، التي لا تقل عن ١٨م° في أي شهر من شهور السنة، وترتفع صيفاً لتصل إلى أكثر من ٣٢م°. حيث يراوح متوسط درجة الحرارة في الفترة الرطبة في نطاق السافانا البرازيلي ما بين ١٨ و٢١م°، بينما تنخفض في الفترة الجافة إلى ١٤ و١٥م° بسبب عامل الارتفاع عن سطح البحر فوق هضبة البرازيل، أما في السافانا الأفريقية فتصل درجة الحرارة إلى ما بين ٢٠ و٢٤م° في فصل المطر، وإلى ما بين ١٨ و٢٠م° في فصل الجفاف. ويختلف طول الفصل الرطب من منطقة لأخرى تبعاً لظروف الموقع الجغرافي حيث يراوح بين ٤ . ٨ شهور، وكمية الأمطار ما بين ٥٠٠ . ١٢٠٠ ملم، تتناقص بالابتعاد شمالاً وجنوباً عن نطاق الغابات المدارية نحو النطاق الصحراوي الجاف. ويمكن القول إن هناك فصلية واضحة في الهطل المطري، فهناك فصل جفاف في الشتاء، وفصل ممطر في الصيف، وما نمو الحشائش في الإقليم، إلا استجابة لمحدودية كمية المطر الهاطل عليها، مقارنة بكميته في الغابات المدارية، وطول فصل الجفاف. وإن كانت هذه الكمية كبيرة إلا أن قيمتها الفعلية محدودة نتيجة هطلها في فصل درجة الحرارة المرتفعة، ويؤدى ذلك إلى انخفاض فاعلية هذه الأمطار على إعالة النمو الشجري الوفير، وسيادة الحشائش ما يُعطي الإقليم شخصيته. وتصبح الحشائش هي النوع النباتي الوحيد الذي يستطيع النمو بغزارة وعلى نطاق واسع في هذه الأجزاء فتنمو وتكبر بسرعة في موسم المطر، وتموت بسرعة كذلك في موسم الجفاف، وتنمو وسط حشائش السافانا أشجار قليلة متفرقة هنا وهناك، وهي نوع من الأشجار التي تقاوم موسم الجفاف بوسائل مختلفة.

٣. الخصائص الحيوية لإقليم الحشائش المدارية (السافانا):

تتكون السافانا عموماً من أعشاب كثيفة تنمو بها أشجار قصيرة متفرقة تتزايد كلما اقتربنا من خط الاستواء تبعاً لتزايد كمية الأمطار وطول الفصل المطير، ولهذا فإن الانتقال بين الغابات المدارية والسافانا يكون غالباً تدريجياً حتى إنه ليصعب إيجاد حد فاصل بينهما، وعلى العكس من ذلك تتضاءل الحشائش وتتناقص الأشجار كلما ابتعدنا عن خط الاستواء تبعاً لتناقص الأمطار وتناقص طول الفصل المطير، حتى نصل إلى نطاق شبه صحراوي لا تنمو فيه إلا حشائش قصيرة من نوع الإستبس.

وحشائش السافانا في جملتها من الأنواع الخشنة ذات الأوراق النصلية الطويلة، وهي تبدأ في النمو بسرعة بمجرد أن يبدأ الفصل المطير، وقد يصل ارتفاعها في هذا الفصل إلى ٧ أمتار في بعض الجهات، ولو أنه يراوح في الغالب ما بين ٢ و٤ أمتار، ويكون اختراق المنطقة عندئذ أمراً غاية في الصعوبة، أما في فصل الجفاف فسرعان ما تذبل وتجف بمجرد انقطاع الأمطار، ويتحول سطح الأرض إلى مساحات شاسعة جرداء تغطيها طبقة من الحشائش الجافة ويستمر الحال على ذلك حتى يبدأ موسم المطر من جديد.

والأشجار التي تنمو في أقاليم السافانا معظمها من النوع النفضي، وكثير منها يتميز بأوراقه الشوكية التي تساعده على تحمل الجفاف، وقد يوجد أشجار قليلة دائمة الخضرة تتغطى أوراقها بطبقة جلدية غير مسامية، كما تغلف جذوعها بقشور سميكة، والصفة الغالبة على الأشجار هي أنها تكون أشبه بالمظلات ويعود ذلك إلى تباعدها وتعرض هذه الأقاليم لهبوب الرياح التجارية القوية في معظم شهور السنة، ما يعاكس نمو الفروع إلى أعلى وتأخذ شكل المظلة لمواجهة الرياح القوية.

أ . الحياة النباتية في إقليم السافانا: يمكن التمييز، في إقليم السافانا، بين نوعين من النباتات الحشائش والأشجار.

١. طبقة الحشائش والأعشاب: تتصف حشائش السافانا أنها خشنة وجافة إلى حد كبير، وأنها تنمو بسرعة في فصل الرطوبة حتى تستفيد من توافر الرطوبة ودرجة الحرارة، والميزة الطبيعية لحشائش السافانا هي قدرتها على مقاومة الجفاف الطويل، وتختلف أطوال هذه الحشائش نتيجة اختلاف كمية الأمطار وطول فصل الرطوبة. وتسود النجيليات المعمرة التي يزداد شبهها بالجفافيات، كلما ابتعدت عن خط الاستواء، نحو الأقاليم الصحراوية الجافة يراوح طول هذه الحشائش ما بين بضعة سنتيمترات وعدة أمتار. ويتفاوت انتشارها من مكان لآخر حسب توافر الرطوبة في التربة، وتبعاً لتوافر الأمطار. وتنتمي حشائش السافانا إلى الفصيلة النجيلية ومن أمثلتها:

عشبة الفيل Elephant grass (ثيوم الأرجواني) Pennisetum purpureum نبات عشبي معمر ينمو بشكل حزم كثيفة، يبلغ ارتفاع النبات من مترين إلى أكثر من أربعة أمتار، يتبع الفصيلة النجيلية تحبه الأفيال وتتغذى عليه، ومن هنا أخذ النبات اسمه. ويتم تصنيف عشب الفيل على أنه غازي نظراً لقدرته على شغل موائل جديدة بسرعة ومنع نمو النباتات المحلية.

وحشائش السفون أو رُكَيْب أندروبوكون Andropogon يتبع الفصيلة النجيلية، يمكن أن تنمو

بطول ٤ أمتار، وقطرها ٧٠ سم، و**حشائش الغفة أو الصفوة** الأريستيدا Aristida الأكثر خشونة، والأقل طولاً، من حشائش السافانا الرطبة. **وحشائش قصب عملاق** (غاب عملاق) Arundo donax أروندو دوناكس ينمو عموماً إلى ٦م.

وغالباً ما تتعرض أعشاب السافانا إلى حرائق طبيعية في كل موسم جاف، ولكن عندما يأتي موسم الأمطار، فإنها تعود للحياة مرة أخرى.

ومن الحشائش التي استفاد منها الإنسان بعض أنواع الحبوب التي تمثل مصدر رئيس في غذائه، وتنقسم هذه النجيليات التي زرعها الإنسان إلى ثلاثة أنواع هي النجيليات التجارية مثل قصب السكر، والذرة السكرية، وذرة غينيا، والخيزران وغيرها. والنجيليات الغذائية (الحبوب) مثل الذرة، والرز، والشعير، والشيلم، والشوفان. والنجيليات الطبية مثل حشيشة برمواد وغيرها.

٢. طبقة الأشجار: تنمو شجيرات وأشجار متباعدة في شكل تجمعات هنا وهناك أو في شكل غابات صغيرة محدودة المساحة مبعثرة داخل إقليم السافانا، وقد يُطلق عليها اسم الواحات، وأشجار السافانا نفضية، شوكية الأوراق لتتحمل الجفاف، وقد يوجد قليل من الأشجار دائمة الخضرة التي تغطي أوراقها بطبقة شمعية لتقليص كمية النتح، وتغلف جذوعها قشور سميكة، ما يُسهم في الحفاظ على الرطوبة، وتتسم الأشجار بشكل مظلي مميز، إذ تنبسط تيجانها أفقياً، ولا ترتفع إلى الأعلى، ويُعزى ذلك إلى تباينها، وهبوب الرياح القوية .

وتزداد أشجار السافانا كثافة، ويزداد ارتفاعها، بالاقتراب من نطاق الغابات المدارية، وقد حاول البعض تصنيف السافانا الشجرية حسب كثافة طبقة الأشجار إلى: سافانا نجيلية تسودها الحشائش فقط، وسافانا شجرية ذات شجيرات متناثرة، وسافانا دغليه تعمرها شجيرات كثيفة، وغابات السافانا إذا كانت تيجان أشجارها متقاربة. ومن أشجار إقليم السافانا:

- **شجرة الباوباب أو شجرة خبز القرود**Adansonia digitata أكثر الأشجار المعروفة الموجودة في السافانا الأفريقية، كما تُعرف في السودان وبعض الدول العربية بالقنقليس أو التبلدي، والاسم العلمي أدانسونية، وهي شجرة متساقطة الأوراق، وتكثر في غرب السودان، تختزن أشجار هذا النبات كمية هائلة من الماء تمكنها من الحياة، في أنسجة الجذع، تستخدم في فصل الجفاف، وقد اعتادت الفيلة على سلخ لحاف الجذع، للوصول إلى الأنسجة الرطبة المشبعة بالماء، وقد يصل قطر جذع الشجرة إلى عدة أمتار، وتتفرع أغصان شجرة التبلدى، وتقل أوراقها حتى يخيل للناظر إليها أنها جذور، وذلك للتقليل من عملية النتح، وبالتالي يقل الفاقد من الماء عن طريق التبخر، ولأشجار التبلدي شكل مميز يلفت الأنظار، ثمارها طرية كثيرة العصارة،

الصورة .٨٦. شجرة الباوباب (التبلدي) وثمارها، وقد تعيش هذه الأشجار لما يزيد على ٢٠٠٠ عام، وتثمر هذه الأشجار المعمرة بعدما تبلغ نحو ٢٠٠ عام، وتُعد ثمار التبلدي وأوراقه مصدراً للغذاء والعلاج.



الصورة .٨٦. شجرة الباوباب (التبلدي) وثمارها

- **شجرة الطّلح (السّنْط) أكاسيا Acacia:** جنس كبير في السافانا الأفريقية، وهي شجرة دائمة الخضرة شائكة، ذات أوراق خضراء ريشية الشكل، تحتوي الشجرة على أشواك حادة كبيرة تحميها من العديد من الحيوانات العاشبة التي تعيش في السافانا، وهي شجرة معمرة يصل ارتفاعها في بعض الأحيان إلى ٢٠متراً، تحمل أزهاراً صفراء، وثماراً قرنية يصل طولها إلى ١٥سم، تحمل بداخلها بذور تشبه إلى حد ما بذور الفاصولية لونها بني، يفرز جذع الشجرة مادة صمغية اشتهرت باسم الصمغ العربيgum acacia، تتحمل الظروف المناخية والبيئية القاسية مثل الجفاف، وذلك لأنها تمد جذورها لأعماق التربة وقد تصل للمياه الجوفية، وتحتوي بعض أنواع أشجار الأكاسيا على أشواك طويلة وحادة، وتبعث رائحة كريهة ما يحمي أوراقها وزهورها من أن تأكلها الحيوانات البرية. تُستخدم هذه الأشجار من قبل الحيوانات كمظلات طبيعية من الأشعة الحارقة تحت تاج واسع الانتشار في وقت جاف. وتتميز الأنواع الأفريقية بأنها شائكة وتنتج ثماراً قرنية عالية الاستساغة. وتُسمى أيضاً الشجرة بشجرة أكاسيا النمل، حيث يتطفل النمل على أشجار الأكاسيا ويطبق مبدأ تبادل المنفعة، كما في الصورة .٨٧. شجرة الطلح (السّنْط) أكاسيا Acacia.



الصورة .٨٧. شجرة الطّلح (السّنْط) أكاسيا Acacia

- **شجرة السمر أو السنط الملتوي** Acacia tortilis أكاسيا تورتيليس، من الأشجار دائمة الخضرة وسريعة النمو، يتباين شكل شجرة السمر من متعددة الجذوع، إلى أشجار وحيدة الجذع، كما في الصورة .٨٨. جذع شجرة السمر، أما الأوراق فتراوح من ورقتين إلى ست أوراق في العقدة الواحدة، وتظهر عليها زهور في فصل الصيف بيضاء اللون صغيرة الحجم، وعطرة الرائحة، ثمار نبات السمر بشكل قرون، وجذورها طويلة تمتد حتى تصل إلى المياه الجوفية، ومعدل ارتفاع هذه الشجرة بين ١ . ٥ أمتار، ذات تاج مدور أو مسطح، كما تتميز شجرة السمر عن بقية الأنواع الأفريقية بوجود نوعين من الأشواك طويلة مستقيمة، وقصيرة معقوفة. وشجرة السمر شديدة الاحتمال للجفاف، تتعرض أشجار السمر إلى الاحتطاب والرعي الجائرين، ما جعلها تدافع عن ذاتها بظهور تاج بديل يمتد جذعه من وسط الشجرة إلى أعلى.



الصورة .٨٨. جذع شجرة السمر السنط الملتوي Acacia tortilis

- **شجرة السلم Acacia Ehrenbergiana:** يتفرع جذع شجرة السلم مباشرة بعد خروجها من الأرض، كما في الصورة .٨٩. تفرع جذع شجرة السلم، وأوراقها رفيعة، وأشواك شجرة السلم طويلة وحادة، وأغصان السلم لينة ضعيفة، وحطب السلم خفيف يحترق سريعاً ولا يُمسك جمره النار طويلاً، وللسلم أزهار ذات لون أصفر، وقرون طويلة يبلغ طولها ١٠ سم، وجذورها متشعبة في الأرض لمسافات كبيرة، وتُستخدم أجزائها وثمارها في التداوي، ويُمكن صنع من لحائها حبال ليفية، وتُستخدم كعلف، ويُستخرج منها سائل القطران يستخدم لطلاء جلود الحيوانات لعلاج الجرب، تنتج السلم صمغاً يُستخدم كبديل عن الصمغ العربي.



الصورة .٨٩. تفرع جذع شجرة السلم

- **شجرة الأوكاليبتوس** الكافور Eucalyptus: أكثر أنواع الأشجار انتشاراً في السافانا الأسترالية، في الأجزاء التي تتلقى كمية كبيرة من الأمطار الفصلية، شجرة سريعة النمو ومقاومة للجفاف دائمة الخضرة طوال السنة، ضخمة وساقها قائمة وعريضة وتفرعاتها كثيرة.

- **الكجلة الأفريقية** Kigelia africana (شجرة النقانق) يبلغ طول الشجرة ما بين ٦ . ١٢ متراً، وسميت بهذا الاسم بسبب ثمارها المتدلية والتي تشبه النقانق، الصورة .٩٠. شجرة الكجلة (النقانق) وثمارها، حيث يصل طول الثمرة الواحدة إلى ٧٥ سم، وتعد غذاء مفضلاً لعدد من الحيوانات التي تعيش في السافانا مثل قرود البابون والأفيال، ويستخدم السكان المحليون قشرة هذه الشجرة في علاج الأمراض الجلدية.



الصورة ٩٠. شجرة الكجلة (النقانق) وثمارها

في ضوء طول الحشائش ودرجة وجود الأشجار يمكن أن نقسم السافانا إلى النماذج التالية:

١. السافانا الرطبة Humid Savana (السافانا الطويلة): وتدعى سافانا الفيل، تحتل الأجزاء الأكثر رطوبة داخل الإقليم، حيث تكثر الأمطار ويطول فصل المطر، يمتد هذا النطاق على تخوم الغابات المدارية المطيرة، ما بين ٥° و٧° شمال خط الاستواء وجنوبه، ويفوق إجمالي التساقط السنوي ١٢٠٠ ملم، ويهطل معظمها خلال فصل الأمطار الطويل الذي يتجاوز ثمانية أشهر في السنة، فتكتسي الأرض بالنباتات اكتساء تاماً. ويراوح ارتفاع الحشائش بين ٦ أمتار و١٢ متراً. وهي من النوع الخشن، النصلي الأوراق، وأهم أنواع أعشابها حشائش شُبَيْجَة تُعرف باسم مخلب الكنغر ومخلب القط اعتماداً على شكل أزهارها، والحشائش الزرقاء blue grasses وأعشاب الفستوكة Fescue تنتمي إلى فصيلة النجيليات، ويتخللها الكثير من الأشجار من فصيلة الأكاسيا، مثل الهشاب والطلح والسلم...، التي يزداد علوها وكثافتها بالاقتراب من خط الاستواء، إلى جانب بعض الأشجار النفضية، كما تنمو بعض الأشجار الدائمة الخضرة التي تتركز حول المجاري المائية على شكل شريط تعرف بغابات الدهاليز أو الأروقة لهذا تسمى بالسافانا البستانية، وتتصف معظم الأشجار بجذورها العميقة وتاجها المضلع مع أوراق صغيرة جافة شوكية، وتعد موطن الفيلة.

٢ . السافانا الجافة Dry Savana: تحتل المناطق الأقل رطوبة داخل الإقليم، حيث ينخفض معدل الأمطار السنوي إلى ٥٠٠ ملم، ويمتد طول فصل الجفاف من ٣ إلى ٧ أشهر، ويتدرج التغير بالابتعاد عن خط الاستواء شمالاً وجنوباً مؤثراً في الغطاء النباتي، حيث تتناقص كثافة

الحشائش، ويقل عدد الأشجار والشجيرات، المتداخلة مع الحشائش، ويقل ارتفاعها إلى المتر الواحد، عند أطراف السافانا الجافة، وتبدو متباعدة وربما تخلو تماماً من الأشجار في بعض المناطق، ونظراً لقلة الحشائش أو اختفاء الأشجار يطلق عليها السافانا المكشوفة.

٣. السافانا الشوكية Thornbush: يمتد إلى الشمال والجنوب من نطاق السافانا الجافة حزام عازل بين حشائش السافانا والغطاء النباتي الشوكي للإقليم الصحراوي، ويُمثل نطاقاً انتقالياً بينهما، وتسهم قِلة الأمطار وتناقصها إلى قرابة ٢٠٠ ملم سنوياً، وامتداد فصل الجفاف إلى أكثر من ٩ أشهر، في تدهور الغطاء النباتي، ويصل طول حشائش السافانا إلى أقل من ٥٠ سم، وتزداد خشونتها، وتقل كثافتها، ويكثر تعرضها للحرائق، في فصل الجفاف الطويل.

ب . الحياة الحيوانية في إقليم السافانا:

يتميز هذا الإقليم بأنه من أقاليم الوفرة الحيوانية، وأنه الموطن الأصلي للكثير من حيوانات آكلة العشب وما يتغذى عليها من الحيوانات آكلة اللحوم، ويرجع ذلك لوفرة الغذاء، وأن تركيبه النباتي يجعله أنسب من الغابات من ناحية تحركات الحيوانات وتنقلاتها بين الحشائش، وتتميز الحيوانات العاشبة بأنها من الأنواع العداءة والقافزة، ما يساعدها على البعد بنفسها عن خطر حيوانات آكلة اللحوم. حيث يضم إقليم السافانا مجموعة من الحيوانات الثديية مثل الفهد أو الشيتا هو أسرع حيوان ثديي في العالم، وفرس النهر، والأسد الإفريقي، والفيل الإفريقي الأسود، والزرافات، وغيرها العديد من الثدييات، كما تضم مجموعة من الزواحف مثل ثعبان النمر الشرقي، وبعض أنواع السلاحف والسحالي، كما يعد كل من النمل، والنمل الأبيض أكثر الحشرات انتشاراً في السافانا الإفريقية. وتضم السافانا في أمريكا الجنوبية مجموعة متنوعة من الحيوانات مثل الغزلان، وقرد العنكبوت الأبيض، وتامندوا، بعض أنواع البط، كما تعد السافانا في أمريكا الجنوبية موطن الأناكوندا العملاقة. وتشكل حيوانات الخفاش ثلث الحياة الحيوانية في السافانا الأسترالية، كما تضم هذه السافانا مجموعة من الجرابيات التي تشتهر بها أستراليا كالكنغر، وبعض أنواع الطيور والزواحف واللافقاريات الأخرى، كما ينتشر في السافانا الآسيوية في جنوب الهند بعض أنواع الطيور الفريدة من نوعها، كما أنها موطناً لكل من الفهود، والفيلة الهندية، ووحيد القرن، وبعض أنواع التماسيح وغيرها.

وتعيش بعض الحيوانات القارضة الحافرة التي تحفر جحور لها تحت الأرض، ولا تخرج إلا مع حلول الظلام ليلاً لتتفادى خطر الحيوانات المفترس، وتستوطنه طيور أصلية ولا تهجره منها

النسور، وأبو سعن، والنعامة الأفريقية. ويتبع كثير من حيوانات السافانا نظام الهجرة الجماعية بحثاً عن الغذاء والماء، خلال فصل الجفاف، ويفرض ذلك على الحيوانات آكلة اللحوم هجرة مماثلة، بحثاً عن غذائها.

ج . تأثير الإنسان في إقليم السافانا:

إن مناطق الحشائش المدارية أكثر ازدحاماً بالبشر من مناطق الغابات المدارية المطيرة المجاورة، حيث يمكن بالسافانا رعي الماشية، وممارسة النشاط الزراعي لإنتاج المحاصيل الغذائية والنقدية، لاسيما في بعض المناطق جهات السافانا صالحة للاستغلال الاقتصادي بسبب وفرة المطر، وخصوبة التربة، واستواء السطح، وسهولة المواصلات، وغنى الموارد الطبيعية. لقد أصاب الإقليم الكثير من مظاهر التدمير والتخريب نتيجة:

١. الحرائق: إن اندلاع النار هو جزء مهم من الطبيعة، فالنظم البيئية في السافانا لم تكن لتستمر في الوجود إلا عبر تعرضها للحرق بانتظام، ومن خلال النار يفسح المجال أمام نمو أشجار ونباتات جديدة.

إن حرائق الغطاء النباتي في السافانا لا تشكل في الواقع ضرراً في البيئة، فالنيران تشتعل على سطح الأرض منذ ملايين السنين، وكانت موجودة بأبعاد مختلفة في فترات مختلفة من تاريخ الأرض، والدليل على ذلك يرجع إلى أكثر من ٤٠٠ مليون عاماً، حيث تشكل الفحم. إلا أن تدخل الإنسان واستغلاله للأرض على مدى مئات السنين أحدث تغييرات في السافانا من خلال الزراعة، والرعي، وعبر استخدام النار، ما أدى إلى إلحاق ضرراً كبيراً بالبيئة، فالمنطقة مهددة عبر عمليات الحرق المتعمدة للغابات، فالكثير من الأشجار تتعرض للانقراض نتيجة هذه الحرائق حيث تحرق الأشجار وتُقتل البذور والبادرات، لذا لابد من إيجاد توازن بين صحة البيئة والطبيعة من جانب، وحاجة الإنسان من جانب آخر، في إطار ما يعرف بإدارة الحرائق.

٢. الرعي الجائر: تعرضت السافانا إلى عمليات رعي جائرة منذ القديم وحتى اليوم، الأمر الذي يجعل المراعي عاجزة عن تلبية حاجات الحيوانات من الغذاء. وللرعي الجائر أثر عظيم في منع تحديد نمو النباتات الطبيعية، وبذلك تصبح المراعي عاجزة عن تقديم طعام كاف للمواشي بالرغم من اتساع رقعة انتشارها، ففقد الغطاء النباتي يتبعه اختفاء الحيوانات التي ترعاه، وبلا شك فإن الرعي في هذه الحالة يؤدي إلى نمو أنواع غير مستساغة، كما أن نقص الغطاء النباتي يساعد

على تعرية التربة وانجرافها، فيؤدي ذلك بدوره إلى جفاف الأرض في تلك المناطق وتحولها الى أراض ذات طبيعية صحراوية جافة.

٣. إزالة الأشجار: تعد ظاهرة الاحتطاب واقتلاع الأشجار والشجيرات لأغراض مختلفة من الأسباب الأساسية التي قضت على الغطاء الشجيري، حيث يتم إزالة الأشجار من مساحات شاسعة من السافانا بهدف تحسين إنتاج المراعي، والزراعة. مما يؤدي إلى تغيرات كبيرة في السافانا وهيكلها.

٤. الزراعة: تحولت مساحات كبيرة من أراضي السافانا إلى زراعة المحاصيل الغذائية والتجارية (أراض محصوليه)، وهي في غالبيتها زراعة حبوب غذائية، ولا سيما الذرة وكذلك النباتات الدرنية كالمانيوك نبات يستخرج من جذوره أو درناته نشاء، يصنع منه الخبز والمعجنات، والبطاطا، وبعض النباتات الزيتية كالفول السوداني، والغلات النقدية كالقطن، وقصب السكر، والبن، لقد أحدثت الزراعة تأثيرات كبيرة في تغير المكونات الحيوية الطبيعية لإقليم السافانا فقد صاحب هذا نتائج سلبية تؤدي إلى تدهور التربة وتصحرها وتدني إنتاجيتها.

٥. الصيد: تعرضت بعض حيوانات السافانا لخطر الانقراض نتيجة الصيد الجائر، فقدانها لموائلها بسبب تجرد مناطق تواجدها من غطائها النباتي والشجري الواقي، ما جعلها أكثر عرضة للصيد وللتجاوزات البشرية الأخرى كجمع بيوض الطيور وصغارها وتناقصت قدراتها على الحياة والتكاثر حتى انقراض بعضها وأصبح معظمها مهدداً بالانقراض، فعلى سبيل المثال اختفى من مناطق السافانا في السودان العديد من الحيوانات البرية التي كانت تتواجد بكثرة مثل النعامة، والبقر الوحشي، والغزلان، والماعز الوحشي...

٦. تغير المناخ: يؤدي التغير المناخي الناجم عن الاحتباس درجة الحرارة إلى تغير في البنية والوظائف الأساسية للسافانا، ومن نتائج التغير المناخي تدمير السلسلة الغذائية في مناطق السافانا، والهجرات الجماعية للحيوانات، وتهديد العديد من الأنواع الحيوانية والنباتية بالانقراض، ويؤثر في وفرة الحشائش والأشجار وهذا بدوره سيؤثر في الحيوانات التي تعيش على الأعشاب وغيرها من الحيوانات في المنطقة ما يؤثر على النظام البيئي بأكمله.

يواجه التنوع الحيوي في هذا الإقليم تهديداً من جراء التغيرات المناخية المتسارعة، واجتثاث الأشجار، والصيد الجائر، إضافة إلى عدد من العوامل الاقتصادية والاجتماعية، وبالتالي حماية بيئة السافانا يجب أن تتمثل في زيادة المناطق المحمية للمحافظة على التنوع الحيوي والاستخدام

المستدام لمكوناته، وبسبب التنوع الحيوي والأهمية البيئية للمنطقة السافانا، تم إدراج العديد من المنتزهات ضمن قوائم اليونسكو على أنها واحدة من مواقع التراث العالمي منها:

١. حديقة سيرينغيتي Serengeti National Park تقع شمال تنزانيا بالقرب من حدودها مع كينيا، وهي واحدة من أشهر وأكبر المحميات الطبيعية في العالم، وتشتهر بعدد هائل من الحيوانات البرية والطيور المختلفة، فهي ملتقى الهجرة السنوية للكثير من الحيوانات، تتميز بكثافة الحيوانات المفترسة والفرائس به، يضم المنتزة أكبر عدد من الأسود في إفريقيا، والفهد الأفريقي، والفيل الأفريقي، ووحيد القرن الأسود، والجاموس الأفريقي هذا بالإضافة إلى الغزال والضبع والبابون والظبي والكلب الأفريقي والزرافة، وتضم الحديقة أيضاً ٥٠٠ نوع من الطيور.

٢. حديقة تشابادا دوس فيديروس الوطنية في البرازيل: هي واحدة من أكبر حدائق السافانا في العالم وتضم الحديقة، التي أدرجتها منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) ضمن موقع التراث العالمي، عدداً من أقدم تشكيلات الصخور في العالم، وتعيش فيها عدة أنواع مهددة بالانقراض، مثل الذئب ذو العرف أو البط الغواص البرازيلي.

٣. حديقة تسافو الوطنية كينيا (بين نيروبي ومومباسا) إجمالي المساحة ٢٢ ألف كم^{٢}، تنقسم الحديقة إلى منطقتين تسافو الشرقية وتسافو الغربية. يغطي شرق تسافو السافانا العشبية مع غابات الشجيرات الشائكة، بالإضافة إلى التضاريس المستنقعية بالقرب من نهر فوي، والحياة البرية للمحمية متنوعة يعيش الأسود، والفهود، والحمير الوحشية، والزرافات، والضباع المرقطة، والنعام، والغزلان، والجاموس، وأنواع مختلفة من الظباء، والفيل الأفريقي، ويوجد أكثر من ٥٠٠ نوع من الطيور الموجودة في الحديقة مثل نسر النخيل، والعديد من أنواع النساجين بما في ذلك الطيور المهاجرة التي تستقر فيها. وإقليم تسافو الغربي أصغر مساحة مقارنةً بالمنطقة الشرقية، ٧ ألف كم^{٢}، ومع ذلك هناك مجموعة متنوعة من النباتات والحيوانات، يعيش ما يقرب من ٧٠ نوعاً من الثدييات، وبسبب ظهور المياه الجوفية على السطح، تم تشكيل العديد من الخزانات في المحمية التي توفر لثدييات رطوبة حيوية فرس النهر، ووحيد القرن.

ثانياً . إقليم الحشائش المعتدلة

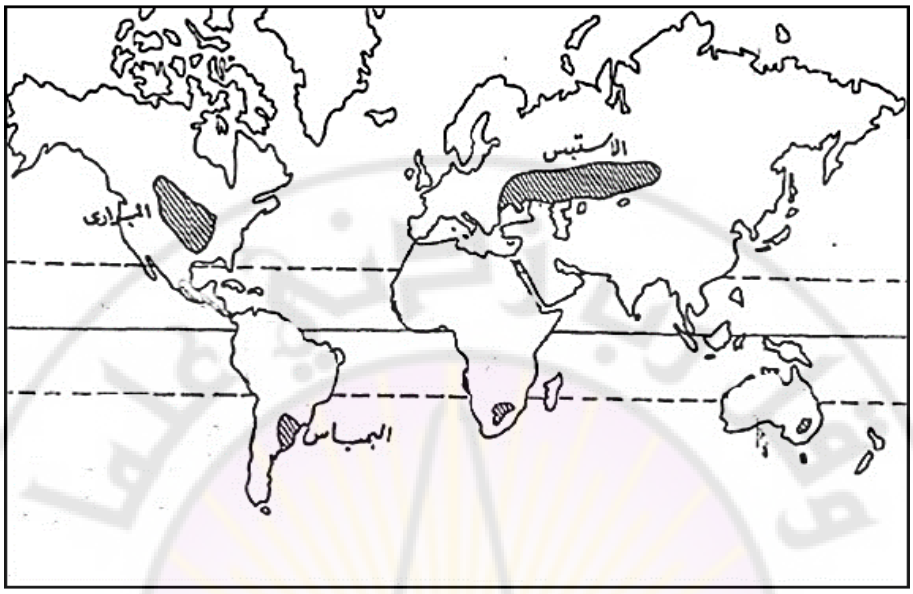
حشائش المنطقة المعتدلة هي النوع النباتي السائد في قلب القارات بصفة عامة، وذلك في المناطق التي تسقط بها كمية من الأمطار تزيد على أمطار الجهات الصحراوية، ولكنها لا تكفي لنمو الأشجار، وتشغل مساحات واسعة في نصف الكرة الشمالي في أوراسيا حيث تسمى بالإستبس Steppes (كلمة روسية الأصل تعني أراضي فسيحة قليلة الأشجار)، وفي أمريكا الشمالية تسمى بالبراري prairie ، أما في نصف الكرة الجنوبي محدود المساحة بسبب ضيق اليابس الذي يسمح بوصول المؤثرات البحرية إلى أكبر مساحة ممكنة ما يقلل من ظاهرة القارية، كما يحمل إقليم الحشائش المعتدلة أسماء محلية مثل السهوب في سيبيريا، والبمباس pampasبالأرجنتين.

١. التوزع الجغرافي:

يتوزع إقليم حشائش المنطقة المعتدلة في وسط القارات (المناطق الداخلية)، فيما بين دائرتي عرض ٣٠° و٥٠° شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث تقل كمية الأمطار إما بسبب البعد عن المسطحات المائية، أو لوقوع المنطقة في ظل المطر، وتتوزع حشائش المنطقة المعتدلة على النحو التالي:

تتمثل أهم مناطقه في نصف الكرة الشمالي الذي يختص بمساحات واسعة أهمها نطاق أوراسيا نجد أنها تنتشر في معظم دول شرقي أوروبا وجنوب روسيا وغرب آسيا، يُعد هذا النطاق أكبر امتداد له في قلب أوراسيا من غرب أوكرانيا مروراً ببحر قزوين إلى أراضي تربة اللوس في شمال غرب الصين، ويتميز هذا النطاق بأنه يتلقى كمية محدودة من الأمطار بسبب البعد عن المسطحات المائية مصدر بخار الماء. ونطاق براري أمريكا الشمالية يوجد الإقليم في العروض الوسطى من أمريكا الشمالية فيما بين جبال الروكي والأبلاش بوسط القارة في كل من كندا والولايات المتحدة.

أما أهم مناطقه في نصف الكرة الجنوبي إقليم البمباس أمريكا الجنوبية في الأرجنتين وباراجواي، إلى الشرق من جبال الأنديز. وتوجد مساحات في هضبة إفريقية الجنوبية إلى الشرق من صحراء كلهاري، بهضبة الفلد في جنوب شرق جمهورية جنوب إفريقيا، وتعرف الحشائش في هذه المناطق بحشائش الفلد، وجنوب شرق استراليا في حوض مري ودارلنج، وفى منطقة أوتاجو في الجزيرة الجنوبية من نيوزيلندا. توضح الخريطة .٤٩. التوزع الجغرافي لإقليم الحشائش المعتدلة.



الخريطة .٤٩. التوزع الجغرافي لإقليم الحشائش المعتدلة.

ومن المجتمعات المماثلة لإقليم حشائش المنطقة المعتدلة التي يمكن العثور عليها في مناطق مناخ منطقة البحر المتوسط التي تُعرف بالبادية، وتتميز البوادي بوجود مناطق للرعي نظراً لوجود نباتات عشبية وعدم وجود أشجار، نتيجة قلة الهطول المطري، وبذلك فهي تعد سهوباً شبه استوائية، مثل بادية الشام التي تغطي أجزاءً واسعة من المشرق العربي، ووسط جزيرة صقيلية، ووسط إسبانيا الشرقية خاصة في الساحل الجنوبي الشرقي، وأماكن معزولة عن الرطوبة الكافية بسبب قلة الأمطار، حيث يُغطي هذا النوع مساحة كبيرة من شمال العراق، وسورية، وفلسطين، والأردن، وبرقة في ليبيا، ومساحات واسعة من تونس والجزائر والمغرب، وتنمو في هذه المناطق حشائش قصيرة.

٢. الخصائص المناخية:

يتميز إقليم الحشائش المعتدلة بالقارية الواضحة أي التطرف في درجة الحرارة لبعده عن المؤثرات البحرية، فالصيف حار يتزامن وتساقطات مطرية غزيرة، والشتاء شديد البرودة جاف، ويحدث تباين أيضاً بين أجزاء الإقليم من حيث درجة الحرارة في الفصل الواحد، فتصل درجة الحرارة في فصل الصيف إلى ١٧م° بالقرب من العروض القطبية، وترتفع إلى نحو ٣٥ م° بالقرب من أطراف العروض المدارية، وتنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي (ما دون درجة التجمد) بالقرب من المناطق القطبية في فصل الشتاء، فيغطى سطح الأرض بالجليد

لاسيما في أوراسيا، وأمريكا الشمالية، بسبب ما يجتاحه من موجات باردة قادمة من العروض القطبية، ولا تصل درجة الحرارة إلى هذا الحد من الانخفاض في فصل الشتاء في مناطق الإقليم بنصف الكرة الجنوبي بسبب ضيق اليابس، فدرجة الحرارة في إفريقيا واستراليا في الشتاء تتأرجح حول ١٠ م° أي لا تنخفض دون الصفر المئوي، ويظهر المدى الحراري السنوي واليومي كبير، وظاهرة الصقيع واضحة.

ومطر الإقليم صيفي حيث تهطل أمطار انقلابية في أواخر فصل الربيع وأوائل فصل الصيف، وكميتها قليلة، نتيجة بعده عن البحر، وطول المسافة التي قطعتها الرياح في طريقها إلى داخل القارات، حيث يوجد إقليم الحشائش وبذلك تفقد معظم حمولتها من الرطوبة قبل الوصول إليها، فلا يصيبها إلا قدر ضئيل من المطر لا يسمح إلا بنمو نوع نباتي خاص هو الحشائش القصيرة الفقيرة، أو المتوسطة في الطول والغنى بحسب اختلاف الكمية الفعلية للأمطار التي تصيب الجهات المختلفة، كما تتفاوت كمية الأمطار من مكان إلى آخر داخل الإقليم نفسه، وتراوح كمية الأمطار السنوية ما بين ٢٥٠ و٥٠٠ ملم، وقد تزيد في إقليم البمباس بالأرجنتين إلى ١٠٠٠ ملم، وعلى الرغم من غزارة الأمطار في البمباس إلا أن الإقليم يسوده الحشائش الغنية نظراً لأن الهطل في معظمه يكون في فصل درجة الحرارة المرتفعة، وبالتالي قيمتها الفعلية تقل كثيراً نتيجة ارتفاع كمية التبخر.

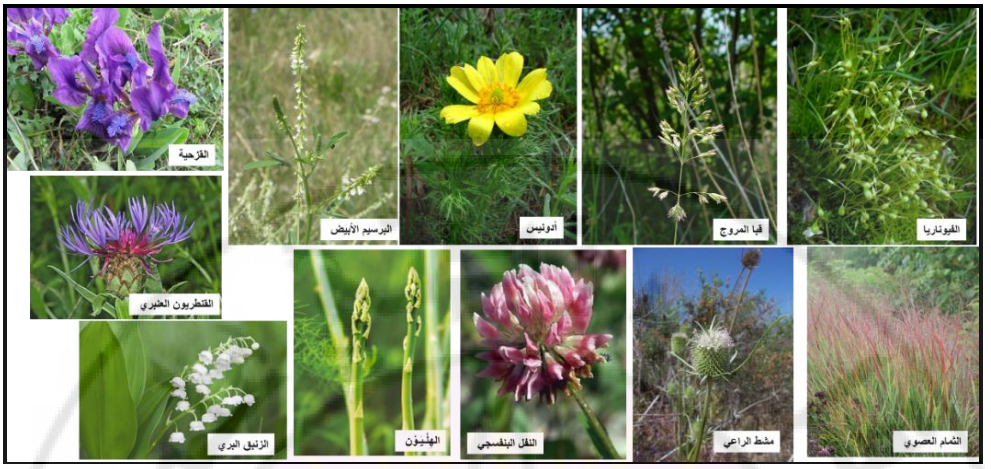
٣. الخصائص الحيوية في إقليم الحشائش المعتدلة:

يتسم الغطاء النباتي بسيادة الحشائش وقلة النمو الشجري، ويحاول البعض تفسير سيادة الحشائش وندرة الأشجار إلى انتشار وسيطرة ظاهرة الصقيع شتاءً، وقلة التساقط، وارتفاع معدل التبخر صيفاً، إضافة إلى تكرار حدوث الحرائق يعوق نمو الأشجار لاسيما الصغيرة والشتلات.

أ . الحياة النباتية: يتميز الإقليم بندرة الغطاء الشجري إلا حول المجاري المائية وعلى جوانب المنحدرات التي تتلقى كمية كبيرة من الأمطار، والغطاء النباتي بها من الحشائش والأعشاب المقاومة للجفاف، وتتباين الحشائش المعتدلة في كثافتها من جهة إلى أخرى حسب كمية الأمطار، فبعضها مكون من حشائش كثيفة تختلط بها بعض الأشجار، وبعضها الآخر فقير نسبياً ويخلو تماماً من الأشجار. وتتسم حشائش المناطق المعتدلة بأنها من الأنواع اللينة والناعمة، ومعظمها من النباتات الحولية أو الفصلية التي تنتهي حياتها أو يتوقف نموها بانتهاء

فصل النمو، ولكنها تعود للظهور والنمو من جديد بمجرد ابتداء فصل النمو التالي، ويختلف طول حشائش الإستبس من مكان لأخر بالإقليم.

تتكون الحشائش بصفة خاصة من نباتات عشبية معظمها ينتمي إلى النجيليات، لها جذور نامية تسمح لها بالبحث عن الماء في أعماق التربة بوساطة شبكة قوية من الجذور المتشابكة، إن هذا الجهاز الجذري المتشابك يحول دون إمكانية استقرار بذور الأشجار كيف ما كانت الظروف المناخية، ولا تسمح النباتات العشبية بنمو الأشجار لأنها تشكيلة مغلقة تستفيد بطريقة فعالة من الأمطار مباشرة بعد سقوطها إذ يتم امتصاصها بوساطة شبكة الجذور القوية في التربة. ومن حشائش الإقليم نذكر: **النبات الحزازي** ومن أمثلتها **نبات الفيوناريا** Funaria يتكون من شبه ساق قائم يحمل أوراق خضراء صغيرة الحجم، بالإضافة لأشباه الجذور المثبتة في التربة، **وقبا المروج** أو حشيشة المروج يُعد من أهم نباتات المروج نظراً لقدرته على تغطية الأرض بكثافة، ينتشر أفقياً عن طريق الجذامير، و**العذم المكنسي، نبات أدونيس** سمي النبات نسبة إلى أدونيس الآلهة الإغريقية، نباتات عشبية معمرة من الفصيلة الحوذانية يضم نحو ٢٠ . ٣٠ نوع من النباتات المزهرة، ومن أسمائه المتناقلة ناب الجمل، عين الجمل، نقطة الدم، الزغليل. و**عشبة البرسيم الأبيض** عشبة معمرة سياقها زاحفة معقدة وتتجذر في الأرض. و**القنطريون العنبري** ويُسمى أيضاً وردة الذرة الزرقاءBlue Cornflower ، ونبات **مشط الراعي** scandix يُعرف النبات بعدة أسماء منها سقندس، المشيطة، مشط فينوس. **والنفل البنفسجي** ويعرف أيضاً باسم نفل المروج، وعشبة **الهِلْيَوْن** Asparagus officinalis من النباتات الربيعية المزهرة، ويتبع للفصيلة الزنبقية، **والنباتات القزحية** ris زهرة إلهة اليونانية إيريس تعني قوس قزح، لأنها تأتي في العديد من الألوان، من النباتات العشبية المعمرة البصلية المزهرة، **والزنبق البري** Lily من النباتات المزهرة والمعمرة هناك مئات الأصناف من الزنبق من الفصيلة الزنبقية Lilium، ونبات **الثمام العصوي** Panicum virgatum (البلستيم) واحدة من الأنواع السائدة في المروج في أمريكا الشمالية، ونبات **سفون جيرارد** أو **لحية الرجل** Andropogon gerardii (أندروبوغون جيراردي). الصورة .٩١. نباتات السهوب في إقليم الحشائش المعتدلة.



الصورة ٩١٠. نباتات السهوب في إقليم الحشائش المعتدلة

ب . الحياة الحيوانية:

يُعد إقليم الحشائش المعتدلة الموطن الأصلي لعدد من الأنواع الحيوانية التي تمكنت من التأقلم مع ظروف البيئية الطبيعية السائدة بالإقليم، مثل جفاف فصل الشتاء وشدة برودته، وفقر الحياة النباتية أثنائه، وتتعدد وسائل التأقلم كأن تمارس بعض الحيوانات ظاهرة الهجرة الفصلية، تهاجر في فصل الشتاء إلى مناطق أخرى حيث يتوفر الغذاء والدفء، وتقوم الحيوانات المتوطنة بالإقليم بممارسة السبات الشتوي (البيات الشتوي) حتى يحل فصل الجفاف.

وأهم الحيوانات البرية التي توجد في الإقليم الثدييات أهمها الغزال، والجمل ذو السنامين في إستبس أسيا وأوروبا، وحيوانات الثيران الوحشية والتي تعرف باسم البيسون في براري أمريكا الشمالية ولكنه كاد ينقرض في الوقت الحاضر بسبب كثرة اصطياده من جهة، وتحول كثير من مناطق الحشائش للإنتاج الزراعي أو الرعوي المنظم من جهة أخرى، وحيوان الكنغر في استراليا والحمار الوحشي، والحصان البري، أو التاربان في آسيا، والأيل...

والحيوانات القارضة الحافرة مثل السنجاب البري، واليربوع الآسيوي، والأرانب البرية، والحيوانات آكلة اللحوم مثل ابن أوى، والذئاب، والثعالب... والطيور فأهمها طائر السُمان الذي يهاجر في أواخر الخريف نحو المناطق الدافئة هرباً من برودة فصل الشتاء وبحثاً عن الغذاء، وطيور الحجل، والقنابر (قنبرة)، وبعض الطيور الجارحة مثل الحدأة، والنسر... وتكثر الحشرات في الصيف والتي تشكل مصدراً غذائياً لكثير من الطيور.

أما الحيوانات التي تربى في المراعي المعتدلة هي الأبقار والأغنام، وترعى الأبقار عادة في مناطق البراري الغنية، أما الأغنام فترعى في المناطق الفقيرة نسبياً، وتشتهر مراعي أستراليا ونيوزيلندا بصفة خاصة بتربية الأغنام التي تربى غالباً من أجل الصوف، أما مراعي الأرجنتين وأمريكا الشمالية فتسود فيها تربية الماشية على تربية الأغنام، وتعد الخيول كذلك من حيوانات المراعي المعتدلة، وتكثر تربيتها بصفة خاصة في مراعي آسيا.

ج . تأثير الإنسان:

تعرضت مناطق الحشائش المعتدلة لكثير من أعمال التدمير والإزالة البشرية، إن معظم مناطق الحشائش المعتدلة فقدت هويتها الحيوية وتحولت إلى مزارع بغرض الاستغلال الزراعي لإنتاج الحبوب ولاسيما القمح والذرة، ويرجع ذلك إلى خصوبة تربتها، كما تُعد أهم مناطق الرعي، وإنتاج اللحوم، والألبان، والأصواف في العالم. مع ذلك لم يتبق سوى القليل من مساحة الأراضي العشبية، حيث أحدث الإنسان الحرائق في مناطق الأعشاب النجيلية كما في أمريكا والسهوب في أوروبا لتوسيع رقعة الزراعة أو للتخلص من النباتات غير المرغوبة رعوياً، والشجيرات التي لا ترعاه الحيوانات واستبدالها بنباتات عشبية ذات قيمة غذائية وإنتاج أعلى من إنتاج النباتات المحروقة.

فأصبحت المراعي الطبيعية المعتدلة الآن نادرةً، لأنه تم استبدالها بالكامل بالمراعي التي من صنع الإنسان، وهذا يعني أن الأرض قد حرثت وأُخصبت وزُرعت بذور الأعشاب المدخلة، وعلاوة على ذلك، فإن العديد من النباتات والحيوانات التي لا تزال تعيش في هذه الأراضي تصنف على أنها عرضة للخطر الانقراض، فهناك تهديد حقيقي لهذا المجتمع البيئي المميز والعديد من الأنواع التي يحتوي عليها قد تختفي تماماً، إذا لم تكن محمية من الرعي المفرط، والأسمدة، والمحراث.

الفصل الرابع

إقليم الصحراء

يمثل إقليم الصحراء المناطق التي تتسم بالفقر الحيوي سواء على المستوى النباتي أو الحيواني نتيجة لسيطرة الظروف البيئية قاسية تحول دون اتاحة الفرصة لوجود الأحياء بصورة غنية كثافةً وتنوعاً. فالصحراء في الأصل كلمة حيوية (نباتية) بالدرجة الأولى، وهي تعني الفقر الحيوي.

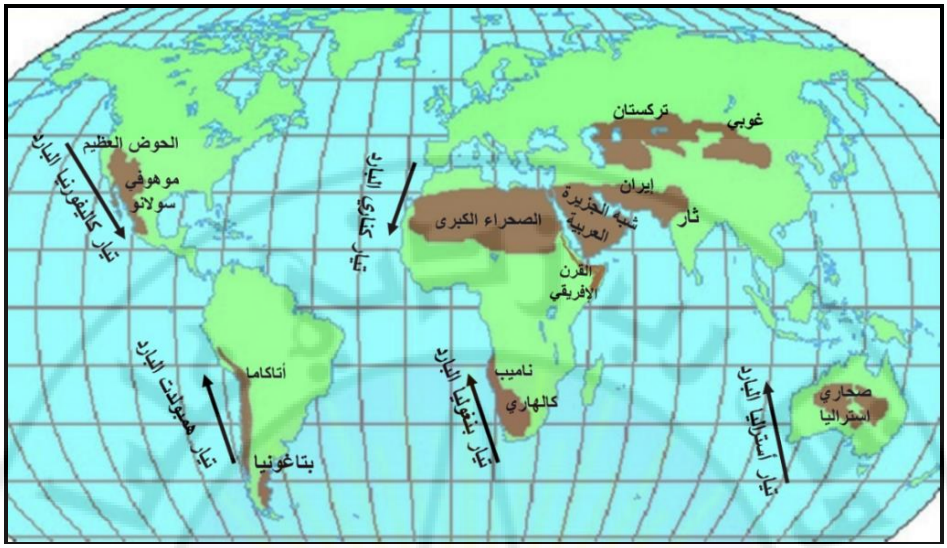
ويعتقد الكثيرون خطأ أن الصحاري هي مناطق قفراء جرداء تنعدم فيها الحياة، بل هي في الحقيقة نظام بيئي يقوم بدعم طيف واسع من أشكال الحياة في منظومة فريدة من التنوع الحيوي.

وتنقسم الصحاري وفقاً لمواقعها وعوامل نشوئها إلى نوعين هما:

أ . الصحاري القارية (الداخلية): تسود عروض الضغوط المرتفعة المدارية، ومن أسباب نشأة بعض الصحاري الداخلية وقوعها في مناطق ظل المطر مثل صحراء موهافو في جنوب غرب الولايات المتحدة، وصحراء تكلامكان وسط آسيا.

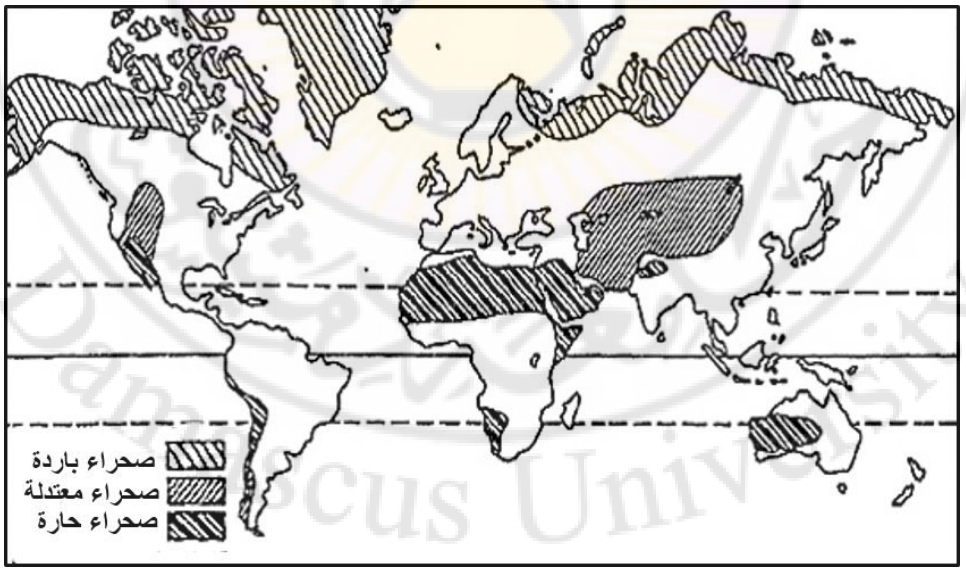
ب . الصحاري الساحلية: تنشأ في العروض شبه المدارية على السواحل الغربية للقارات، وسبب نشوئها التيارات المائية الباردة، باستثناء صحراء شرق وشمال الصومال.

ومن أهم الصحاري الساحلية صحراء أتاكاما التي تمتد بموازاة ساحل البيرو وتشيلي، ويمر بجوارها تيار همبولت البارد، وصحراء ناميب التي تمتد بمحاذاة ساحل جنوب إفريقيا الغربي ويمر بجوارها تيار بنغويلا البارد، وفي أمريكا الشمالية صحراء سونورا شمال غرب المكسيك ويمر بجوارها تيار كاليفورنيا البارد، والأطراف الغربية من الصحراء الكبرى في أفريقيا والممتدة على المحيط الأطلسي والتي يمر بجوارها تيار كناريا البارد. تبين الخريطة ٥٠. توزع الصحاري الداخلية والساحلية.



الخريطة ٥٠. توزع الصحاري الداخلية والساحلية

والصحراء تعبير نباتي يطلق على الأقاليم التي يندر فيها النبات نتيجة عنصرين مناخيين هما: قلة المطر، ودرجة الحرارة العالية ومن هنا انقسمت الصحاري إلى ثلاثة أنواع: وتبين الخريطة ٥١. توزع أقاليم الصحاري في العالم.



الخريطة ٥١. توزع أقاليم الصحاري في العالم

١. **الصحاري المدارية الحارة:** توجد في المناطق الغربية من قارات الكرة الأرضية، وتتميز هذه الصحاري بأنها أكثر جهات العالم جفافاً وذلك لوقوعها في نطاق الضغط المرتفع المداري، ومن أهم هذه الصحاري الصحراء العربية الكبرى، والصحراء الإفريقية الكبرى، وصحراء ثار الهندية، وصحراء كلهاري الإفريقية، وصحراء أريزونا في أمريكا الشمالية، والتي تتميز بارتفاع درجة الحرارة، وانخفاض نسب الرطوبة الجوية، وقلة السحب والأمطار.

٢. **الصحاري المعتدلة:** تتواجد في وسط القارات غالباً ومن الأمثلة عليها صحاري أمريكا الشمالية، وصحراء أمريكا الجنوبية، وصحراء وسط آسيا، ويتميز مناخها بالبرودة الشتوية الشديدة، وارتفاع درجة الحرارة في الصيف، وأمطارها القليلة، ويعزى جفاف تلك الصحاري إلى بعدها عن المسطحات المائية.

٣. **الصحاري الباردة** أو القطبية (التندرا): ويقصد بها الصحاري المغطاة بالجليد طوال السنة، ونادراً ما يحدث له ذوبان، إذ لا ينحسر إلَّا عن ١ % فقط من مساحتها الإجمالية، ومن ثم فهي تعرف بالصحاري البيضاء أو الثلجية، وتتواجد في المناطق الشمالية من القارات، ومن أهمها صحاري أنتاركتيكا، وصحراء أوراسيا، وصحراء أوراسيا، وتتميز بأن درجة الحرارة فيها منخفضة، والأمطار فيها عبارة عن ثلوج قليلة.

إن السمات الحيوية العامة متشابهة بينها من حيث الفقر الحيوي، فالصحاري الحارة ترجع إلى ندرة الأمطار بالدرجة الأولى، أما الصحاري الباردة ترجع إلى ندرة درجة الحرارة التي لا توفر طاقة حرارية كافية للنمو النباتي، وبالتالي سيطرة الجفاف الفيزيولوجي، إلا أنه يوجد بينهما الكثير من أوجه التشابه: للصحراء كائنات حية مميزة تكيفت لتتحمل الجفاف، ويمارس الكثير من الكائنات الحية حالة من الكمون (السبات) وتمارس بعض الحيوانات نوعاً من الهجرة الفصلية، والنباتات الصحراوية قزمية ويسيطر عليها ظاهرة التبعثر.

وسندرس كل وأقليم على حدا نظراً لاختلاف طبيعة الأحياء، وأنواعها، ووسائل تأقلمها مع الخصائص البيئية في كل منها.

أولاً . إقليم الصحاري الحارة

يضم هذا الإقليم كل من الصحاري المدارية الحارة، والمعتدلة، ويتشابهان في ندرة الهطل، ويختلفان في درجة الحرارة، وتحتل المناطق الصحراوية الحارة والمعتدلة مساحة كبيرة تبلغ نحو $\frac{1}{3}$ مساحة اليابسة ويخص آسيا وإفريقيا النصيب الأوفر، وسندرس كلاً منهما على حدا.

١. إقليم الصحاري المدارية الحارة

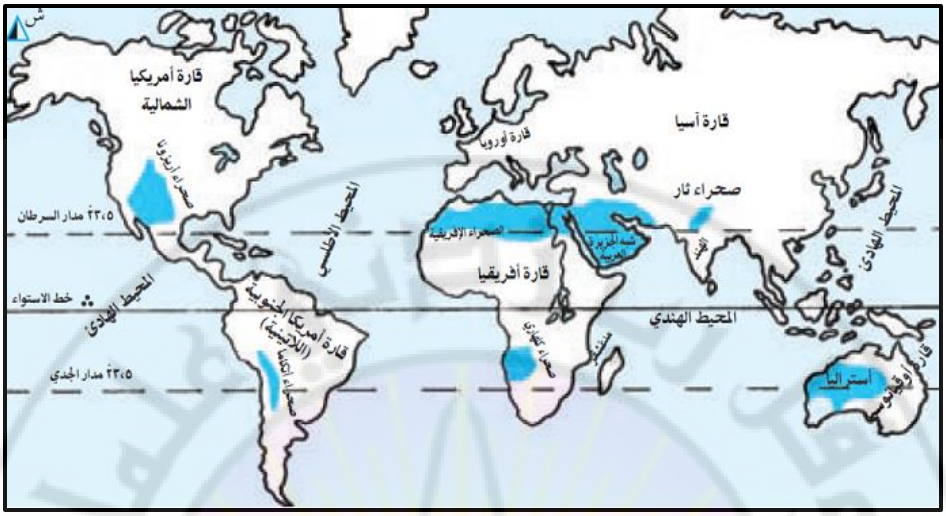
توجد الصحاري المدارية الحارة حيث درجة الحرارة الوفيرة، والمطر القليل، وتقع الصحاري الحارة في غرب القارات شمال وجنوب الأقاليم المدارية وهي جهات يسودها الضغط المرتفع والتيارات الهوائية الهابطة وكلا العاملين يحرم الجهات الصحراوية من الظروف المسببة للمطر.

أ . التوزع الجغرافي:

تشغل الصحاري الحارة مساحات كبيرة في نصف الكرة الشمالي، بين دائرتي عرض ١٨° و٣٠° شمال وجنوب خط الاستواء، حيث تمتد في شمال إفريقية في الصحراء الكبرى من ساحل المحيط الأطلسي غرباً إلى البحر الأحمر شرقاً، ثم تتجاوز البحر الأحمر إلى شبه الجزيرة العربية وصحراء بادية الشام، وامتداداتها شرقاً في شكل صحراء وسط إيران (صحراء لوط الإيرانية)، وأفغانستان وباكستان وشمال غرب الهند ممثلة في صحراء ثار، وفي أمريكا الشمالية توجد الصحراء الحارة في كاليفورنيا يشمل صحراء اريزونا، وامتداداتها في شمال غرب المكسيك.

أما في نصف الكرة الجنوبي فالمساحات الصحراوية أقل لعدم اتساع مساحة اليابس في هذه الجهات، تمتد في الساحل الغربي الجاف لأمريكا الجنوبية تنحصر الصحراء في شريط ضيق بين جبال الأنديز وبين ساحل المحيط الهادئ في كل من البيرو وشمال تشيلي فيما يعرف فيهما بصحراء أتاكاما، وفي جنوب إفريقية توجد صحراء كلهاري في غرب جنوب القارة وتمتد حتى المحيط الأطلسي حيث توجد صحراء ناميبا.

وفي استراليا تحتل الصحراء مساحة كبيرة وسط غرب القارة، وتُعد أستراليا ثاني أجف قارات العالم بعد القارة المتجمدة لوجود أربع صحاري بها هي: صحراء فيكتوريا، وصحراء الرمل الكبرى، وصحراء جبسون، وصحراء سمبسون. الخريطة .٥٢. التوزع الجغرافي لإقليم الصحاري الحارة.



الخريطة .٥٢. التوزع الجغرافي لإقليم الصحاري الحارة

ب . الخصائص المناخية:

تنشأ الصحاري الحارة عن الضغوط الجوية المرتفعة ذات الهواء الهابط، كما تُسهم في نشوئها التيارات المحيطية الباردة المارة قرب السواحل الغربية للقارات، في العروض المنخفضة.

يتميز المناخ بالتطرف الشديد، ويتسم بقلة أو ندرة المطر التي تعد العنصر الفاعل في عملية النمو النباتي، ويصعب تحديد كميته وإن كان يراوح بين ٢٥٠ و٣٥٠ ملم وقد ينخفض عن ذلك كثيراً، كما هو الحال في الصحراء الكبرى الإفريقية، وصحراء كلهارى، وصحراء أتاكاما، وصحراء غرب استراليا، وصحارى ثار وسونورا في شمال غرب المكسيك، وجنوب غرب الولايات المتحدة إلى أقل من ١٠٠ ملم، وقد تنعدم الأمطار لعدة سنوات، بل أن الأمطار قد تنعدم تماماً كما يحدث في شمال تشيلي في محطة كالاما التي لم تسجل بها أي كمية مطر، وحتى المناطق التي يهطل الحد الأقصى للأمطار تنعدم قيمتها الفعَّلية بسبب ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع معدل التبخر. ويكون الضباب ظاهرة مميزة على ساحل الصحراء التي تمر بجوارها التيارات البحرية.

وتعد درجة الحرارة الشديدة التي تتميز بها المناطق الصحراوية أحد أسباب الجفاف بها، حيث يتم تسجيل أعلى درجة حرارة في العالم في هذه المناطق الصحراوية، ويتميز المدى درجة الحرارة بالاتساع الكبير، وبسبب ارتفاع درجة الحرارة يرتفع معدل التبخر ومعدلاته تفوق أضعافاً مضاعفة كمية الأمطار الساقطة مما يزيد من حدة الجفاف. وعليه يتسم المناخ الصحراوي

بالجفاف، الذي لا يرتبط بكمية أمطاره فقط، بل بدرجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرطوبة الجوية، ونوعية التربة.

ج . الخصائص الحيوية:

تنعكس صورة الجفاف في الصحاري الحارة على الغطاء النباتي من حيث الندرة أو قلة كثافة الحياة النباتية، وتتوافق معها الحياة الحيوانية، وتختلف هذه الندرة الحيوية من مكان لآخر تبعاً لسيادة ظروف بيئية معينة. وتتسم الكائنات الحية في إقليم الصحاري الحارة بخصائص حيوية تُمكنها من التأقلم والتكيف مع الخصائص البيئية القاسية.

١. الحياة النباتية:

النباتات الصحراوية هي تلك النباتات القادرة على التكيف والحياة في بيئات تفتقر فيها مقومات الحياة النباتية، حيث تلجأ إلى آليات كي تحافظ على بقائها في البيئة الصحراوية ذات المناخ القاس. تتكيف الكائنات مع هذه البيئات وفق ثلاثة أسس الحصول على أكبر كمية من الماء، وتحزين المياه، والتقليل من خسارة الماء، وتستخدم هذه النباتات أساليب عدة تجعلها قادرة على التكيف مع البيئة الصحراوية.

١.١. تكيفات النباتات الصحراوية: تُقسم إلى

أ. التكيفات المورفولوجية (شكلية):

١. التوسع في نمو المجموع الجذري كي تتمكن من الحصول على الماء واختزال المجموع الخضري، مثال نبات المرخ Leptadenia pyrotechnica ارتفاعه ١٦٠ سم، بينما تمتد جذوره لعمق ١٠٠م، وقطر ١٠م، وأشجار المسكيت mesquote tree التي يبلغ عمق جذورها نحو ٢٨م، وبعض النباتات تتمتع بمجموع جذري سطحي ممتد لمسافة كبيرة أفقياً لتستفيد من مياه الندى والضباب.

٢. إسقاط الأوراق في الصيف فتصبح فروعها عارية تماماً، ما يؤدي لانخفاض فقد الماء بالنتح.

٣. هناك أنواع نباتية لا تحمل أوراقاً وتسمى نباتات غير ورقية، حيث تقوم الساق والفروع بعملية التمثيل الضوئي، وفي موسم الجفاف الشديد قد تفقد بعض فروعها كنبات الرمث.

٤. هناك أنواع نباتية أوراقها صغيرة كنبات ذيل الخيل Equisetum، من أجل تقليل وتصغير القسم المعرض للشمس، أو تكون أوراقها فاتحة (خضراء فاتحة) من أجل عكس الأشعة الشمسية،

أو تكون أوراقها مغطاة بأوبار تشكل ما يشبه المظلة الواقية من أشعة الشمس، أو تكون أوراقها ذات مسامات قليله وذلك من أجل تقليل النتح.

٥. تحور في شكل الأوراق إلى شكل يقلل النتح: تحور الأذينات لأشواك كنبات السدر، وتحور الفروع لأشواك كالعاقول، وتحور الأوراق لأشواك كالصبار.

٦. هناك أنواع نباتية يغطيها الشوك لحمايتها من الشمس الحارقة التي تتعرض لها، ومن الحيوانات التي تعيش في البيئة الصحراوية.

٧. التفاف أو انطواء الأوراق عند اشتداد الجفاف فيتشكل جوف مغلق تنفتح عليه الثغور ما يقلل النتح، ونرى ذلك عند نباتات الفصيلة النجيلية كنبات قصب الرمل Ammophila arenaria.

٨. فقد معظم المجموع الخضري فوق سطح التربة عند النباتات النجيلية المعمرة في الصيف لتقليل فقد الماء وتبقى البراعم حية عند قاعدة النبات، ثم تنمو هذه البراعم من جديد في موسم الأمطار مثال نبات الثمام Panicum

٩. تغير الورقة زاويتها مع الساق لتفادي سقوط أشعة الشمس بشكل عمودي على الورقة، كنبات الشبرق Senna italic.

١٠. بعض أسطح النباتات السفلية تغطيها شعيرات كثيفة فتعكس هذه الشعيرات جزءاً من أشعة الشمس، وتسمى هذه النباتات بالنباتات شعيرية الأوراق.

١١. بذورها صغيره يمكن أن تنمو عند توفر الرطوبة أو هطل المطر حتى لو مر على تساقط البذور عشرات السنين.

١٢. تتجنب النباتات أن تكون قريبة بعضها من بعض مما يوسع رقعة التغذية ويحد من درجة المنافسة النباتية على مصادر الرطوبة الشحيحة.

ب . التكيفات تشريحية:

١. تحمل أوراق وسيقان معظم نباتات المناطق الجافة طبقة سميكة من الكيتين أو يكون جسم النبات مغطي بالكامل بطبقة من الشمع، وذلك للتقليل من تبخر الماء منه وفي حال هطل الأمطار تنزلق تلك المياه على الطبقة الشمعية للنبات إلى الأرض فلا تتبخر بل تقوم بامتصاصها عن طريق الجذور.

٢. وجود طبقة تحت بشرة نسيج إضافي تحت البشرة خلاياه مليئة بمواد مخاطية عند بعض الأنواع لتمنع خروج الماء من النبات.

٣. وجود خلايا مائية واسعة في النسيج البرانشيمي تقوم بخزن الماء (النباتات العصيرية) من تلك النباتات ما يختزن الماء في أورقة أو في الساق كنبات الصبار، أو في جذوره مثل الكمأة (٧٥% من حجم الكمأة عبارة عن ماء).

٤. وجود غدد ملحية على بشرة بعض النباتات فتمتص هذه الأملاح الرطوبة ليلاً.

٥. وجود الثغور ضمن انخفاضات دون مستوى البشرة أو في فجوات (ثغور غائرة) كالدفلة أو تحمي فتحاتها شعيرات واقية.

٦. وجد فتحات على سطح أوراق النباتات، لا تفتح إلاَّ في المساء فقط لامتصاص ثاني أوكسيد الكربون، حيث تكون درجة الحرارة منخفضة والرطوبة عالية، وبذلك يكون معدل التبخر أيضاً منخفض.

ج . التكيفات الفيزيولوجية:

١. قلة المحتوى المائي للنبات نتيجة قلة الماء في الخلايا أو تغلظ جدر الخلايا، مما يجعلها تتحمل الجفاف دون أن تتضرر.

٢. ارتفاع نسبة الماء المقيد بالمواد الغروية في الخلايا مما يعني عدم تبخر الماء بسهولة، وتُعد هذه من أهم صفات النباتات الصحراوية.

٣. تجمع البرولين (حمض أميني يدخل في تركيب الكولاجين ومسؤول عن قوة وقساوة الجلد مع الكرياتين) في أنسجة النباتات التي تتعرض للجفاف أو درجة الحرارة المرتفعة أو الملوحة مما يجعلها محبة للماء ومتمسكة به.

٤. الضغط الأسموزي المرتفع في الجذور، مما يزيد من قدرة النبات على امتصاص الماء المرتبط بحبيبات التربة.

٥. قفل الثغور في فترات الحر الشديد، وفتحها في ساعات الصباح الباكر لتقوم حينها بالتركيب الضوئي وتقليل النتح قدر الإمكان.

٦. النباتات الملحية التي تنمو في التربة الملحية تمتلك القدرة على مقاومة التأثير الضار للملوحة الزائدة في التربة أو المياه الجوفية، فبعضها يقاوم الملوحة من خلال إفراز الأملاح والتخلص منها، والبعض الآخر يتجنب تأثير الأملاح بتوقيف دورة حياتها في الفترة التي ترتفع فيها درجة الرطوبة في التربة.

٢.١. أشكال نمو النباتات الصحراوية حسب دورة حياتها: تتسم النباتات الصحراوية بخصائص معينة في أشكال نمو مميزة حسب دورة حياة النبات:

أ . نباتات حولية سريعة الزوال Ephemeral تنمو بعد هطل الأمطار مباشرة، ولا تتعدى فترة النمو والإزهار وإلقاء البذور ثمانية أيام.

ب . النباتات العشبية المعمرة Ephemeroids هي نباتات ذات سيقان أرضية معمرة مطمورة في التربة مثل الأبصال والريزومات وتتكون بها الأوراق والأزهار خلال عدة أسابيع في أثناء الفترة التي تهطل بها الأمطار

ج . الأشجار ذات الجذور الطويلة التي تتغلغل إلى أعماق التربة وتمتد بعيدة لتصل إلى مصادر المياه الجوفية لتؤمن مورداً مائياً دائماً، تأخذ أوراقها أشكال تمكنها من التكيف لتحمل الجفاف.

د . الشجيرات القصيرة تنمو في الفترة الرطبة أثناء الانخفاض النسبي في درجة الحرارة.

٣.١. أشكال نمو النباتات الصحراوية حسب شدة القحولة: وجد الباحثون أن النباتات الصحراوية في شح الماء والجفاف الشديد تنقسم إلى ثلاثة أقسام :

- **نباتات هاربة من الجفاف:** هي نباتات عادية وسطيه معتدلة (Mesophytes) ويقتصر وجودها الخضري على فترة المطر فهي تهرب من الجفاف بالإنبات، والنمو، والإزهار، والإثمار، وانتشار البذور قبل حلول موسم الجفاف، وتبقى بذورها ذات الأغلفة المقاومة للجفاف ودرجة الحرارة إلى موسم الأمطار القادم، مثل الخشخاش البري Papaver sp.
- **نباتات الجفاف الحقيقية:** المتميزة بالمجموع الخضري الصغير والمجموع الجذري المتعمق لعشرات الأمتار، وهناك آليات للنبات لتقليل النتح والاحتفاظ بالماء، حيث تكون الأوراق صغيره وتتساقط بعد مدة كما في نبات العاقول Alhagi marurnum أو تبقى الأوراق طوال فترة الأمطار ثم تسقط قبل حلول فترة الجفاف مثل نبات القتاد أو الزلة Zilla spinosa. وقد تنعدم الأوراق تماماً وتقوم الساق بعملية البناء الضوئي كما هو الحال في نبات الرتم Retama raetam، وأحياناً تلتف الأوراق حول نفسها لتقليل مساحة الورقة المعرضة للبيئة الصحراوية كما في نبات قصب الرمال Ammophilia arenaria، كما يغطي سطح النبات طبقة من الكيوتين الشمعية السميكة حفاظاً على المحتوى المائي، أو يُحاط النبات بطبقة عازلة من الزيوت الطيارة مثل نبات الشيح Artemisiaabsinthum، ونبات الزعتر Tymus serpyllum.

- **نباتات عصيرية:** تُخزن المياه في وقت توفرها لاستغلالها وقت الجفاف، ومنها نباتات التين الشوكي Opuntia tuna، والرطريط Zygophyllum album، ولها شبكة جذور سطحية واسعة الانتشار تحصل على المياه فور سقوطها.

ومما يجدر ذكره أن كل النباتات التي تنمو في الصحراء ليست كلها جفافية، بل تنمو في المناطق الرطبة كالأودية الجافة بعض النباتات التي تعتمد على المياه الباطنية في بطون الأودية.

٤.١. التنوع النباتي في إقليم الصحاري الحارة: يتسم الإقليم الصحراوي بالتنوع النباتي إذ يضم عدة ألاف من الأنواع النباتية، ومن الأنواع النباتية المميزة للإقليم نذكر:

صبار ساجواروsaguaro cacti : تعد النبتة الوطنية لولاية أريزونا الأمريكية، تتميز ببشرتها الشمعية الملمس حيث يوجد عليها أشواك بسمك ٥سم، ليس لديه أوراق، حيث أن جذعه سميك وأشواكه كبيرة، ولها أذرع جانبية، وتقوم بامتصاص الماء والاحتفاظ به، ويكثر صبار الساجوارو في صحراء سونورا جنوب شرق كاليفورنيا، وجنوب أريزونا، وشمال غرب المكسيك، ويراوح عمرها نحو ٢٠٠ سنة تقريباً. ويقوم طائر نقار الخشب بحفر عدة ثقوب بالنبتة للوصول إلى المياه المخزنة في الداخل.

الصبار البرميلي Ferocactus: نبات عصاري، يخزن الصبار الماء داخل سيقانه، له أشواك حادة مقوسة وكبيرة يبلغ طولها ٧,٥ – ١٠ سم، حيث كان الهنود يستخدمون أشواكه كسهام لصيد الأسماك، جذورها ضحلة جداً حتى تتمكن من امتصاص أكبر قدر ممكن من الماء بمجرد هطل الأمطار، يوجد في صحراء أمريكا الشمالية مثل صحاري سونورا، وموهافي في ولاية كاليفورنيا، وأريزونا، والمكسيك.

أشجار جوشوا Joshua tree ليست في الواقع أشجار، إنها نباتات صحراوية عصارية، تخزن المياه، وتوجد بشكل شائع في صحراء موهافي في جنوب غرب الولايات المتحدة، وعادة ما يكون لأشجار جوشوا جذع واحد، وتنتهي فروعها بمجموعات من الأوراق الشائكة، تصل الجذور إلى عمق ١١متر، من الأنواع المهددة بالإنقراض بسبب تغير المناخ، وللحفاظ على أشجار جوشوا تم الإعلان عن حديقة شجرة جوشوا الوطنية في ولاية كاليفورنيا في الجنوب من صحراء موهافي.

نبات الفلفيتشية Welwitschia mirabilis : (الويلويتشيا أو أخطبوط الصحراء) نبات مستوطن في صحراء جنوب غرب أفريقيا في ناميبيا وأنغولا، وهو نبات معمر بطيء النمو يعيش ما بين ٤٠٠ و١٥٠٠ سنة، وتعد النبتة مستحاثه حية بسبب ندرتها، ويتكون هذا النبات من

ورقتين وجذر، وتتضخم الورقتان بشكل كبير حتى يصل طولها لمترين وعرضهما لثمانية أمتار، تنمو مباشرة من قاعدة النبات، ولديها شبكة كثيفة من الجذور العميقة والقريبة من سطح الأرض.

صبار الشولا jumping cholla الصبار القافز: سمي بذلك كون أفرعها مرتبطة بشكل ضعيف بالجذع، وسهلة الكسر، وتعلق بالمارة بجوارها سواء من الناس أو الحيوانات، مغطى بالكامل بأشواك فضية حادة، تحمي النبات من درجة حرارة الصحراء، وتقوم الفروع بتخزين المياه، يوجد في صحاري جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية.

نبات كرة البيسبول the Baseball Plant نبات سام، يوجد في صحراء كارو في جنوب أفريقيا، يشبه كرة البيسبول، من النباتات النادرة جداً في البرية، ويوجد فقط في الحدائق النباتية والمختبرات، ولا تغطي هذه النبتة أي أشواك، وتساعده الساق المستديرة السميكة على تخزين الكثير من الماء، وتظهر أزهار هذا النبات من منتصف الجذع الكروي. الصورة ٩٢. بعض الأنواع النباتية في إقليم الصحاري الحارة.



الصورة ٩٢. بعض الأنواع النباتية في إقليم الصحاري الحارة

شجرة دماء الصحراء(Desert bloodwood) Corymbia opaca نوع من الأشجار المتوطنة في أستراليا، حيث تنتشر في المناطق القاحلة الوسطى والجافة الشمالية من أستراليا، تحصل شجرة دم الصحراء على اسمها من عصارة حمراء تسمى الكينو تعني الصمغ الأحمر، الذي يشبه الدم، تنمو شجرة دم الصحراء عادة إلى ارتفاع ٣–١٥م، وأوراقها جلدية، تخزن الجذور المياه للاستخدام في فترات الجفاف. الصورة ٩٣. شجرة دماء الصحراء.



الصورة ٩٣. شجرة دماء الصحراء Corymbia opaca

نبات هيدنورا أفريكانا Hydnora Africana: تنتشر هذه النبتة في صحاري جنوب أفريقيا، تنمو هذه النبتة تحت الأرض ولا يظهر منها سوى الزهرة فوق سطح الأرض، ويغطي سطحها المكشوف الكثير من الشعيرات التي تتميز بشكلها الذي يشبه الأسنان، كما في الصورة ٩٤. نبات هيدنورا أفريكانا، هذه الزهرة عبارة عن مصيدة تصطاد بها فرائسها، وعندما تبدأ في النمو فإنها تشبه تماماً الفطريات في الشكل والخصائص، ولكنها عندما تبدأ زهرتها في التفتح تختلف عن شكل الفطريات، وتختلف أيضاً عن باقي النباتات لأنها خالية تماماً من الأوراق، كما أنها لا تحتوي على مادة الكلوروفيل.



الصورة ٩٤. نبات هيدنورا أفريكانا

صنوبر ووليميا Wollemi pine (نبات الأحفوري): غالباً ما يشار إلى الشجرة باسم شجرة الديناصورات، كان يعتقد أن هذا النبات انقرض منذ العصر الجوراسي، ولم يُعرف إلا من خلال السجلات الأحفورية، يشار إليه عالمياً باسم صنوبر على الرغم من أنه ليس صنوبر حقيقي، ينتمي إلى عائلة من عاريات البذور، شجرة دائمة الخضرة، يراوح طولها بين ٢٥ و٤٠ متراً، وتحمل مخاريط لإعادة إنتاج، وساق سميك يستخدم لتخزين المياه، ولحاء الأشجار القديمة يشبه الشوكولاتة الفقاعية، الصورة .٩٥. صنوبر ووليميا Wollemi pine، لا يوجد هذا النبات إلاَّ في صحاري أستراليا، داخل واد ضيق في منتزه Wollemi الوطني المكان الوحيد في العالم.



الصورة .٩٥. صنوبر ووليميا Wollemi pine (نبات الأحفوري)

زنبق الصحراء desert lily (Hesperocallis undulata): يُعد نادر نسبياً حيث يقتصر في معظمه على موائل صحراء موهافي، وصحراء سونوران، ويطلق عليه الزنبق الثومي Ajo آجو تعني الثوم، بسبب قرب طعمه من نكهة الثوم، ويستخدمها السكان كمصدر غذائي، وهو نبات معمر ينتمي إلى فصيلة الزنابق، ولبنات الزنبق الصحراوي زهور قمعية الشكل بيضاء اللون، لا تتفتح إلا بعد هطول الأمطار. الصورة .٩٦. زنبق الصحراء.



الصورة .٩٦. زنبق الصحراء desert lily

زهرة الشبح ghost flower (Mohavea confertiflora): من النباتات الحولية، سُميت بذلك نسبة إلى زهورها نصف شفافة، وأوراقها طويلة يغطيها شعر، والساق قصير، منتصب يتفرع لعدة فروع، تنمو في صحراء موهافي وصحراء سونوران وصحراء كولورادو. الصورة .٩٧. زهرة الشبحghost flower .



الصورة .٩٧. زهرة الشبحghost flower

ومن نباتات الصحاري العربية نذكر:

وردة أريحا Rose of Jericho: المعروف باسم زهرة مريم Flower of Mariyam، تتميز بقدرتها على إعادة الانبعاث عند توفر الماء مرة أخرى، حتى بعد عام كامل من انقطاع الماء عنها، تلتف فروع النبات في موسم الجفاف إلى أعلى لتكون على شكل كرة مغلقة بإحكام على الثمار الناضجة الجافة، كوسيلة للبقاء على قيد الحياة في الظروف القاحلة، وعندما يحصل النبات على الرطوبة من الأمطار تنمو لها جذور جديدة وتتفتح الفروع لتحرر بعض البذور الموجودة في الثمار، وتظهر لها أوراق جديدة ثم تزهر من جديد، وعند حدوث الجفاف فإن الأفرع تلتف مرة أخرى منقبضة إلى أعلى، وكان يستخدم منذ العصور القديمة كعنصر لتخمين المناخ، ففي الطقس الجاف يبقى النبات مغلقاً تماماً، وفي الطقس الرطب يفتح ببطء، نبات مستوطن في صحراء غرب آسيا، من سورية إلى شبه الجزيرة العربية، والصحراء الكبرى من مصر إلى المغرب. الصورة .٩٨. وردة أريحا (زهرة مريم).



الصورة ٩٨. وردة أريحا (زهرة مريم)

الرقروق أو **الجريد** Helianthemum نبات عشبي من النباتات الصحراوية المعمرة أوراقه صغيرة الحجم، والرقروق من الأعشاب المصاحبة لفطر الكمأة (الفقع أو الزبيدي) لذلك يُسمى بعشبة الكمأة حيث أن هناك علاقة تطفلية ففطر الكمأة لا يصنع غذائه بنفسه لأنه لا يتوفر لديه الكلوروفيل المسؤول عن صنع الغذاء، كما يُعد من النباتات الرعوية تأكله الحيوانات إذا كان غضاً صغيراً. الصورة ٩٩. نبات الرقروق وفطر الكمأة.

الكمأة الصحراوي Terfeziaceae نبات الرعد: تختلف تسميته حسب الدول والمناطق التي يتوفر بها يُسمى في دول الخليج الفقع، وفي دول المغرب العربي ترفاس، وفي بلاد الشام والعراق الكما، وهي نوع من أنواع الفطر الصالح للأكل، فهو عبارة عن نبات فطري طفيلي يشبه البطاطا ينبت تحت الارض ويمكن الاستدلال عليه من خلال نبتة اخرى تنبت بالقرب منه حيث ينمو متكافلاً مع نبات الرقروق، له شكل كروي لحمي رخو، وسطحه أملس أو درني يتواجد عادة في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية في شبه الجزيرة العربية، وبادية بلاد الشام والعراق، والصحراء الكبرى. الصورة ٩٩. نبات الرقروق وفطر الكمأة.



الصورة .٩٩. نبات الرقروق وفطر الكمأة

نبات الحنظل Citrullus colocynthis : قرع الصحراء، هو أحد النباتات العشبية المعمرة والتي تنمو زاحفة على الأرض، ثماره كروية الشكل كبيرة الحجم خضراء اللون مخططة بالأبيض المائل إلى الأصفر، تسمى الحدج، ملساء ولبها إسفنجي، داخلها بذور قاسية تعرف ببذور الهبيد، وأزهاره صفراء، ويتميز الحنظل بالخضرة طول العام لأن جذوره عميقة في الأرض تصل إلى المياه الجوفية، ثمرته وأوراقه شديدة المرارة، واستخدمه بعض أطباء العرب قديماً في علاج ارتفاع سكر الجسم وتنقية الجسم من السموم، وتتغذى الجرذان على ثمر الحنظل وتقيم جحورها على مقربة من النبات، ويتواجد بكثرة في المناطق الصحراوية العربية. الصورة .١٠٠. نبات الحنظل



الصورة .١٠٠. نبات الحنظل

نبات النصي Stipagrostis plumosa (ستيباغروستيس)**:** نبات معمر من الفصيلة النجيلية، منتشر بصورة واسعة في الصحراء حيث يشكل علفاً مهماً للحيوانات ومثبتاً للكثبان الرملية، ويُطلق عليه في بداية ظهوره أسم الشتيل، وعندما يكبر يُطلق عليه اسم النصي، وينمو في شكل كتل كثيفةذ، ويرتفع إلى قرابة المتر، وأوراقه كثيفة ورمحيه طويلة وخفيفة، وسنابله في أعلى السيقان، ويتفرع الساق بكثافة عند قاعدته، وهو ذو تحمل عالٍ جداً للجفاف يتواجد هذا النبات بشكل كبير في الأراضي الرملية. الصورة .١٠١. نبات النصي.



الصورة .١٠١. نبات النصي

شجيرة الروثة Salsola: نبات معمر، من الأنواع الجفافية الملحية، وتكون على شكل شجيرة قزمية خشبية ذات سيقان متفرعة، وترتفع نحو ٧٠ سم، يكسوها زغب، السوق تحمل الكثير من الأفرع المزهرة، والثمار مجنحة كبيرة، والأوراق دقيقة لحمية، تشبه الأشواك، الصورة .١٠٢. شجيرة الروثا Salsola، ومن النباتات ذات الأهمية الرعوية في المناطق الجافة لرعي الإبل، ويستخدم في إعادة تأهيل البيئات المتدهورة.



الصورة .١٠٢. شجيرة الروثا Salsola

أشجار الرمث Halexylon Salicornicum : أشجار معمرة يراوح ارتفاعها ما بين ٥٠ و١٠٠سم، يبدأ تفرعها من عند القاعدة، ذات لون أخضر مغبر له هدب طويل، وأوراقها اسطوانية دقيقة وطويلة نسبياً، يكون الجزء السفلي من النبات مدفوناً بالرمل، والجذور تتعمق

كثيراً في التربة، وأغصان وجذور الرمث تتميز بالرائحة الزكية، وانتشاره دليل على وجود رعي جائر من قبل الحيوانات الرعوية، إذ بغياب النباتات المستساغة للرعي يعطى هذا النبات الفرصة للتكاثر والنمو والانتشار، ومصدر للحطب وللصابون. الصورة .١٠٣. أشجار الرمث.



الصورة .١٠٣. أشجار الرمث

شجرة السَّلَم أو **السنط الأرنبرغي** Acacia ehrenbergiana : شجيرة شوكية طويلة، يصل ارتفاعها إلى ٥,٥ م، تتفرع سيقانها مباشرة بعد خروجها من الأرض، وأغصان السلم لينة ضعيفة، وأشواك شجرة السلم طويلة وحادة تصل إلى ٤ سم مبيضة اللون، وأزهارها صفراء كروية رائحتها طيبة، وتنتشر بشكل واسع في المنخفضات والأودية التي يتجمع بها ماء الأمطار، والشجرة تتحمل الجفاف والملوحة بدرجة عالية، لها أهمية في الحفاظ على تماسك التربة، ويُستخرج منه سائل القطران يستخدم لطلاء جلود الحيوانات لعلاج الجرب، ويستخدم أيضاً لطلاء أشجار الفاكهة لحمايتها من الفطريات والحشرات. الصورة .١٠٤. شجرة السَّلَم (السنط الأرنبرغي).



الصورة .١٠٤. شجرة السَّلَم (السنط الأرنبرغي)

شجيرة العرفج Rhanterium epapposum: شجيرات معمرة، له فروع متعددة وكثيفة خضراء اللون وناعمة الملمس، ينبت بارتفاع ما بين ٢٥ الى ٩٠ سم، وله أوراق رمحيه صغيرة خضراء، وأزهاره شعاعية صفراء اللون صغيرة وكثيرة، ومن الجدير بالذكر أن زهرة العرفج الزهرة الوطنية للكويت، ولها ثمار صغيرة على هيئة جوزة محاطة بأجنحة غشائية جافة، وجذوره وتدية الشكل وعميقة، ويكثر تواجد نبات العرفج بالمناطق الرملية المتماسكة وله فوائد طبية عديدة، كما يُستخدم كحطب، حيث إنه سريع الاشتعال، وعند احتراقه يعطى رائحة زكية ومنعشة، يتعرض للكثير من الرعي الجائر، واقتلاعه من جذوره، مما أدى لتناقص أعداده لذلك تعد من النباتات النادرة الوجود والمهددة بالانقراض. الصورة ١٠٥. شجرة العرفج.



الصورة ١٠٥. شجرة العرفج

العوسج: شجرة شوكية معمرة تبنت في الأرض الرملية والصخرية، تعيش على القليل من الرطوبة، يصل ارتفاعها إلى المتر ونصف وهي مورقة في جميع الأوقات، الأوراق صغيرة وبسيطة ويوجد على جانب الأوراق شوكتان حادتان سامة، وتثمر حبات صغيرة عنبية حلوة المذاق تحبها الطيور (الغذاء المفضل لدي الحباري)، وتمتاز هذه الشجيرة بتحملها الجفاف والصقيع وارتفاع درجة الحرارة، ويتم استخدام الأوراق والساق والجذور في العلاج والوصفات الشعبية. الصورة ١٠٦. شجرة العوسج.



الصورة ١٠٦. شجرة العوسج

شجرة الآراك salvadora persica (سالفادورا بيرسيكا): شجرة السواك، كما أن البعض يسميها شجرة الأسنان، أشجار دائمة الخضرة، لا يزيد ارتفاعها عن ٤ أمتار، أوراقها كثيفة بيضاوية الشكل، خضراء تتمتع برائحة زكية طيبة، ولها أزهار صفراء تميل للخضرة، وثمارها صغيرة، اسمها الكباث، عنبية الشكل، ولها طعم حلو، جذورها عميقة، وتمتد تحت سطح التربة عرضياً لمسافات كبيرة، وتكثر في الأودية الصحراوية، تتمتع مكَّونات وأغصان شجرة الآراك بالعديد من الخصائص الفعَّالة حيث تحتوي أغصانه على مركبات طبيعية تقضي على الجراثيم والبكتيريا الموجودة في الفم، وتمنع تسوسها، يُستخرج منهاالسواك. الصورة .١٠٧. شجرة الآراك وثمارها وجذرها.



الصورة .١٠٧. شجرة الآراك وثمارها وجذرها

نبات الثمام (البانيكام) Panicum turgidum: من النباتات التي تتحمل الجفاف والملوحة ومثبت جيد للرمال، الثمام عشب معمر ينمو على شكل أجمات كثيفة الأفرع، يبدأ نموه الخضري بعد هطل المطر مباشرة، ويدخل مرحلة سكون صيفاً، يرتفع إلى نحو المتر والنصف، ويخرج من الأرض متعدد الفروع مفترش عند القاعدة تنتصب عويداته إلى الأعلى، ومجموعه الجذري متين، والألياف الجذرية قوية ومتخشبة، تغطيها أوبار تفرز مادة صمغية تسهم في تجميع حبيبات الرمال الدقيقة حولها، أوراقه ملساء تستسيغها الماشية، تعرَّض هذا النبات إلى الرعي الجائر، ويلجأ بعض البدو إلى جز الأفرع وتخزينها علفاً إلى وقت الحاجة، ووقوداً وفي صناعة الأسقف والأسيجة والحصر، ويجمع آخرون الثمار لتطحن ويصنع منها عصيدة، الصورة . ١٠٨. أجمة الثمام وبذورها والنورات.



الصورة .١٠٨. أجمة الثمام وبذورها والنورات

شجيرة الرمرام Heliotropium sp هيليوتروبيوم: من الشجيرات المعمرة، يراوح ارتفاعها ما بين٣٠ إلى ٥٠سم، سيقانها خشبية كثيرة الأفرع، وأوراقها قاتمة الخضرة بيضاوية الشكل، يكسوها زغب خشن الملمس، الأزهار كثيفة في صفين صغيرة بيضاء اللون، والثمار مستديرة زغبيه، استخدم في مجال الطب حيث تدخل في علاج العديد من الأمراض مثل العلاج من لدغات الحيات والعقارب. إلا أنها تعد نبتة سامة، حيث لا تصلح البتة لرعي الإبل والغنم. الصورة .١٠٩. أجمة الرمرام.



الصورة .١٠٩. أجمة الرمرام

نبات المليّح (دعداع) Aizoon Hispanicum (هيسبانيكوم): نبات عصاري، حولي، ينبت بعد هطل أمطار الشتاء ينمو في السهول الرملية وحول السباخ، نبات زاحف متفرع من الأصل، له أوراق عصارية، والثمار عبارة عن كبسولات مفلطحة، لها بذور سوداء تسمى الدعبوب، نبات مالح الطعم، الثمار لديها آلية لتشتيت البذور، فعندما تمطر تملأ المناطق تدريجياً بالماء، بالقرب

من مركز الكبسولة، وعندما تهطل قطرات مطر أخرى على الكبسولة، يتم دفع نفاثة من الماء والبذور عبَّر فوهة. الصورة . ١١٠ زهرة نبات المليّح والثمرة.



الصورة .١١٠. زهرة نبات المليّح والثمرة

التين الشوكي (صبير التين الهندي) Opuntia ficus–indica موطنه الأصلي جنوب أمريكا الشمالية ومنها انتشر إلى مناطق كثيرة وهي عبَّارة عن شجيرة عصارية محاطة بالأشواك، ويتكون النبات من ساق قصيرة تحمل عدداً من الألواح المتصلة بعضها ببعض، وأزهاره صفراء اللون، وتُعد ثمارها نوع من الفاكهة. الصورة .١١١. التين الشوكي (صبير التين الهندي)



الصورة .١١١. التين الشوكي (صبير التين الهندي)

نبات الشيح Artemisia herba–alba : نبات عشبي معمر عطري الرائحة، ويتفرع من القاعدة بأفرع خضر قائمة ملمسها خشن، وهو دائم الخضرة، ومكسو بشعيرات رمادية، وأوراقه مفصصة، يغطيها زغب أبيض، وله أزهار ذات لون أصفر يطلق عليها اسم قنابة، وجذور الشيح وتدية تتفرع منها جذور ثانوية تنتشر بكثافة كبيرة في الطبقة السطحية من التربة، ويتميز بتحمله لدرجات الحرارة المختلفة، وتعد الأراضي الرملية الملحية مثالية لنموه، وترعاه الماشية، ويستعمل في صناعة الأدوية والمنتجات الطبية، الصورة . ١١٢. نبات الشيح.



الصورة .١١٢. نبات الشيح

الأَثْل (الطرفاء) Tamarix: تنمو في الأتربة الرملية والملحية، وتتحمل الطرفاء الملوحة ولكنها لا تتحمل الجفاف الشديد. شجرة متوسطة الارتفاع لا يتجاوز ارتفاعها المترين، لها أغصان خشبية متفرعة، دائمة الخضرة، وأوراقها صغيرة حرشفية الشكل، تحتوي على نسبة مرتفعة من الملح، حيث تفرز غددها الورقية ملح كلور الصوديوم في أثناء الليل، مما يؤدي إلى تراكم هذا الملح على سطح التربة، وأزهارها عنقودية الشكل، وثمارها مخروطية الشكل زغبيه، ومجموعها الجذري عميق وتدي يصل عمقه إلى نحو ١٠ أمتار، وجانبية كثيفة يمكن أن يمتد نموها أفقياً في الترب الرملية مسافة٥٠ متر. وتمنع شجرة الطرفاء نمو النباتات بجوارها بسبب قدرتها على امتصاص كميات هائلة من المياه، تُعد علفاً جيداً للجمال، ويستفاد منها في تشجير المناطق الجافة وشبه الجافة، وتستعمل حاجزاً مانعاً لانتشار الحرائق. الصورة .١١٣. شجرة الطرفاء



الصورة .١١٣. شجرة الطرفاء

الخذراف Salsola imbricata Forssk: نبات معمر ينمو في المناطق الرملية والسباخ، تتفرع الفروع من أصل واحد رئيسي، الأوراق لحمية عصارية الصورة .١١٤. نبات الخذراف، وعند عصر الأوراق تخرج منها رائحة غير مستحبة، والأزهار بيضاء صغيرة تتجمع في سنبلات، وثماره مجنحة بيضاء اللون، تشبه ثمار الرمث، النبات يرعى بشراهة من المواشي والإبل في سنوات الجفاف.



الصورة .١١٤. نبات الخذراف

الحرمل peganum Harmala : نبات معمر، ينبت في الأراضي الرملية، نبات سام لا تقربه الحيوانات، ارتفاع النبتة لا يتجاوز ٦٠ سم، يمتلك أوراق مفصصه، ذات رائحة عطرة مميزة، وأزهاره بيضاء اللون كبيرة الحجم، الصورة .١١٥. نبتة الحرمل، وتستخدم الأجزاء التي تنمو فوق سطح الأرض في الأغراض الطبية، وينقسم الحرمل إلى نوعين يتم تمييزهما باللون، الحرمل الأبيض والمعروف بالحرمل العربي، والحرمل الأحمر ويعرف باسم أسفند.



الصورة .١١٥. نبتة الحرمل

نبات الغضا أو الغضى Haloxylon ammodendron: ينتشر بكثرة في مناطق الكثبان الرملية، وهو عبارة عن شجرة صغيرة معمرة يراوح ارتفاعها بين ١ و٤ أمتار، وهي قادرة على تحمل الملوحة والجفاف، كما تتميز بجذورها العصارية الطويلة، والتي تمتد على نطاق واسع لعشرات الأمتار بما يمكنه من الوصول إلى المياه الجوفية، ولحاء الشجرة سميك يشبه الإسفنج ومتشبع بالمياه، يتواجد في جذور الغضا **نبات طفيلي الطُّرْثُوثُ** معمر طويل مستدق كالفطر يتطفل على جذور بعض النباتات الصحراوية. الصورة .١١٦. نبات الغضا ونبات الطُّرْثُوثُ الطفيلي، وبدأت السلطات المعنية في دول الخليج التشدد في حماية هذه الأشجار من التعديات بعد أن تراجعت أعدادها.



الصورة .١١٦. نبات الغضا ونبات الطُّرْثُوثُ الطفيلي

الغَضَفُ Nannorrhops ritchiana: من الفصيلة النخلية، شبيه النخيل، شجيرة معمرة، كثيرة السعف، والفروع النابتة من جذع قزم، ارتفاعه من متر إلى مترين، أوراقها مروحية الشكل، طويلة وملساء طولها بين ١٢ إلى ٣٠ سم. الصورة .١١٧. شجيرة الغَضَفُ.



الصورة . ١١٧. شجيرة الغَضَفُ

شجرة الغاف Prosopis البروسوبس: وهي أشجار نادرة، معمرة مستديمة الخضرة، يصل ارتفاعها إلى ١٢ متراً، ذات أفرع متدلية تعطي التاج شكلاً مستديراً، ولأفرعها عدة أشواك قصيرة مثلثية متباعدة، وأوراق الغاف طويلة ومقسمة إلى ريشتين كل ريشة مقسمة إلى وريقات، والثمار

عبارة عن قرون طويلة تحتوي على بذور عديدة، وتتألف جذور أشجار الغاف من مجموعة من الجذور السطحية الكثيفة التي تنتشر على سطح التربة، لتستفيد من مياه الأمطار، أما الجذور العميقة تتعمق في التربة بحثاً عن طبقة المياه الجوفية ولمسافات بعيدة قد تصل إلى ٥٠ متراً، وتحتوي جذور أشجار الغاف على العقد البكتيرية كغيرها من البقوليات. الصورة ١١٨. شجرة الغاف.



الصورة ١١٨. شجرة الغاف

أشجار النخيل: شجرة النخيل من الأشجار المعمرة، وهناك أكثر من ٢٥٠٠ نوع من أشجار النخيل، وتعد شبه الجزيرة العربية الموطن الأصلي الذي تنمو فيه هذه الأشجار، وتتميز شجرة النخيل بجذع قائم أسطواني غير متفرع خشن السطح مغطى بأعقاب السعف (قواعد الأوراق) ينتهي بتاج كثيف من الأوراق الكبيرة الحجم، يراوح ارتفاع الجذع بين١٠ م، و٣٥ م، ويقوم الجذع بخزن كمية كبيرة من المواد النشوية الضرورية في مراحل نمو الشجرة، وجذورها طويلة تمتد أفقياً لمسافة عشرة أمتار تبحث بواسطتها عن الماء، وتسمى أوراقها بالسعف وهي عبارة عن أوراق ريشية كبيرة الحجم، ومغطاة بطبقة شمعية لتقليل عمليات النتح وتوفير الرطوبة لها، وثمار النخيل عبارة عن عنبة تظهر متجمعة وبغزارة، ومتدلية عند نهاية العذق الثمري، والعذق الثمري عبارة عن ساق، ويطلق على هذا الساق بالعرجون، الصورة ١١٩. أشجار النخيل والعرجون.



الصورة .١١٩. أشجار النخيل والعرجون

٢. الحياة الحيوانية في الصحاري الحارة:

تعد الحياة الحيوانية انعكاس للحياة النباتية في الإقليم، وبما أن الإقليم الصحراوي إقليم الفقر النباتي فإن الحياة الحيوانية في المناطق الصحراوية قليلة في أعدادها ومتفرقة ومتباعدة، ولكنها غنية بالأنواع، وتتركز بصفة عامة بالمناطق الهامشية شبه الجافة، حيث تتوافر سبل الحياة من ماء وغذاء.

١.٢. الخصائص الحيوية للحيوانات وأهم الأنواع المنتشرة والمميزة للإقليم:

لقد وهبَّ اللّه حيوانات الإقليم خصائص معينة تستطيع من خلالها التكيف مع قلة الماء ندرتها، لذلك فإن الكثير من حيوانات الصحراء ليلي النشاط فلا يظهر نهاراً، وبعضها يمارس الهجرة والانتقال نحو المناطق الرطبة إذا سيطر الجفاف الشديد على منطقته الأصلية، وهناك بعض الحشرات محصنة بطبقة عازلة من الشمع، ومنها ما يتسم بالرشاقة وخفة الحركة مما يمكنها من

الوصول إلى مواقع المياه المتباعدة، أو تمارس السبات الصيفي، وبعضها يحصل على احتياجه من الماء عن طريق ما يحصل عليه من طعامه، وتعد الطيور في الصحراء أقل معاناة مع درجة حرارة الطقس، فبمقدورها الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء، كما تستطيع بعض الطيور مثل البزاة والشواهين التحليق عالياً لساعات والاستفادة من الهواء البارد في سماء الصحراء، وبعض الطيور ليلي النشاط، وأخرى نهاري النشاط. وكأحد طرق التكيف مع الإقليم الصحراوي تكون لبعض الحيوانات قوائم رفيعة وذلك لتقليل القسم المعرض والملامس لسطح التربة الحار، كما أن لون معظم حيوانات الصحراء فاتحه من أجل التمويه، وعكس الأشعة الشمسية.

٢.٢. أمثله عن الحيوانات في الصحاري الحارة ووسائل تكيفها:

جمال الصحراء: (الإبل) من الحيوانات التي لها قيمة عظيمة عند العرب، وهي نوعان، الجمل العربي Camelus dromedaries الذي يكون له سنام واحد، يعيش في شمال أفريقيا والشرق الأوسط، والجمل ذو السّنامين Camelus bactrianus، يعيش في وسط وشرق آسيا استطاع الجمل منذ مئات السنين التكيف مع البيئة الصحراوية، حيث امتلك صفات تمكنه من التحمل والصبر على هذه البيئة، وقد طور من أساليبه لأجل البقاء والحصول على الغذاء اللازم، ومن أبرز تكيفات الجمل نذكر:

يمتلك الجمل صفين من الرموش الطويلة وجفناً إضافياً لحماية عينيه من الشمس والرمل، كما أن أنفه يستطيع تبريد الهواء الذي يدخل إلى رئتيه، ويقوم بتحويل الهواء الذي يخرج من الرئة بعملية الزفير إلى ماء من خلال عملية تُعرف بالتكاثف، ما يجعل جسمه لا يفقد المزيد من الماء. ويمتلك الجمل شفاه مشقوقة سميكة ما يساعده على أكل الشجيرات الشائكة. ويساعد الوبر الكثيف الموجود على جسم الجمل على توفير الدفء أثناء ليالي الصحراء الباردة وعزل الجسم عن درجة الحرارة خلال النهار، وعلى تخفيف العرق، ويتم تخزين الدهون في السنام لاستخدامها كمصدر للطاقة عندما لا يتوفر الغذاء، والأنسجة الدهنية هي مصدر للمياه أيضاً، ويمكن للجمل البقاء على قيد الحياة لمدة شهر دون طعام ولمدة أسبوعين بدون ماء، كما تستطيع الإبل استخراج المياه من بقايا العلف غير المهضومة والمختزنة في أمعائها.

الكنغر الأحمر Macropus rufus : من فصيلة الكنغريات (الجرابيات)، ويعد من أكبر الكنغريات، يعيش في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، في غرب ووسط قارة أستراليا (صحراء جيبسون)، ويستطيع الكنغر أن يصمد لفترة طويلة جداً بدون طعام، وتتميز أنثى الكنغر بقدرتها

على تجميد نمو الجنين داخل رحمها لفترة قبل أن يستكمل نموه، وهو ما يُعرف بطور السكون أو البيات وتحدث هذه الظاهرة في حالة الجفاف وشح مصادر الغذاء.

ثعلب الصحراء (الفنك): من الحيوانات الليلية التي تعيش في الصحراء، يتميز بحجمه الصغيرة، وذيله طويل وبكبر حجم الأذن التي تساعده على الاحتفاظ ببرودة جسمه، ويميل لون فراءه إلى لون الرمال وهو سميك كي يحتفظ بالجسم بارد في ساعات اليوم الساخن ودافئ خلال الليالي الباردة، تعيش ثعالب الفنك لفترة طويلة بدون ماء، وتقضي الساعات الحارة في النوم داخل الجحور الباردة، والخروج في الليل للصيد، ويساعد هذا النمط من الحياة الليلية في منع فقدان المياه.

غزال اريبل (دوركاس): (العفري) هو أحد أصغر أنواع الغزلان وأكثرها شيوعاً، تستوطن السلالات المتعددة لغزال دوركاس معظم شمال أفريقيا (الصحراء الكبرى)، وشبه الجزيرة العربية، وبادية بلاد الشام، وإيران، وصولاً إلى شمالي الهند، وتُصنف غزلان دوركاس على أنها مهددة بالانقراض وفقاً للقائمة الحمراء للاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة لعام ٢٠٠٣م.

المها أبو عدس Addax nasomaculatus: ظبي أداكس أحد أنواع الظباء الصحراوية المهددة بالانقراض والذي يعيش في بضعة مناطق معزولة في الصحراء الكبرى، منذ آلاف السنين عبر شمال أفريقيا بكامله وصولاً لشبه الجزيرة العربية، ، وتُظهر الرسومات في المقابر المصرية القديمة أن هذه الحيوانات أحتفظ بها كمواش مستأنسة، ولكن أعدادها تراجعت وانحصرت في مناطق محددة بسبب تدمير موائلها، والصيد المكثف بغية الحصول على قرونها وجلدها، ولديها العديد من التكيفات يلعب فراءها دوراً في تحقيق الاستقرار في درجة حرارة الجسم، حيث يتغير لون الفراء مع الموسم، فيكون لونه أبيض تقريباً في الصيف الحار، وهكذا تنعكس أشعة الشمس بعيداً عن أجسادهم، وفي موسم الشتاء يميل لون الفراء إلى الرمادي الدخاني وهذا يبقي الجسم دافئاً، وتنشط خلال الصباح الباكر، وخلال المساء وذلك نظراً لأن المياه في النباتات الصحراوية تزيد خلال هذه الساعات، وبالتالي يمكنهم الحصول على ما يكفيها من المياه من النباتات التي تأكلها، يُمكنها تحمّل العطش الشديد، وقد تقضي أياماً عديدة دون شرب الماء.

قط الرمال Felis margarita : حيوان ليلي النشاط، ويفضل الأماكن الرملية يحفر له جُحراً تحت الشجيرات المعمرة، وهو أصغر من الهررة، ويتميز عن باقي الأنواع برأس كبير وعريض، وأذنان كبيرتان، ويغطي جسمه شعر كثيف ناعم يحميه من بُرودة ليالي الشتاء، وجلده سميك

جداً، وجسمه مُتأقلم على العيش بدون ماء، لا يحتاج إلى الماء بل يروى ظمئه بالسوائل التي يمتصها من الحيوانات.الصورة ١٢٠. حيوانات في الصحاري الحارة



الصورة ١٢٠. حيوانات في الصحاري الحارة

القنفذ الأثيوبي (قنفذ حبشي) Paraechinus aethiopicus ينتشر في الصحراء الكبرى، وصحاري شبه الجزيرة العربية، جسمه مغطى بأشواك بنية اللون بينما أطرافها بيضاء، وله خطم مستدق أسود وأذنان كبيرتان، وله أرجل طويلة ونحيلة تساعده على الجري السريع في الصحراء وتعزل جسمه عن درجة حرارة الرمال، والكلى تعمل في وضع توفير المياه.

عائلة العضلان Gerbillus : قوارض متكيفة مع الحياة الصحراوية، يضم نحو ستين نوعاً تنتشر في المناطق الجافة من شمال وشرق أفريقيا وجنوب غرب آسيا، يعيش حول نبات الأرطى التي توفر له المأوى، وبساتين النخيل، والواحات، وأطرافه الخلفية طويلة، وله ذيل طويل منتهي بخصلة ذات لون رمادي مبيض، والسمة المميزة لهذا الحيوان أنه لا يقرب الماء طوال حياته ولكنه يتغذى على ساق النباتات العصارية ويستخلص الماء اللازم منها، ويركز البول حتى لا يفقد الكثير من الماء، ويختبئ نهاراً في جحور يحفرها تحت الأرض.

حيوان السُرقاط أو **الميركات**Suricata : يعيش في صحراء كالاهاري، وصحراء ناميب، هو حيوان صغير نهاري، يعيش في جحور يحفرها في الأراضي الرملية، ولا يغادرها إلا أثناء النهار، تحتوي أقدامهم على ما يشبه الوسائد الرقيقة التي تحميهم من درجة حرارة الأرض، وله أذنان تحاطان بطبقة من الفرو تساعد في حمايته من أشعة شمس الصحراء الحارقة، ويعيش في مستعمرات، ويقوم بعض أفراده بالتخصص في حراسة الجحر.الصورة ١٢١. حيوانات في الصحاري الحارة



الصورة .١٢١. حيوانات في الصحاري الحارة

طائر النعام: من الطيور التي لا تطير، هو أكبر وأثقل الطيور في العالم، يمتلك العديد من القدرات التي تجعله مكيف بشكل جيد للعيش في الأراضي الصحراوية لديه ساق طويلة وقوية لديه اصبعان في كل قدم، حتى يتمكن من التحرك عبر الكثبان الرملية في الصحاري دون صعوبة، والنعام يمكن أن لا يأكل لعدة أيام، والبقاء دون ماء لفترة طويلة، ويكتفي من الماء المشتق من النباتات الخضراء، ولكن إذا ظهرت المياه بالقرب منه فهو يشرب الكثير.

طائر السبد: (أبو النوم نظراً لنومه أثناء ساعات النهار) هو من أنواع الطيور التي تنشط ليلاً، ويعيش في الصحاري الرملية، ويستغني عن شرب الماء بما يجده من رطوبة في أغصان النباتات، وفي بعض الحشرات التي يتغذى عليها، ويتميز بعينه الواسعة وفتحة الفم الكبيرة التي تساعده على الصيد ليلاً، ويقضي نهار الصيف الشديد درجة الحرارة راقداً على الأرض، مستظلا بظل شجرة بلا حراك، نصف نائم مُغمضاً عيناً ومبصراً بأخرى، أما في فصل الشتاء فان معظم طيور السبدان تهاجر إلى المناطق الدافئة هاربة من برد الشتاء. ولا يستطيع أن يقف بوضع سليم وذلك بسبب موضع رجليه الصغيرتين، حيث أنهما تقعان في الثلث الأخير من جسمه، ولذلك يسند صدره على الأرض. الصورة .١٢٢. طيور في الصحاري الحارة



الصورة .١٢٢. طيور في الصحاري الحارة

أرنب الصحراء Lepus capensis: القواع الصحراوي، يستوطن أفريقيا وشمالها خاصة المناطق الجافة الصحراوية وشبه الجافة، وله أيد أقصر من الأرجل، وذيله قصير، لونه بيج صحراوي فاتح، يتناغم مع بيئته المحيطة، وتستغني الأرانب البرية الصحراوية عن شرب الماء في حال عدم توفرها وتعوض عن شرب الماء بأكل النباتات الصحراوية التي تتوفر فيها كمية من الماء تعوضها عن شرب الماء.

الجرذ الكنغري Dipodomys: يوجد في الصحاري الشمالية الغربية لأمريكا الشمالية، وهو حيوان صغير يشبه الفأر، أرجله وذيله تشبه أرجل وذيل الكنغر الاسترالي، ويستطيع أن يعيش بدون أن يذوق قطرة من الماء أبداً، وكل الماء الذي يحتاج إليه يتم صنعه في داخل جهازه الهضمي.

اليربوع Jerboa: يتواجد في أغلب الدول العربية، حيوان ليلي يشبه الفأر، ويعيش في جحور تحت الأرض للهروب من درجة الحرارة المرتفعة خلال النهار، وأكثر ما يميز حيوان اليربوع سيقانه الطويلة، فهو من الحيوانات التي لا تشرب الماء إذ يحصل عليه عن طريق تناول النباتات الخضراء، ويمارس نوع من البيات الصيفي في أشهر القيظ، يجرى بطريقة أقرب للقفز والوثب كالكنغر.

تتشابه حيوانات اليربوع وجرذان الكنغر التي تعيش في الولايات المتحدة بدرجة يصعب معها التفريق بينهما، ويعد علماء الأحياء هذه الحيوانات مثالاً لما يسمونه نظرية النشوء التقاربي.

الصورة .١٢٣. قوارض في الصحاري الحارة



الصورة .١٢٣. قوارض في الصحاري الحارة

الورل الصحراوي: يعيش في الصحراء العربية والمناطق القاحلة في آسيا الوسطى، وهو نوع من أنواع السحالي الكبيرة أكلة اللحوم، ينشط خلال النهار، وجلده متكيف تماماً للعيش في البيئة الصحراوية، لديه أيضاً غدد ملحية تساعده على منع فقدان المياه، وهو مثل الثعابين لديه لسان شوكي يستخدمه ليشعر باي مؤشرات كيميائية في الهواء.

سلحفاة الصحراء أغاسيز Gopherus agassizii من حيوانات الدم البارد تعيش في صحراء موهافي، وسونورا، تقضي السلاحف معظم وقتها داخل الجحور، لذا تساعدها الجحور على التبريد من درجة الحرارة العالية، وتحافظ على أكبر قدر ممكن من المياه، وهي قادرة على البقاء على قيد الحياة مع القليل من الطعام، وتقوم بتخزين المياه داخل المثانة لكي تمتصه عند الضرورة، وتوفر صدفتها مساحة كبيرة لرئتيها ولتنظم درجة الحرارة لديها.

سلحفاة سولكاتا: من السلاحف السودانية التي تشبه الصخور، وتعيش على طول الحافة الجنوبية للصحراء الكبرى، وهي ثالث أكبر أنواع السلاحف في العالم، ويمكنها أن تعيش من ٥٠ إلى١٥٠ سنة، تحفر جحور في الأرض للوصول إلى المناطق ذات مستويات الرطوبة العالية، وتبقى في الأوقات الساخنة في الجحور، وهذا ما يعرف بالبيات صيفي، ونظراً لشعبيتها في تجارة الحيوانات الأليفة، تقلصت أعدادها وأصبحت معرضة للانقراض.

الأفعى المقرنة Cerastes cerastes : جاءت تسميتها لوجود قرنين صغيرين يعلوان رأسه، كما تسمى أم جنيب لطبيعة حركتها الجانبية (الانزلاق الجانبي) أو الحركة اللوبية والتي تُميزها

عن غيرها من الأفاعي، وهو ثعبان سام، يتواجد في صحاري شمال أفريقيا مروراً بالشرق الأوسط، لغاية الجزيرة العربية، تدفن نفسها تحت الرمال التي تحميها من درجة حرارة الصحراء الشديدة، قصيرة الطول، وعريضة الجسم والرأس، في الشتاء تدخل الأفعى في البيات الشتوي، إن تدمير الموائل الطبيعية للمقرنة، والإفراط في جمع سُمها، والتغير المناخي، أدى إلى هروب أعداد من الأفاعي المقرنة من بيئتها الصحراوية إلى أماكن تواجد الإنسان.

حيوان الشيطان الشائك (Thorney devil (Moloch horridus : سحالي التنين، يعيش في صحراء وسط أستراليا، يشبه الحرباء، تغطي جسمه نتوءات مثل الأشواك، ولا يمكنه شرب الماء كباقي الحيوانات، فلجلده خاصية القدرة على امتصاص الماء ونقله إلى فمه وشربه، من خلال عملية تسمى الاسترطاب، حيث يقوم الجلد باستخلاص وامتصاص المياه، وعن طريق قنوات جسدية صغيرة مجهرية، تقوم بجمع المياه، ونقلها إلى فمه، فضلاً عن حصوله على المياه عن طريق استخلاصها من الرمال الرطبة خلال فترة الصباح الباكر، فيعمد الى استعمال رجليه لرمي الرمل المبتل فوق ظهره، واستخلاص الرطوبة من الرمال وسحبها إلى القنوات الشعرية. الصورة ١٢٤. زواحف في الصحاري الحارة.



الصورة ١٢٤. زواحف في الصحاري الحارة

الخنفساء الصحراوية: تعيش في الصحراء الناميبية، ويكتنف هذه الصحراء في الصباح ضباب كثيف منطلقاً من المحيط الأطلسي، ويحتوي هذا الضباب على قطرات من الماء على شكل بخار، وقد تمكنت الخنفساء من تطوير آلية لتحويل هذا البخار إلى ماء، حيث تتميز الخنفساء بوجود سطح متعرج على ظهرها، وتتكون قمم هذا السطح من مادة شمعية تساعد على خزن

المياه، بينما تتميز أجواف السطح بوجود مادة جافة غير دهنية تحافظ على المياه، وعندما تهب الريح المحملة بالضباب والبخار تنحني الخنفساء في الهواء لتجذب قطيرات الماء إلى القمم الصغيرة على سطح ظهرها، وتتنامى هذه القطيرات الصغيرة إلى قطرات أكبر ثم تنحدر إلى الأسفل باتجاه الفم.

نملة الصحراء الكبرى الفضية silver ants: يُعد نوعاً استثنائياً، من بين أنواع نمل الصحراء الأخرى، ذلك أنه يتكيف مع موائل الكثبان الرملية في الصحراء الكبرى شمال إفريقيا، جسمها مغطى من الأعلى ومن جانبيه بشعيرات، بينما أسفله خالٍ من الشعر، هذه الشعيرات هي أنابيب صغيرة مثلثة الشكل، تُعطي النملة لوناً فضياً لامعاً يمنحها اللون بعض الحماية من ارتفاع درجة الحرارة، ويعكس أشعة الشمس، تغادر فصائل النمل أعشاشها بحثاً عن الطعام عندما تصل درجة حرارة الرمال إلى ٦٠م°، فيما يختبئ مفترسوها، ولأرجل نملة الصحراء الكبرى الفضية التحرك أسرع من أقارنها ذوات الأرجل الأطول، وملامسة سطح الأرض لوقت أقل.

عنكبوت الجمل Solifugae Camel Spider السوليفيوجيد: أحد العناكب الصحراوية ذات الأحجام الضخمة، على الرغم من اسمه فهو لا يعد من العناكب الحقيقية بل ينتمي إلى فصيلة المعتزلات التي تجمع بين صفات العقارب والعناكب، ولذلك له أسماء عديدة مختلفة ولكن الأكثر انتشاراً بين الناس هو عنكبوت الجمل نسبة إلى وجوده بجانب الجمال، جسمه شبيه بالعقرب، ويستطيع تخزين الدهون في جسمه للاستفادة منه حينما يندر الغذاء في بيئته، ومن الممكن أن يعيش فترة طويلة دون الحاجة للماء أو الغذاء، ويتبع الإنسان في الصحراء ليمشي في ظله، وإن قام بالعض فذلك لأنه في وضعية الدفاع عن النفس.

العقرب الصفراء أو **الجرّارة** Compsobuthus arabicus: سميت بالجرارة لجره ذنبه، أكثر أنواع العقارب سمية في العالم، وعندما يكون الطعام نادراً جداً في الصحراء يستطيع تقليل مُعدّل الأيض لديه (أي كميّة استهلاكه للطّاقة)، وهذا يسمحُ لها بتخفيض استهلاكها من الأوكسجين، بحيث يعيش لمدة عام كامل على عدد قليل من الحشرات، ويستهلك المياه اللازمة من الطعام الذي يأكله، وتجنباً لدرجة حرارة الشمس وهو يختفي في النهار، وينشط في الظلام .الصورة ١٢٥. حيوانات في الصحاري الحارة.



الصورة ١٢٥. حشرات في الصحاري الحارة

على عكس ما يعتقد الكثيرون، تزخر المناطق الصحراوية بالعديد من الأنواع النباتية والحيوانية التي تتميز بتأقلمها الواسع مع الظروف المحلية، فالصحراء نظام بيئي متكامل تعيش فيه الكائنات الحية مع المكونات الأخرى بتنظيم متكامل ومتداخل.

٢. إقليم الصحاري المعتدلة

الصحاري المعتدلة عبَّارة عن أحواض محصورة بين سلاسل جبلية مرتفعة، ويختلف اتساعها من منطقة إلى أخرى، ويُعد وجود السلاسل الجبلية المرتفعة حول هذه الأحواض عاملاً من العوامل التي ساعدت على ظهور هذه الصحاري، وترجع قحولة الصحاري المعتدلة إلى ثلاثة عوامل رئيسة هي البعد عن البحر، وشكلها الحوضي بين أراضٍ مرتفعة، والضغط الجوي المرتفع الذي يسيطر عليها شتاء.

أ . الخصائص المناخية:

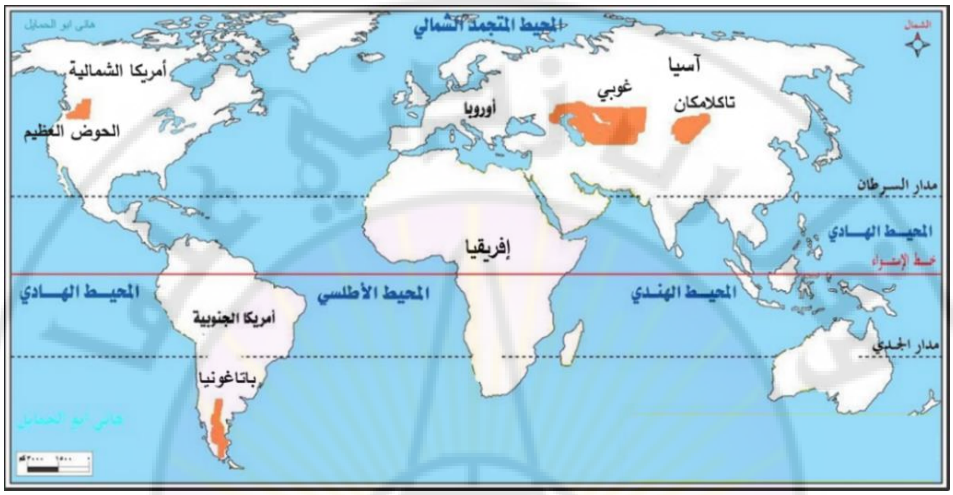
يتشابه مناخ هذه الصحاري مع مناخ الصحاري الحارة من حيث كمية الأمطار وتذبذبها، ومناخ الصحارى المعتدلة متطرف فالمدى الحرارى اليومي السنوي كبير بسبب صفاء الجو، وقلة الغيوم، وانخفاض الرطوبة النسبية، ويتميز مناخها بالبرودة الشتوية القارسة، وقد يتساقط الثلج، أما في الصيف فتصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية، ومعدل الرطوبة يراوح بين ٥% و٣٠%، ومتوسط كمية الأمطار قليل جداً لا تزيد عن ٢٥٠ ملم سنوياً، ومعظمها أمطارها صيفية، ويختلف موسم هطل الأمطار في صحاري آسيا من الغرب إلى الشرق تبعاً لاختلاف موسم هطل الأمطار في الأقاليم المجاورة، ففي صحاري بلاد الشام، والعراق، وإيران، والصحاري الواقعة حول بحر قزوين، وبحر آرال، تهطل الأمطار في نصف السنة الشتوي، وعلى العكس من ذلك نجد أن الأمطار تهطل في صحراء غوبي، وصحراء تاكلامكان في نصف السنة الصيفي.

ويعزى جفاف تلك الصحاري إلى بعدها عن المسطحات المائية، وبالتالي تصل الرياح إليها جافة، بعد أن تكون قد تخلصت مما كانت تحمله على هيئة أمطار، فالعامل الرئيس في تكوين هذه الصحاري هو المناخ، ويتشكل فيها شتاءً مناطق متسعة من الضغط المرتفع بسبب برودة الهواء، أما في فصل الصيف تتشكل مناطق من الضغط المنخفض تجذب لها الرياح من المحيط، ومع ذلك لا يسقط بها إلا نذر يسير من المطر، وذلك لأن الرياح تقطع مسافات بعيدة، و تجتاز جبالاً عالية قبل الوصول إلى هذه الجهات، وبذلك تفقد معظم ما بها من رطوبة قبل الوصول إليها.

ب . التوزع الجغرافي:

تمتد الصحاري المعتدلة غالباً في الأجزاء الداخلية للقارات بين دائرتي عرض ٤٠° إلى ٦٠° شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث تظهر في وسط آسيا وأمريكا الشمالية، أما في نصف الكرة

الجنوبي فتظهر فقط في باتاغونيا في أمريكا الجنوبية، ولا تظهر الصحاري المعتدلة في أفريقيا واستراليا لعدم امتداد القارتين جنوباً نحو العروض التي تظهر فيها هذه الصحاري. خريطة .٥٣. التوزع الجغرافي لإقليم الصحاري المعتدلة.



الخريطة .٥٣. التوزع الجغرافي لإقليم الصحاري المعتدلة

تمتد الصحاري المعتدلة في وسط قارة آسيا بسبب اتساعها العظيم في العروض المعتدلة مثل:

١. **صحراء تاكلامكان Taklimakan**: (صحراء حوض تاريم) أكبر صحراء في الصين، تقع في غرب الصين، فهي معزولة عن تأثيرات الرياح الغربية المعروفة في هذه العروض، تشكل حوضاً بيضاوياً شبه مفتوح في مستنقع لوب نور. ويحيط بالصحراء من الجنوب جبال كونلون، وجبال باميز، وجبال تيان شان، وأما من الشرق فتقع صحراء غوبي، وتُعد تاكلامكان الصحراء الثانية الرملية المتحركة في العالم، وتتميز بالمناخ الصحراوي البارد القاري شديد الجفاف، بسبب تعرضها للكتل الهوائية المتجمدة القادمة من سيبيريا، وكذلك قلة الأمطار التي تحجزها جبال الهيمالايا، وأحياناً تتكون طبقة رقيقة من الثلوج تغطي الكثبان الرملية.

٢. **صحراء غوبي**: خامس أكبر صحراء في العالم تغطي الجزء الجنوبي من منغوليا، وشمال غرب الصين، محصورة بين جبال وهضاب وسط آسيا. التي تحجب عنها كتل الهواء الرطبة القادمة من المحيط الهندي، وبالتالي فإن تصب أمطارها على السفح الجنوبي للهيملايا، أما الجانب الآخر يتلقى رياح جافة. وتتميز بالمناخ الصحراوي البارد لارتفاعها عن سطح البحر حيث يراوح الارتفاع بين ٩٠٠ و١٥٠٠م، درجة حرارة منخفضة في الشتاء تنخفض إلى-٤٠م°،

في حين أن الصيف غالباً ما يكون حار جداً +٥٠ م°، وكمية الأمطار لا تتجاوز ١٥٠ ملم سنوياً، وتتساقط فيها الثلوج فالكثبان الرملية مغطاة بالثلوج في الشتاء.

٣. **صحراء الحوض العظيم** Great Basin Desert: محاطة بسلاسل جبلية تحول دون وصول الرياح الممطرة إليه من أي ناحية، تُعد أكبر صحاري الولايات المتحدة، يحدها غرباً سلسلة جبال سيرانيفادا، ومن الشرق جبال روكي، ومن الشمال هضبة كولومبيا، ومن الجنوب صحراء موهافي وسونورا، وهي صحراء باردة شتاءً لوقوعها ظل المطر.

٤. **صحراء باتاغونيا** : تقع في نهاية الجزء الجنوبي من القارة الأمريكية الجنوبية، تقع غالبية الصحراء في الأرجنتين، مع وجود جزء صغير منها في دولة التشيلي، يحدها جبال الأنديز من الغرب، والمحيط الأطلسي من الشرق، ونهر كولورادو من الشمال، ويمكن اعتبار مضيق ماجلان الحد الجنوبي لهذه الصحراء، وهي منطقة جافة وقاحلة، وذلك بسبب الجبال في المنطقة الغربية التي تمنع وصول الرياح الرطبة القادمة من المحيط الهادئ إليها، ترتفع درجة الحرارة صيفاً حتى تلامس ٤٠م°، لكنها تعود وتنخفض شتاء وتراوح بين ١٢ و ٣ م°، الأمر الذي يسبب الصقيع بسبب جفاف الهواء، يهطل المطر بشكل رئيس في فصل الشتاء.

ج . الخصائص الحيوية:

نباتات الصحاري المعتدلة محدودة من حيث الأنواع، وتعاني من التدهور بسبب الرعي الجائر من قبل الماشية، ويميل كثير من مربي الماشية إلى تسميم الحيوانات آكلة اللحوم خشية أن يهاجموا ماشيتهم وصيدها من أجل لحومها وجلدها وريشها، أو لمجرد ممارسة الرياضة، ما يؤدي إلى انخفاض في أعداد العديد من الأنواع.

أ . الحياة النباتية:

تمتلك نباتات الصحاري المعتدلة الرئيسة وسائل تساعدها على التغلب على مشكلة ندرة المياه، وتنمو بعض الأشجار في المناطق التي تتوفر فيها بعض الرطوبة من وقت لآخر عن طريق بعض المجاري المائية، وحول الواحات، التي تشكلت من تتدفق مياه الجبال المحيطة بتلك الصحاري، ومن نباتات الصحاري المعتدلة نذكر:

أشجار الحور Populus diversifolia تنبت في شمالي حوض تاريم مساحة كبيرة من أشجار الحور التي تشكل ممراً أخضر يبلغ طوله الإجمالي يُقدر بنحو ٤٠٠ كم، ومساحته نحو ٣٨٠٠كم^{٢}، وأشجار الحور تحمل الجفاف، والأرض المالحة القلوية والعواصف الرملية، ودرجة

حرارة الصيف الحار، أو الشتاء القارس، لذلك تُلقب بشجاع الصحراء، وتُعد أقدم نوع من الحور في العالم، وهي تحت الحماية، وتنمو على امتداد نهر تاريم. الصورة .١٢٦. أشجار الحور على ضفاف نهر تاريم.



الصورة .١٢٦. أشجار الحور على ضفاف نهر تاريم

المريمية Big sagebrush: هي الأكثر انتشاراً وشيوعاً في صحراء الحوض العظيم، وتُشكل ملجأً تحت فروعها للعديد من الحيوانات، مثل أرنب الأقزام وسحلية الميرمية.

والمريمية شجيرة عطرية دائمة الخضرة، والسيقان والأوراق مغطاة بطبقة شمعية، والأوراق مغطاة بوبر فضي ناعم كثيف، تساعد النبات على منع جفافه في درجة الحرارة المرتفعة والرياح، والاحتفاظ بالرطوبة، وتقليل التبخر، كما يساعد طول الجذر الرئيسي والجذور المنتشرة أفقياً بالقرب من السطح امتصاص الماء، تراجعت المساحة التي تغطيها شجيرات الميريمية حيث يقومون مربي الماشية بحرق، وإزالة مساحات شاسعة

نبات اشنان القلي الخزيزة Salicornia europaea (الساليكورنيا): عشبة بلا أوراق فهو مجرد مجموعة من الغصينات اللحمية العصارية تتميز بوجود مفاصل في نقاط تفرع الغصينات، تنمو نحو الأعلى من نباتات السبخات تتحمل ملوحة التربة، ويتميز بطعم مالح، ترعاه الجمال بعد يابسه، وينمو في صحراء غوبي، وصحراء تاكلاماكان، وصحراء الحوض العظيم.

الرطريط Zygophyllum أو الهرم: ينبت في الأرض الرملية بالقرب من السباخ، تتحمل الملوحة ويبدو على هيئة شجيرة قزمة مفترش، وأوراقه عصارية ملساء ناعمة تحمل الكثير من الماء المالح، يمتلك مجموع جذري وتدي عميق، وجذور سطحية تمتص رطوبة المطر أو الندى، وترعاه الإبل في الصيف إن لم تجد غيره.

الحاجي سبارسيفوليا Alhagi sparsifolia العاقول: نبات عشبي معمر دائم الخضرة شوكي، يتحمل درجة الحرارة العالية والمنخفضة، والظروف الجافة، جذوره عميقة في باطن التربة ويصل عمق الجذور في بعض الاحيان من ١٠و١٥م، الثمرة قرنية داكنة اللون اسفنجية، يتمتع بقدرة على أخذ النيتروجين من الهواء، ويساعد على تثبيت الرمال.

النبق البحري Deciduous: شجيرات شائكة، نفضية، تمتلك لحاء سميكاً، وأوراق مستطيلة يكون لون سطحها العلوي أخضراً، بينما يميل السطح الداخلي إلى اللون الأخضر الداكن، وتنمو له ثمار صفراء تشبه اللؤلؤ في شكلها، ولها مذاق حامض.

شجرة الجوز البري: نوع من الأشجار المتساقطة الأوراق، تشبه مظهر الجوز، حيث تبدو أوراقها أكبر من أوراق الجوز، وثمارها أصغر حجماً، يستخدم كأصل للجوز العجمي وأغراض الزينة، ويتميز بمقاومة للصقيع، وتعد المناطق الوسطى والغربية من القارة الآسيوية الموطن الأساسي لهذه الأشجار.

نبات الساكسول Saxaul (Haloxylon ammodendron): تنمو في الترب الرملية ذات قدرة الترشيح الجيدة، والتربة المالحة، جذعها سميك نسبياً، تُخزن الماء في لحائها، وتثبت الرمال، وهناك نوعان رئيسيان الساكسول الأبيض وتتغذى عليه الإبل له قيمة علفية عالية، والساكسول الأسود، وتشكل شجيرات الساكسول الأسود غابة كثيفة في المناطق الرملية في صحراء تاكلامكان، كما تنمو في صحراء غوبي.

شجيرة الكريوزوت الصحراوية: تنمو في صحراء الحوض العظيم، وصحراء باتاغونيا، شجيرة تكيفت مع بيئتها، مقاومة للجفاف، والأوراق صغيرة الحجم شمعية وسميكة للحفاظ على الرطوبة، وتوجد جذورها بعيداً عن النبات، وعميقة للاستفادة من أي مياه جوفية، وقريبة من السطح لتكتسب أي رطوبة متاحة.

البصل البري Allium altaicum Pallas أليوم ألتيكوم: ينمو في صحراء غوبي وهو نبات معمر، الأوراق قاعدية خطية ضيقة وهي بنكهة البصل أزهاره بيضاء على شكل جرس.

الغاسول المُلاح Aizoanthemum **(المليح)** عشبي حولي، ينبت بعد هطل الأمطار، بشكل زاحف، وأوراقه عصارية أسطوانية، والأزهار بيضاء الأطراف وصفراء في الوسط، فتبدو الأزهار كقرص شمس مشع.

الإيفيدرا Ephedra (شاي الصحراء): استخدمه الصينيون طبياً لأكثر من ٥٠٠٠ سنة، ينمو في معظم أنواع التربة الرملية، تتحمل الجفاف، والتربة الملحية، لها سيقان خشبية يزيد ارتفاعها عن المتر، والأوراق حرشفية خشنة الملمس، والثمار صغيرة شبه مخروطية بداخلها بذرة واحدة.

ـ الأغاف أو الصبار الأمريكي (Agave Americana): موطنها المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المكسيك وجنوب أمريكا الشمالية، يكثر في صحراء الحوض العظيم وحالياً يُزرع عالمياً كنبات للزينة، والأغاف لا ينتمي إلى الصبار ولكن أُطلق عليه الاسم للتشابه بينه وبين الصبار، وهو نبات يتحمل الجفاف، والترب الملحية الفقيرة، وهو نبات معمر الأوراق رمحيه خضراء عصارية، تنمو عند مستوى الأرض من الساق المركزية، لها حواف من الشوك ومسمار حاد في الرأس.

. نبات يوكا الصحراء Yucca : موطنه المناطق الصحراوية في أمريكا الشمالية، نباتات معمرة ودائمة الخضرة، تتحمل أحوال الطقس القاسية كالجفاف ودرجة الحرارة المرتفعة، تشبه الشجرة لها جذع خشبي، في بعض الأنواع متشعب، ويتم تشكيل حزمة من الأوراق في نهايات الجذع أو الفروع، وتكون الأوراق قاسية ذات قاعدة عريضة وقمة مدببة طويلة النصل سيفي أو شريطي.

. الهالوك الصحراوي Cistanche deserticola : نبات طفيلي زهري يتطفل على جذور بعض النباتات الصحراوية، لأنه يفتقر إلى الكلوروفيل لإنتاج المواد الغذائية لنفسه، ويزداد تكاثره ونموه عقب هطل الأمطار ساقها سميك ولبادي، له ممصات يدخلها في أنسجة العائل الذي يتطفل عليه، ويمتص منه الغذاء والماء، ويعيش عاله عليه فيهلكه أو يضعفه، يعيش في صحراء غوبي والحوض العظيم.

. شجرة الطرفاء نحيلة الأغصان Tamarisks: شجرة معمرة صغيرة نفضية متعددة السوق، يحتاج الطرفاء إلى تربة رملية، وتتحمل الطرفاء الملوحة، وترب السبخات ولكنها لا تتحمل الجفاف الشديد، أزهارها عبارة عن سنيبلات بيضاء على شكل كريات صغيرة. الصورة .١٢٧. بعض النباتات في الصحاري المعتدلة.



الصورة .١٢٧. بعض النباتات في الصحاري المعتدلة

ب . الحياة الحيوانية:

نظراً لفقر الحياة النباتية في الصحاري فإن الحيوانات التي يمكن أن تعيش فيها قليلة جداً، ومن هذه الأنواع القادرة على العيش بدون ماء لفترات طويلة من الزمن نذكر:

الجمل ذو السَنَامَيْن: الإبل الآسيوي Camelus bactrianus كامليوس باكترينوس، (الجمل البكتيري)، يتميز هذا الجمل بأن له سنامان، يساعدانه على تخزين أكبر قدر من الدهون والغذاء، والإبل البكتيرية واحدة من أكثر الحيوانات تكيفاً من حيث تحمل درجة الحرارة من ٤٠ م° في الصيف، إلى −٣٠ م° في فصل الشتاء، وهو متأقلم مع البيئة القاسية بشكل مثالي، فيشرب المياه المالحة جداً، ويأكل النباتات ذات القيمة الغذائية المنخفضة، ويعد من الأنواع المهددة بالانقراض، ويقتصر وجود بعدد صغير في المناطق النائية من صحاري تاكلامكان وغوبي، نتيجة الصيد الجائر، وتهجينها مع جمال البكتريا المستأنسة.

الدب البني (دب غوبي) Gobian : يعيش في صحراء غوبي المنغولية، صغير الحجم نسبياً، فراءه خشن، وتعد مجاري الأنهار الجافة في جبال غوبي التي تنمو بها شجيرات متناثرة، موطناً المفضل له في فصل الصيف، وتُعد الكهوف ملاذاً لها في فصل الشتاء، حيث يدخل في وضع السبات، إن دب غوبي مهدد بالانقراض.

جربوع طويل الأذان: هو من القوارض الصغيرة التي تسكن أجزاء من صحراء تاكلامكان، وغوبي، يتميز بطول أُذناه، حيث يبلغ طول أذانه نحو ثلثي طول جسمه.

الحمار البري الآسيوي: كولان kulans حيوان من عائلة الخيول، يعيش في صحراء تاكلامكان وغوبي، متكيف مع العيش في البيئة الصحراويّة فهو يمتلك جهازاً هضمياً قادر على هضم نبات الصحراء واستخراج العصارات منها، والبقاء بدون ماء لفترة طويلة نسبياً، ويُعد من الثدييات السريعة العدو، ويهاجرون بشكل جماعي من موقع إلى آخر بحثاً عن الغذاء والماء في حالة جفاف شديد، يحفرون ثقوباً في قيعان الأنهار الجافة، ومصادر المياه للوصول إلى المياه الجوفية للشرب، وقد تم تصنيفه على أنه مهدد بالانقراض بسبب الإفراط في الصيد من أجل لحومها، وفقدان الموائل، ويتواجد حالياً في بعض المناطق المحمية حيث يحظى بحماية كاملة.

حصان البرزوالسكية أو **البرزفالسكية** Equus ferus przewalskii: من الخيول النادرة والمهددة بالانقراض، موطن هذه الخيول سهول وصحاري أسيا الوسطى، وبخاصة منغوليا والصين، تتميز هذه الخيول برأسها الكبير ورقبتها القوية القصيرة، وذو جسم ممتلئ، لديها نظام

دقيق يتكرر كل يوم ففي الصباح يأكلون ويروون عطشهم، وبعد الظهر يستريحون ويستعيدون قوتهم، وفي المساء يبحثون مجدداً عن الطعام.

الأرنب القزم Brachylagus idahoensis : النوع الوحيد في جنسه، وعلى وشك الانقراض، يُعد أصغر أنواع فصيلة الأرانب، يتميز عن غيره من الأرانب من حيث الحجم الصغير، والأذنين القصيرتين، وساقيه الخلفيتين الصغيرتين، ويعيش في المناطق التي تغطيها شجيرات الميرمية، ويشمل نطاق معيشته معظم الحوض العظيم .

المدرع ذو التسعة أشرطة Armadillo : (حيوان الأرمادييللو) (مدرع تكساس) من ثدييات العالم الجديد، يعيش في المناطق الجافة وشبه الصحراوية في الأمريكيتين نشأ في أمريكا الجنوبية منذ ملايين السنين خلال حقبة الحياة الحديثة، وعندما كان برزخ أمريكا الوسطى لم يتشكل بعد وكانت هذه القارة معزولة عن أمريكا الشمالية، وبعد ظهور برزخ التقاطع الأمريكي، هاجرت أنواع من حيوان المدرع شمالاً، يغطى جسمه درع مكون من صفائح صغيرة عظمية مرصوصة بجانب بعضها البعض، شديدة الصلابة، أما الجزء الأوسط تغطية تسعة أشرطة مفصلية، وهو مهدد بالانقراض بسبب فقدانه مسكنه الطبيعي، والصيد المفرط، وهناك العديد من السكان في كلا الأمريكيتين يتناولون لحمه. الصورة .١٢٨. بعض الحيوانات في الصحاري المعتدلة.



الصورة .١٢٨. بعض الحيوانات في الصحاري المعتدلة

ثانياً . إقليم الصحاري الباردة

الصحاري الباردة هي الصحاري التي يغطيها الجليد، وتنخفض فيها درجة الحرارة إلى مستويات قد تصل إلى–٨٨ درجة تحت الصفر، كما سجل ذلك في القطب الجنوبي سنة ١٩٦٠م، وتتميز هذه الصحاري بالجفاف، حيث تكون الرطوبة محتسبة في التراكمات والصفائح الجليدية، ونادراً ما يحدث ذوبان للجليد، وتغطي مساحة تصل إلى ما يقارب ٥ مليون كم^2، ما يجعلها أكبر الصحاري على الأرض.

أ . التوزيع الجغرافي:

يوجد في الصحاري الباردة موطنان بيئيان هما التندرا والصحاري القطبية، ويوجد هذان الموطنان بأقاصي الكرة الأرضية باتجاه القطبين، وتشمل شمال القارات الأمريكية والأوروبية والآسيوية، والقارة المتجمدة الجنوبية، وتتوزع أراضي الصحاري الباردة كما هو موضح في الخريطة .٥٤. توزع إقليم الصحاري الباردة، كالتالي:



الخريطة .٥٤. توزع إقليم الصحاري الباردة

١. **صحراء القطب الجنوبي:** (أنتاركتيكا Antarctica)، أكبر صحراء بالعالم مساحتها نحو ١٣ مليون كم^2، من أكثر الأماكن عزلة ووحشة على وجه الأرض، وهي شبه خالية من المجتمع السكاني، والناس المتواجدون فيها قليلون، وغالبهم من العلماء والباحثين.

يُغطي المنطقة صفيحة جليدية دائمة تحتوي على ٩٠% من المياه العذبة على الأرض، وهناك ٢% فقط منها لا يغطيها الجليد، وهي الأرض التي تمتد على طول السواحل، حيث تتجمع جميع أنواع الحياة التي تُقيم فيها، وتسمى المناطق العشبية باسم التندرا القطبية الجنوبية.

٢ . **صحراء القطب الشمالي Arctic** : ثاني أكبر صحراء باردة في العالم، تقع فوق دائرة العرض ٧٠° شمالاً في القطب الشمالي، وتغطي مساحة إجمالية تُقدر بنحو ٢,٦٠٠ مليون كم^{٢}، وتقع جغرافياً في القارة القطبية الشمالية، ويشمل أقصى الشمال من روسيا، وفنلندا، وشبه جزيرة اسكندنافيا، وأعالي مرتفعات إسكندنافيا، وجزيرة أيسلندا، ومعظم أراضي جزيرة غرينلاند، وألاسكا، وفي بعض الجزر الأوروبية في المحيط المتجمد الشمالي، وأرخبيل القطب الشمالي الكندي، والجزر الواقعة قبالة سواحل القارة القطبية النرويج والسويد وأيسلندا، وجزر فارو[١]...

٣ . **منطقة التندرا:** يتركز هذا الإقليم بصفة خاصة في نصف الكرة الشمالي، حيث يتاخم صحراء القطب الشمالي على شكل نطاقاً متصلاً حلقي الشكل حول المحيط المتجمد الشمالي، وصحراء القطب الجنوبي، نوع من الأراضي العشبية تُعرف باسم سهوب التندرا كلمة مشتقة من الروسية، وتعني حقول جليدية بلا أشجار. وتشكل نحو ٤% من مساحة اليابسة وتحتل أوسع مساحة لها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

وتُعد منطقة الحزام الواقعة بين خط الغابات الصنوبرية في شمال آسيا وأوروبا وشمال أمريكا، وجنوب منطقة الثلوج الدائمة من أهم مناطق التندرا.

ويتباين هذا النطاق في عرضه من مكان لآخر، أكبر اتساع له في شمال كندا وجزيرة غرينلاند حيث يمتد إلى الجنوب من الدائرة القطبية حتى دائرة العرض ٥٣° شمالاً، بينما يقل اتساعه في سيبيريا حتى أنه لا يصل حده الجنوبي إلى الدائرة القطبية.

أما التندرا في النصف الجنوبي حيث اليابسة ضيقة وتغطيها الثلوج بصفة دائمة، وعدم وجود اتصال مباشر بينها وبين قارات العالم الأخرى، جعل الاختلاف كبيراً بينها وبين التندرا في شمال الكرة الأرضية، وقد أثر هذا في تطور ونمو الحياة النباتية والحيوانية، وعليه تصبح خارج نطاق مناطق المحيط الحيوي حيث تفتقد مقومات الحياة، باستثناء بعض المساحات الصخرية الصغيرة

---

١ . أرخبيل جزر فارو مكون من ١٨ جزيرة، يقع في أقصى شمال أوربا بين البحر النرويجي والمحيط الأطلسي الشمالي، في منتصف المسافة بين النرويج وأيسلندا. تتبع الجزر التاج الدنماركي.

والمبعثرة تدعم وجود حياة نباتية. كما يشمل إقليم التندرا جزءاً صغيراً من مساحة أمريكا الجنوبية ويتمثل في أقصى جنوب القارة وإلى الجنوب من دائرة العرض ٥٠° جنوباً.

ب . الخصائص المناخية:

يسود الصحاري الباردة أحوال مناخية قاسية، فالسنة تنقسم إلى فصلين غير متكافئين، شتاء طويل شديد البرودة، حيث تبلغ درجة الحرارة –٥٠ م° تحت الصفر، ويستمر هذا الوضع نحو تسع أشهر، أما فصل الصيف فهو بارد وقصير لا يتعدى شهرين أو ثلاثة أشهر، ونادراً ما ترتفع درجة الحرارة فيه عن١٠م°، والفصلية هنا تتضح في عنصر درجة الحرارة وليس في عنصر المطر، والصيف هو عادة موسم هطل للأمطار على الرغم من أن هطل الأمطار خفيف، إلا أن التبخر ضئيل نسبياً خلال فصل الصيف، فالمناخ في أنتاركتيكا هو أبرد مكان على سطح الكرة الأرضية، حيث سجلت أخفض درجة حرارة –٨٩,٢ م° في محطة فوستوك الروسية في **أنتاركتيكا**، ويراوح الحد الأدنى لدرجة الحرارة بين –٨٠ و–٩٠م° في المناطق الداخلية، بينما في المناطق الساحلية تراوح درجة الحرارة القصوى بين ٥ و١٥م°، وكمية الأمطار منخفضة جداً، تتلقى الأجزاء الساحلية ٢٠٠ ملم، أما المناطق الداخلية الجافة٥٠ ملم، ويكون معظم الهطل على شكل ثلوج.

وتُعد **صحراء القطب الشمالي Arctic** أكثر دفئاً من صحراء القطب الجنوبي، فمتوسط درجة الحرارة يكون عند الصفر المئوي في فصل الصيف، أما في فصل الشتاء فيكون عند –٣٤ م°، وتوجد أكثر المناطق برودة في شمال شرقي سيبيريا، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة –٤٠م°، وتصل أحياناً إلى –٦٩م°، أما المناطق المجاورة للمنطقة القطبية الشمالية الموجودة في آسيا الوسطى وكندا وألاسكا الوسطى يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من –٢٩م°، أما في المناطق الساحلية من المحيطين الأطلسي والهادي يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من –١م° شتاءً، أما في فصل الصيف يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من ٧م°، ويصل معدل سقوط الأمطار ما بين ١٥٠ و٢٥٠ملم في السنة، يمتد الليل في القطب الشمالي لستة أشهر متوالية، وكذلك الحال بالنسبة للنهار.

يقع إقليم **التندرا** وراء الدائرتين القطبيتين ٦٠° شمالاً وجنوباً، ويتميز بصيف قصير، وشتاء طويل شديد البرودة، ومظلماً تنخفض فيه درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي، وتستمر لمدة تسعة أشهر، ويزداد هذا الانخفاض بالاتجاه من الغرب إلى الشرق، حيث تتأثر الجهات الغربية بتيار الخليج الدافئ، ما يقلل من الانخفاض الشديد في درجة الحرارة، خلال فصل الصيف ترتفع درجة

الحرارة ١٠ م°، حيث يمكنها إذابة الجليد السطحي، والهطل قليل يراوح بين ١٥٠ إلى ٢٠٠ ملم سنوياً، وتهطل الأمطار خلال فصل الشتاء، وغالباً ما تسقط على شكل ثلوج، وسببها الرياح القطبية الشمالية الشرقية.

ج . الخصائص الحيوية:

أهم الخصائص الحيوية ندرة الحياة النباتية وتبعثرها وقلة الأنواع وتناقص الكائنات الحية كلما اقتربنا من القطب حتى تختفي الكائنات الحية تماماً في المناطق التي يغطيها الجليد بصفة دائمة.

١ . الحياة النباتية:

كيَّف النبات نفسه بظروف البيئة الموجودة، فهو من نوع خاص يتميز بقدرة كبيرة على تحمل البرد الشديد، وعلى النبات أن يقطع أدوار حياته الثلاثة (الإنبات والنمو والنضوج) خلال فصل الصيف القصير، قبل أن يداهمه الشتاء بصقيعه الدائم، تتصف النباتات بقصر سيقانها وصغر حجم أوراقها، وذات نسيج جلدي أو مغطاة بطبقة وبرية، وهي نباتات عشبية دائمة تعتمد على براعمها الأرضية (تحت التربة) وذلك لأن قصر فصل النمو لا يسمح بوجود النباتات الحولية البذرية، كما أن البراعم التحتية لهذه النباتات تعطي نوعاً من الحماية ضد أخطار ثلوج الشتاء، وتتسم جذورها بضحالتها وسطحيتها لأن انصهار الجليد في فصل الصيف يكون قاصراً على الطبقة العلوية الرقيقة من التربة فقط، بينما غالبية التربة في حالة متجمدة بصفة دائمة (طبقة الإنجماد السرمدي Permafrost)، ما لا يسمح للجذور بالتعمق فيها، وأهم أنواع النباتات:

- **نباتات صحراء القطب الجنوبي** (أنتاركتيكا)Antarctica : مجتمع نباتي متميز تنتمي إلى النباتات الوعائية التي تطورت منذ ملايين السنين في قارة غوندوانا، وتوجد في عدة مناطق متفرقة من النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، بما في ذلك جنوب أمريكا، وجنوب أفريقيا ونيوزيلندا وأستراليا، استناداً إلى أوجه التشابه في النبات حددَّ عالم النبات البريطاني رونالد جود مملكة نباتات منفصلة في أنتاركتيكا، تتكون مملكة النباتات من نحو ٢٥٠ أشنه، و١٠٠ حزازية، و٢٥ . ٣٠ من أنواع حشيشة الكبد، و نحو ٧٠٠ نوع من الطحالب، البرية والبحرية التي تعيش على حافة القارة، ونوعين وحيدين من النباتات المزهرة تنمو في المناطق الشمالية والغربية لشبه الجزيرة القطبية الجنوبية هي **ديشمبية قطبية** جنوبية Deschampsia antarctica (حشيشة الشعر القطبية الجنوبية)، ونبتة **كولوبنط كيتوني** Colobanthus (عشبة اللؤلؤ). الصورة .١٢٩.

نباتات صحراء القطب الجنوبي. لقد ازدادت التغطية الموسمية للطحالب في أنتاركتيكا بشكل مطرد على مدار الخمسين عاماً الماضية بسبب ارتفاع درجة الحرارة، ويتوقع العلماء أن تصبح القارة الباردة أكثر خضرة مع استمرار ارتفاع درجة الحرارة في العالم.



الصورة .١٢٩. نباتات صحراء القطب الجنوبي

▪ **نباتات صحراء القطب الشمالي** Arctic لا تشكل غطاءً مستمراً، وارتفاع النبات نادراً ما يتجاوز ١٠ سم، والأنواع الأكثر شيوعاً تكيفت مع الحياة هي:

الطحالب (طحالب الرنة) Cladonia spp، يعد غذاءً مهماً لحيوانات الرنة وثور المسك، والكاريبو في أشهر الشتاء، وهو حزاز ذو لون فاتح رمادي أو أبيض لأن الجزء الأكبر منه يتكُّون من أنابيب عديمة اللون (خيوط فطرية)، له شكل وسادي، ويراوح ارتفاعه بين١٠و١٥ سم، ويكون الطحلب إسفنجياً (لين ومرن)عندما يكون رطباً، ولكن بعد جفافه، يصبح هشاً يتم حمل الأجزاء الصغيرة بواسطة الرياح بسهولة. الصورة .١٣٠. طحالب الرنة.



الصورة .١٣٠. طحالب الرنة

نبات كاسر الحجر Saxifrag ساكسيفراج نبات صغير، شديد القدرة على احتمال البرودة القاسية، ينمو وسط صخور، وأوراقه كثيفة وسميكة قريبة من سطح الأرض، وتنمو سُويقة الزهرة مستقيمة إلى أعلى، وتحمل عناقيد من الأزهار متعددة الألوان.

. الخشخاش القطبي papaver radicatum هو نوع من الخشخاش، والمقاومة للرياح الباردة، ويمكن العثور عليه حيث تنمو الطحالب والأشنات، وأزهاره صفراء اللون.

. حوذان القطب الشمالي (حوذان أصفر) Ranunculus ينتمي إلى العائلة الحوذانية، ينمو في سيبيريا، والقطب الشمالي في أوروبا وأمريكا الشمالية، في مستنقعات التندرا، بالقرب من حقول الثلج، ولونها يتوافق مع اسمه.

. نباتات السُعادى عشب القطن (cottongrass): نباتات عشبية معمرة ذات أوراق رفيعة، وتغطي رؤوس البذور كتلة رقيقة من الألياف التي تشبه القطن والتي يتم حملها بالريح مما يُساعدها في تشتيتها، وقد تم استخدامها كبديل في إنتاج الورق، وحشو الوسائد، وفتائل الشموع، وضمادات الجروح.الصورة .١٣١. نباتات صحراء القطب الشمالي.



الصورة .١٣١. نباتات صحراء القطب الشمالي

- **نباتات التندرا:**

تتميز منطقة التندرا بنمو الأعشاب التي تكون جذورها قصيرة، لأن ذوبان الجليد في فصل الصيف يقتصر على التربة السطحية، وأما التربة السفلية فتظل متجمدة لا تسمح لجذور النبات بالتعمق فيها، لذلك جذور نبات التندرا تنمو أفقياً في طبقة رقيقة من التربة، وقد يتخلل هذه الأعشاب بعض الشجيرات القصيرة، وغالباً ما تأخذ النباتات أشكالاً زاحفة ووسائد، وهذا يسمح لها باستخدام درجة حرارة السطح والحفاظ عليها، وحمايتها من الرياح القوية، ويمكن القول بصفة عامة إن هذا الإقليم عبارة عن سهول عديمة الأشجار وهذا يعود لظاهرة الجفاف الفيزيولوجي،

وضعف إنتاجية البذور، وانخفاض قدرتها على الإنبات، واعتماد بعض حيوانات الإقليم عليها كمصدر غذاء وحيد، ما يزيد احتمالات موت بذور الإنبات.

تنقسم التندرا إلى ثلاثة أقسام **القسم الشمالي** البارد حدوده مع منطقة الثلج الأبدي، حيث يقل تواجد النباتات بالاتجاه نحو القطب حتى تختفي تماماً عندما يسود الغطاء الجليدي الدائم، ولا ينمو فيه إلَّا بعض الأشنات، والطحالب، والحشائش القصيرة، **والقسم الأوسط** تنمو الحزازيات والأشنة بكثافة بحيث تشبه الوسادة، مع بعض الشجيرات التي يزداد طولها ويكثر عددها كلما تقدمنا نحو الجنوب، **والقسم الجنوبي** المناطق الانتقالية بين التندرا والغابات الصنوبرية، تظهر ألسنة من أشجار الغابات الصنوبرية تتوغل نحو الشمال داخل إقليم التندرا، ويكون ذلك حول المجاري المائية، والمستنقعات، والبحيرات، كما تنمو بعض أنواع الشجيرات القصيرة التي لا يتعدى ارتفاعها نصف متر، وتتحمل الأحوال المناخية القاسية، الصورة . . بعض أنواع شجيرات التندرا، ومن نباتات التندرا نذكر منها:

شجيرة توت القطب الشمالي (كلودبيري) cloudberries : يُعرف في الدول الاسكندنافية باسم الذهب الاسكندنافي، شجيرة معمرة صغيرة، لها ساق قصيرة لا يزيد ارتفاعه عن ٣٥سم، تنتشر عن طريق جذع زاحف يشبه الجذور أو جذمور، أوراقها مسننة دائرية مع فصوص مدورة، تنتج النباتات فاكهة تشبه التوت، الصورة .١٣٢. توت القطب الشمالي.



الصورة .١٣٢. توت القطب الشمالي (كلودبيري)

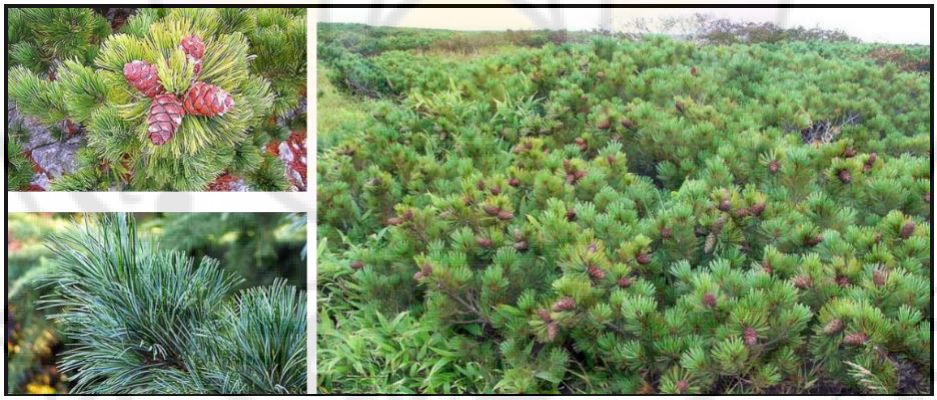
شجيرة صفصاف قزم أو الصفصاف القطبي أو صفصاف الثلج Salix herbacea: هو نوع من الصفصاف الزاحف الصغير، ينمو بالقرب من البحيرات والأنهار، يتحمل درجة الحرارة المنخفضة حتى −٥٠ م°، يراوح ارتفاعها من ١٠ إلى ٤٠سم، والسيقان الشجرية الصغيرة مغطاة

ببضعة أوراق صغيرة، ومدورة الشكل، لا تسقط في الخريف، ولكنها تختبئ في الغطاء الثلجي، تتميز بزهوره الطويلة وينمو على شكل كتل، الصورة .١٣٣. شجيرة صفصاف قزم.



الصورة .١٣٣. شجيرة صفصاف قزم

شجيرة قزم الأرز elfin (إلفين) : تنتمي إلى الفصيلة الصنوبرية، تتحمل البارد القارس، ودرجة الحرارة –٤٥م°تحت الصفر، وهي شجيرة متفرعة تزحف على الأرض، تغطيها الثلوج، والفروع كثيفة ومن الصعب اختراقها لها إبر صلبة تتجمع في حزمة واحدة لها شكل شعاعي، والمخاريط صغيرة الحجم، ومستديرة الشكل، يصل طولها إلى ٤ سم، ولونها بني فاتح، وينمو ٢ إلى ٤ مخاريط لكل فرع. الصورة .١٣٤. قزم الأرز elfin.



الصورة .١٣٤. قزم الأرز elfin

شجيرة ألدر alni fructus ألني فركتوس: تنمو على طول حواف الغابات، شجيرة نفضية ذات تاج بيضاوي، وأوراقها طويلة بيضاوية الشكل مسننة الحواف، والزهور متدلية على شكل أقراط، ثمارها على شكل مخروط جاف والبذور صغيرة لها أجنحة ضيقة شفافة، يُستخدم لعلاج الجروح وكعامل مطهر ومضاد للالتهابات. الصورة .١٣٥. شجيرة ألدر.



الصورة .١٣٥. شجيرة ألدر alni fructus

شجيرة البتولا القزمية Betula nana: من النبات الأكثر خاصة في الجزء الجنوبي من التندرا، عبارة عن شجيرة صغيرة زاحفة، يبلغ ارتفاعها من ٢٠ إلى ٧٠ سم، وأوراقها صغيرة مستديرة الشكل، ذات حواف خشنة، الثمرة عبارة عن جوزة صغيرة، يبلغ طولها وعرضها عدة ملليمترات، ويحتوي البتولا على نظام جذر سطحي متفرع، ويمكنها البقاء تحت طبقة سميكة من الثلج تحميها من التجمد، تُشكل البتولا القزم غذاء للحيوانات، ويستخدم السكان المحليون أوراق الشجر وبراعم النبات في الطب الشعبي، وتُستخدم كوقود. الصورة .١٣٦. شجيرة البتولا القزمية.



الصورة .١٣٦. شجيرة البتولا القزمية

شجيرة العنبية الآسية أو عنب الأحراشBillberry: ذات صلة وثيقة بلوبيري Blueberry التوت الأزرق، الجذع منتصب ومتفرع بكثرة، لا يزيد ارتفاعها عن ٤٠ سم، ثمارها عنبية الشكل تُستخدم لصنع المربى والفطائر، أوراقها إهليلجيه مسننة الحواف، . الصورة .١٣٧. شجيرة العنبية الآسية.



الصورة .١٣٧. شجيرة العنبية الآسية

شجيرة التوت البري Cranberry شجيرات قزمية زاحفة، دائمة الخضرة، تتحمل درجة الحرارة المنخفضة −٤٠م°، أوراقها صغيرة من ٥ إلى ١٠ ملم، وتتميز ثمارها بلونها الأحمر القاني، وعصيرها الحامض المذاق، وثمارشجرة التوت البري أكبر من أوراقها. الصورة .١٣٨. شجيرة التوت البري Cranberry.



الصورة .١٣٨. شجيرة التوت البري Cranberry

شجيرة نبات جار الماء Alnus: النغت شجرة صغيرة متساقطة الأوراق، تنمو على أطراف البحيرات والأنهار، ويراوح طول جذعها بين ٣و١٢ متراً، مع لحاء رمادي أملس، أوراقها خضراء لامعة مسننة الحواف الأوراق، والثمار صغيرة مدورة مخروطية تظهر في مجموعات ولها حراشف خشبية سميكة وتحمل كل حرشفة في قاعدتها من الداخل بذرتين، البذور صغيرة، وتنتشر البذور بواسطة الرياح والماء، وتحتوي على نظام جذري ضحل، توجد على الجذور درنات تحتوي على

بكتيريا تساعد على تثبت الآزوت الجوي، ويُستخدم الفحم المستخرج من أشجار جار الماء في صناعة البارود، أما قلفه فيستفاد منه في دباغة الجلود، كما يستخدم في إنتاج الأصبغة. الصورة ١٣٩. نبات جار الماء.



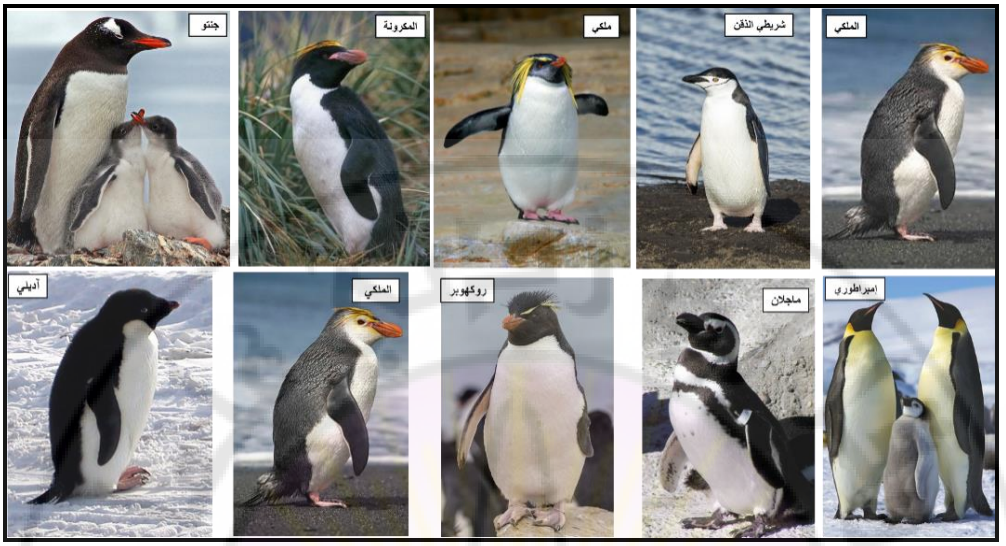
الصورة . ١٣٩. نبات جار الماء

٢. الحياة الحيوانية:

يُطلق على الحيوانات التي تعيش وتتكاثر في مناخات الثلج والصقيع أليفة الثلج أو محبة الثلج، هذه الحيوانات لديها ميزات تكيفية خاصة تُساعدها على البقاء، وتحمل قسوة الأحوال المناخية (البرد القارس)، حيث تمارس نوعاً من أنواع التكيف استجابة لخصائص البيئة الطبيعية التي تحكمها، للحفاظ على النظام درجة الحرارة في جسمها، من خلال امتلاكها الفراء السميك الذي يغطى جلودها، أو الريش الفضفاض، أو من خلال طبقة دهنية تحت الجلد تعتمد عليها في فترة البيات الشتوي، وتُشكل طبقة عازلة ومصدر طاقة لها، أو تهاجر الى مناطق أخرى بحثاً عن خصائص بيئية أفضل، كما تطوّرت عند الأسماك القطبية بروتينات ضد التجمد، هذه الجزيئات الموجودة في دمها تمنع تجمده، فجسمها يُركب مباشرة الغليسيرين مما يمنع تجمدها في درجة الحرارة –٣٥م°، ومن أي أشكال الحياة الحيوانية في الصحاري الباردة نذكر:

١.٢. الحيوانات في صحراء القطب الجنوبي (أنتاركتيكا)Antarctica : على الرغم من عدم وجود المساحات الخضراء المورقة، والغياب الكامل للبرمائيات، والزواحف، والثدييات الأرضية، يسكنها عدد قليل جداً من الفقاريات الأرضية، حيث يعيش عدد كبير من الحيوانات البحرية، وشبه المائية في مستعمرات كبيرة على طول سواحل أنتاركتيكا، وفيما يلي بعض هذه الحيوانات:

طيور البطريق Penguin : نوع من الطيور البحرية غير القادرة على الطيران، تقضي هذه الطيور نصفَ حياتها تقريباً على اليابسة، بينما تقضي النصف الآخر تحت الماء، وهي من الحيوانات ذات الدم الحار، وتواجه درجة حرارة – ٤٠ م°، ودرجة حرارة المياه –٢,٢ م°، إن جسم البطاريق ملائم للعيش في الأماكن الباردة وفي المياه الجليدية الباردة، وتتمتع بخواص مقاومة للماء، إذ أن جسم البطاريق يحتوي على طبقة من الدهون تحت الجلد ويعلو هذه الطبقة ريش كالزغب، يعلوه طبقة من الريش الخارجي قصير وسميك، يحول دون تجمد ذلك الريش، كما يوجد على جسمه بعض الغدد تُفرز زيتاً لتغطية ريشه، ويجعل جسمه مقاوماً للماء والريح، وتهاجر في مجموعات كبيرة قاطعة مسافة أكبر من ٧٠ كم من أجل التناسل، يقوم بتدفئة البيض والصغار بإبقائهم تحت ثنية في منطقة البطن وبحملها على الأرجل. وهناك عدة أنواع من طائر البطريق تتكاثر في القطب الجنوبي منها طيور البطريق **الإمبراطور** Emperor Penguin هو أطول وأثقل أنواع البطاريق التي تعيش وتتوطن في القارة القطبية الجنوبية، ويقضي حياته كلها على الجليد ومياهه في القطب الجنوبي، وطيور البطريق **شريطي الذقن** Chinstrap penguin له شريط أسود ضيق على ذقونها ووجنتيها، وطيور البطريق **آديلي** Adelie Penguin من أصغر أنواع البطاريق حجماً، وأكثرها شيوعاً، وطيور **البطريق المكرونة** أو البطريق الذهبي Macaroni Penguin يتميز بقمة صفراء مميزة، والوجه باللون الأسود، وطيور البطريق **الملكي** Royal Penguin تتميز بوجه وذقن أبيض اللون، وطيور البطريق **ماجلاني** Magellanic penguins ، تعيش على سواحل الأرجنتين وتشيلي وجزر فوكلاند وهذه الأنواع على أنها من أكثر أنواع البطاريق المهددة بالانقراض، وطيور البطريق **جنتو** Gentoo Penguin لديها شريط أبيض واسع يمر عبر قمم رؤوسهم من عين إلى أخرى، يعيشون على جزر فوكلاند (تقع في جنوب المحيط الأطلسي على الجرف باتاغونيا، والطرف الشمالي لأنتاركتيكا)، وطيور البطريق **روك هوبر** Southern rockhopper penguins نطاط الصخور، هو نوع صغير الحجم من البطاريق، ويتميز بخصله من الريش الأصفر، فوق العينين ويشكل نوعاً من الحواجب، الصورة ١٤٠. بعض أنواع طيور البطريق.



الصورة ١٤٠. طيور البطريق

طيور الخرشنة Arctic Tern : (خطاف البحر القطبي): يتبع الفصيلة النورسية، من الطيور البحرية متوسط الحجم عموماً، فطولها يراوح من ٣٠ إلى ٣٩ سم، وعرض جناحيها من ٧٦ إلى ٨٥ سم، ولون ريشها أبيض ورمادي، في حين أن منقارها وأقدامها حمراء، وتشتهر الخرشنة القطبية برحلة هجرتها السنوية الطويلة فهي تُسافر من القطب إلى القطب، من أراضي تكاثرها في القطب الشمالي إلى أطراف أنتاركتيكا، وهذا يعني أنها تمر بفصلي صيف خلال العام، صيف القطب الشمالي حيث يتكاثر، والصيف الآخر في أنتاركتيكا، يستفيد من الرياح للتمكن من ركوب تيارات الهواء، وهي تقوم بالغالبية العظمى من حاجاتها ووظائفها الطبيعية خلال طيرانها دون الحاجة إلى الهبوط.

طائر القطرس albatrus الباتروس: من الطيور البحرية الكبيرة الذي يقضي معظم حياته بالقرب من البحر، يعيش في المحيط ثم ينتقل إلى اليابسة في مواسم التكاثر، يمتلك جناحين يمتدان لأكثر من ثلاثة أمتار وقت الطيران، ويقضي طائر القطرس معظم حياته في الهواء، ويهبط على الأرض فقط من أجل الغذاء والتكاثر وخلال فترة التعشيش، يبني أعشاشه في أعلى الشواطئ الصخرية لجزيرة ستيبل جيسون النائية، هذه الطيور من الأنواع المهددة بالانقراض بسبب حصار الطيور بشباك الصيد، وانخفاض فرائسها الطبيعية. الصورة .١٤١. طيور الخرشنة والقطرس.



الصورة ١٤١. طيور الخرشنة والقطرس

ذبابة القطب الجنوبي Belgica antarctica بلغيكا أنتاركتيكا : الحشرة الوحيدة التي يمكنها البقاء على مدار السنة في أنتاركتيكا، ذبابة صغيرة بدون أجنحة، يراوح حجمها ما بين ٢و٦ملم، حياتها قصيرة فقط لمدة عشرة أيام في الصيف، وتقضي معظم دورة حياتها في مرحلة اليرقة التي تصل لمدة عامين مجمدة في جليد القارة القطبية الجنوبية، على عمق ١ سم، حيث يُساعد الغطاء الثلجي والجليد في الحفاظ على درجة حرارة ثابتة، وعند البلوغ تقضي الذبابة من ٧ إلى١٠ أيام تتزاوج، وتضع بيضها، ثم تموت، تحمي نفسها من البرد عن طريق تخزين السكريات في خلاياها، مما يساعدها على منع التجمد. الصورة .١٤٢. ذبابة القطب الجنوبي.



الصورة ١٤٢. ذبابة القطب الجنوبي

الكريل Kril نوع من القشريات الصغيرة التي تشبه الجمبري، ويوجد بأعداد كبيرة في المحيط الجنوبي، ويُعد من أهم حيوانات القطب الجنوبي في السلسلة الغذائية، تتغذى عليه العديد من حيوانات القطب الجنوبي، بما في ذلك الحيتان، والفقمات، والطيور البحرية، يعيش في أسراب تهاجر باستمرار، في المياه العميقة خلال النهار، ثم تصعد إلى السطح ليلاً. الصورة .١٤٣.كريل القطب الجنوبي.



الصورة .١٤٣. كريل القطب الجنوبي

فقميات أنتاركتيكا: زعنفيات الأقدامPinnipedia، تعيش في المياه المتجمدة في أنتاركتيكا، ثدييات بحرية تقضي معظم وقتها في المحيط، تحولت أطرافها إلى ما يشبه الزعانف، وأجسامها مغطاة بالشعر وجلدها مزود بطبقة دهنية ثخينة تمكنها من تحمل البرد الشديد، وتخرج عادة من الماء من أجل الراحة أو تناول الطعام أو للتعرض لأشعة الشمس أو التزاوج أو الولادة. والفقمات من الحيوانات المهددة بالانقراض، وذلك لكثرة صيدها بهدف الحصول على جلودها، واستخلاص الزيت من شحومها. وتشتمل الفقمات الموجودة في القطب الجنوبي على **فقمة الفيل الجنوبية** Mirounga leonine تُعد أحد أكبر الثدييات المائية، تتواجد في محيط القطب الجنوبي. والفقمة **آكلة السلطعان** Lobodon carcinophagus الأكثر شيوعاً في العالم، وأكثر الفقمات عدداً في العالم، ويعود انتشارها وأعدادها الهائلة لاعتمادها في التغذي على قريدس القطب الجنوبي الغني بالمحيط المتجمد الجنوبي، وعلى عكس ما يوحي به اسمها لا تأكل السلطعانات، بل تعيش على جراد البحر والأسماك، والحبار. والفقمة **ذات الفراء أو دب البحر** Arctocephalus pusillus أريكتوسيفالوس بوزيلوس تتميز بالفراء السميك، والذي يساعدها على الحفاظ على البقاء في منطقة التجميد للمياه الباردة، وأعدادها آخذه في الانخفاض، نتيجة عمليات الصيد التجاري الذي أدى إلى انخفاض أعداد الأسماك، والتشابك في معدات الصيد. و**فقمة النمر أو نمر البحر** Hydrurga leptonyx هيدرونغا ليبتونيكس، ثاني أكبر أنواع الفقمة في القطب الجنوبي، وهو الأكثر شيوعاً في نصف الكرة الجنوبي على طول ساحل القارة القطبية الجنوبية، وهي حيوانات مفترسة وشرسة، حيث تستخدم أسنانها القوية والطويلة لقتل الفقمات الصغيرة، والسمك، والحبار، وطيور البطريق. **وفقمة ويدل** Weddell Seal، موطنها هو الأقرب إلى القطب الجنوبي، يُشبه وجهها وجوه القطط. الصورة .١٤٤. فقمات أنتاركتيكا.



الصورة .١٤٤. فقمات أنتاركتيكا

الحيتان Cetacea: تُعد الحيتان من أكبر المخلوقات على الأرض، ثدييات بحرية كبيرة الحجم، تتنفس الهواء من خلال الرئتين، وهي من ذوات الدم الحار، تنقسم إلى قسمين، الحيتان ذوات الأسنان، والحيتان التي لا تمتلك الأسنان، تنجذب الحيتان إلى المياه الباردة لمنطقة القطب الجنوبي في اتجاه أسراب الكريل الموجودة في المحيط الجنوبي، وهناك ١٠ أنواع من الحيتان تعيش في مياه أنتاركتيكا، وكثير من هذه الأنواع هي مهاجرة خلال فصل شتاء القطب الجنوبي بانتظام إلى المياه الأكثر دفئاً، لتخفيف الضغط الذي تسببه درجة الحرارة على جلودهم، ومنها **حوت المنك القطبي الجنوبي** Balaenoptera bonaerensis واحدة من أصغر أنواع الحيتان، ويُعد **الحوت الأزرق**Balaenoptera musculus أكبر الحيوانات المعروفة على الإطلاق، **والحوت الأحدب**Megaptera novaeangliae أو الحوت السنامي (حوت الجمل)، **وحوت العنبر**Physeter macrocephalus يُشتق اسمه من سائل شمعي يُعرف باسم العنبر يوجد في رأسه الضخم، **والحيتان قارورية الأنف الجنوبية** Hyperoodon . الصورة .١٤٥. حيتان أنتاركتيكا.



الصورة ١٤٥. حيتان أنتاركتيكا

دولفين حوت أوركا Orcinus orca : **الحوت القاتل** لا يُهاجر مياه أنتاركتيكا، هو أكبر أنواع عائلة الدلافين، ويوجد في قمة السلسلة الغذائية، ويتغذى الحوت القاتل على حيوانات القطب الجنوبي الأخرى مثل الفقمات وحتى الحيتان الأخرى، طوله نحو ٨ أمتار، ويصل وزنه إلى ٦ طن، ويتميز بتلونه باللونين الأسود في الظهر، والأبيض في الأجزاء السفلية من جسمها. الصورة ١٤٦. دولفين حوت أوركا



الصورة ١٤٦. دولفين حوت أوركا

أسماك أنتاركتيكا هناك عدد قليل جداً من أنواع الأسماك تعيش في مياه أنتاركتيكا، والمعروفة أيضاً باسم أسماك الدم الأبيض، إنها فريدة من نوعها لأنها الفقاريات الوحيدة في العالم التي تفتقر إلى هيموغلوبين البروتين المرتبط بالأوكسجين، وهناك نوعان سمكة القطب الجنوبي المسننة mawsoni، وسمكة باتاغون المسننة eleginoides، ويعيش هذان النوعان في قاع البحر في عمق ما بين ١٠٠ متر حتى ٣٠٠٠ متر، يصل طولها نحو ٢ م، ووزنها إلى ١٠٠كغ، وتعيش أسماك القطب الجنوبي المسننة بالقرب من البر في القارة القطبية الجنوبية، في حين يعيش سمك الباتاغون المسنن في المياه تحت القطبية الأكثر دفئاً نسبياً. ونظراً لدرجة حرارة

المياه المنخفضة، تنتج هذه الأسماك بروتينات مضادة للتجمد في الدم والأنسجة، والسكريات تمنع تشكيل بلورات الجليد، والصيد المفرط أدى إلى خفض أعدادها. الصورة .١٤٧. أسماك تعيش في مياه أنتاركتيكا



الصورة .١٤٧. أسماك تعيش في مياه أنتاركتيكا

٢.٢. حيوانات صحراء القطب الشمالي Arctic: صحراء القطب الشمالي تشمل كامل المحيط المتجمد الشمالي، الذي تغطيه الثلوج بصفة دائمة وعليه يصبح خارج نطاق مناطق المحيط الحيوي، حيث يفتقد مقومات الحياة، ولكن تظهر بعض الحيوانات على حدود الدائرة القطبية الشمالية، حياتهم كلها مرتبطة بمياه المحيط، ودرجة حرارته، فالبحار المحيطة بالصحراء القطبية الشمالية موطن لعدد من الحيوانات تكيفت مع ظروف طبيعتها المحيطة بها، ويتباين أعداد الحيوانات فيها ما بين الصيف والشتاء القطبي، تبعاً لتوفر الغذاء، ففي الصيف تشرق الشمس باستمرار، فيتاح بذلك للعوالق النباتية أن تقوم بعملية التركيب الضوئي على مدى ٢٤ ساعة يومياً، لذلك تنمو وتتكاثر بسرعة، وتشكل العوالق النباتية غذاء وفيراً للعوالق الحيوانية التي يتزايد عددها أيضاً، التي تتغذى جميع الحيوانات، حيث تُشكل هذه العوالق أساس حياة المحيط. لذلك تُعد موطناً لعدد من الحيوانات منها:

الدببة القطبية Ursus maritimus : من أكثر حيوانات القطب الشمالي تكيفاً مع بيئتها، لما يتمتع به من صفات تُمكنه من التأقلم مع تحديات شتاء القطب الشمالي ومن هذه الصفات امتلاكه فراء بلون أبيض مماثل للبيئة التي يعيش فيها، ويتكون هذا الفراء من طبقتين، طبقة فرو خارجية مكونة من شعر طويل يتميز بأنه زيتي، ويراوح طول الشعر بين ٥ و١٥ سم، كما توجد طبقة من الدهون يراوح سمكها ما بين ٥ و١٠ سم، والتي توفر للدب مخزوناً من الطاقة عندما لا يتوفر له الطعام، وتعمل كطبقة عازلة لحمايته من البرد، وتساعده على الطفو على الماء، وتحت

الفراء الأبيض جلد أسود اللون يمكنه من امتصاص أشعة الشمس، كما يمتلك مخالب قوية، وحادة تُمكنه من حفر الجليد، قوائمه قصيرة ضخمة جداً وذلك كي يتوزع ثقل الحيوان عليها أثناء سيره على الثلج أو الجليد الرقيق، لمساعدته على التجذيف عند السباحة، كما أن باطن القدم عنده مغطى بحليمات صغيرة ناعمة تؤمن لها الثبات على الجليد، ويقلل من خطر الانزلاق. والدببة القطبية لا تدخل في حالة بيات شتوي حقيقية، ولذلك يُسمون بياتها النوم الشتوي، بل تنشط على مدار السنة، باستثناء الإناث الحوامل يحفرون جحر الأمومة وفي خلال تلك الفترة لا تأكل اناث الدببة ولا تشرب، إن تراكم الدهون قبل السبات في الدببة القطبية الأنثوية يمكّنهم من توفير بيئة كافية ودافئة ورعاية للدياسم (الديسم صغير الدب)، تولد أغلب الدياسم خلال فترة السبات الشتوي للأم. ويُصنف الدب القطبي على أنه مهدد بالانقراض، نتيجة الصيد الجائر.

الثعلب القطبي Arctic Fox (رفيق الدب القطبي) هو ثعلب صغير الحجم، يعيش في المناطق القريبة من القطب الشمالي، وهو قادر على البقاء في درجة حرارة قصوى تصل حتى – ٥٨ م°، وهو رفيق الدب القطبي لأنه يعتمد في غذائه على بقايا الحيوانات التي تقتلها الدببة، تكيف مع هذه الطبيعة لما يتميز به من فراءه الأبيض السميك العازل ونظامه درجة الحرارة يجعلانه حيوان قطبي بمعنى الكلمة، بالإضافة إلى أن أذنيه الصغيرتين، وخطمه القصير، وأقدامه مغطاة بالفرو، والتي لا تغوص في الثلج بفضل قطرها وعرضها السميك، وفي الصيف يستبدل الثعلب القطبي فراءه الأبيض بفراء رمادي، وثعالب القطب الشمالي لا تقوم بالسبات بل تبقى نشيطة طوال السنة. **أرنب القطب الشمالي** Lepus arcticus : نوع من الأرانب البرية التي تكيفت مع الموائل القطبية، بفضل معطف سميك من الفرو، وهو عادة ما يحفر حفراً عميقة تحت الثلوج للنوم وطلب الدفء، ويمتلك مخالب طويلة، خاصة على ساقيه الخلفيتين، له آذان قصيرة، للتقليل من فقدان درجة الحرارة. الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي.

ذئب القطب الشمالي Polar Wolf :(Canis lupus arctos) الذئب الأبيض، هو نوع فرعي من الذئاب الرمادية يعيش ذئب القطب بالقرب من الدائرة القطبية الشمالية، في شمال كندا، وألاسكا، والأجزاء الشمالية من غرينلاندا، وهو أصغر حجماً من الذئب الرمادي، إذ يراوح طوله من ٩٠ إلى ١٥٠ سم، والذئاب القطبية قادرة على تحمل درجة الحرارة دون الصفر، وتمتلك فرو سميك يتكون من طبقتين، إحداها خارجية كثيف، والثانية داخلية بالقرب من الجلد تحمية من الماء، وتعمل آذانها الصغيرة وتركيبة أقدامها على الحد من فقدان درجة حرارة الجسم، وتنام هذه

الذئاب بجانب بعضها البعض لتدفئة أجسادها خلال البرد القارس. ويستهلك كمية كبيرة من الغذاء حين يكون الطعام متوفراً، أما في أحوال الندرة فيمكنها أن تبقى بدون طعام لأكثر من أسبوع، ويهاجر قطيع الذئاب القطبية إلى الجنوب في الخريف أو الشتاء المبكر، حيث أنها تتبع الرنة وثور المسك. الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي.



الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي

زعنفية الأقدام: منها **الفقمة** seals تعيش بشكل أساسي في مياه القطب الشمالي الباردة، هناك ١٨ نوع من حيوان الفقمة، الصورة ١٤٩. زعنفيات الأقدام في مياه القطب الشمالي الباردة. ومن أنواعها **الفقمة القيثارية** harp seal فقمة عديمة الأذنين. **والفقمة الفيلية** elephant seal (فيل البحر) نسبة إلى خطمها المنتفخ الشبيه بخرطوم الفيل، وهي فُقمة نادرة الوجود. **والفقمة الفرائية** fur seal فقمة كبيرة ذات أذنين بارزتين، وقد أوشكت الفقمة الفرائية الشمالية على الانقراض بسبب صيدها من أجل فروها. **والفقمة الحلقية** Ringed أصغر أنواع الفقمات، ولديها رأس صغير يشبه القط، وقد حصلت على اسمها من فروها، لديها فرو بنقوش مميزة للبقع الداكنة المحاطة بحلقات رمادية فاتحة.

حيوان الفظ Walrus: أحد الثدييات زعنفيات الأقدام، يشبه الفقمة، حيوانات كبيرة ضخمة الجسم تعيش في مجموعات على الجليد في المحيط المتجمد الشمالي، ويتميز بأنيابه العاجية الطويلة البارزة التي يصل طول كل منها لأكثر من مترين، يستخدمها الفظ كوسيلة للدفاع عن نفسه، وتسلق الصخور الجليدية، ويحيط بأنياب حيوان الفظ غطاء كثيف من الشعر الخشن

القاسي، أما جسمه مغطى بطبقة كثيفة من الدهون تشكل عازلا للهواء، وتعمل على المحافظة على درجة حرارة الجسم، ويمتلك أكياساً هوائية حول رقبته تساعده في إبقاء رأسه فوق الماء حتى ولو كان نائم، ويتعرض لخطر لصيد الجائر للحصول على أنيابه العاجية ولحمه ودهنه.

أسود البحر sea lion أوتارينا Otariinae : حيوان بحري يشبه الفقمة، لكن الاختلاف هو أن أسد البحر يمتلك أذناً واضحة، أما الفقمة فأذنها عبارة عن فتحة خلف العين، بالإضافة إلى أن حجم أسد البحر أكبر وله زعانف أكبر من الفقمة، وسمي أسد البحر لوجود عرف حول رقبة الذكور يشبه لبدة الأسد، وتتميز أسود البحر بطبقة من الشعر الخشن القصير.



الصورة .١٤٩. زعنفيات الأقدام في مياه القطب الشمالي الباردة

الحيتان: تكيفت الحيتان للعيش في مياه القطب الشمالي، تمتلك جميع الحيتان طبقة سميكة من الشحم يصل سمكها إلى نصف متر تقريباً، تُمكنها من الحركة بشكل انسيابي، وكذلك من الطفو فوق الماء، والعزل درجة الحرارة وتخزين الطاقة اللازمة للصيام عند هجرتها نحو مياه المنطقة الاستوائية في مواسم التزاوج لحماية صغارها، وتبقى تلك الحيتان خلال فصل الشتاء في مياه المنطقة الاستوائية حتى تُطور صغارها ما يكفي من الدهن لتحمل درجة الحرارة المنخفضة جداً في القطب، ومن حيتان مياه القطب الشمالي نذكر:

الحوت **المقوس الرأس** Balaena mysticetus حوت نادر، يعيش في المحيط المتجمد الشمالي، قرب كتل الثلج العائمة، خاصة في بحر غرينلاند، وبحار سيبيريا، يراوح طوله بين ١٦ إلى ٢٠ متر، ووزنه أكثر من ٦٠ طن، لديه عظمة الجمجمة ضخمة التي يستخدمها لاختراق جليد القطب الشمالي للتنفس، من أكثر الحيتان التي كانت تصطاد تجارياً، مما أدى إلى انخفاض عددها بشكل كبير. وحوت **شمال الأطلسي الصائب** Eubalaena glacialis من أكثر

أنواع الحيتان المهددة بالانقراض، لاصطياد الكثير منه، وغالباً ما تموت نتيجة للاصطدام بالسفن، وبسبب التلوث الكيميائي للمياه، بالإضافة إلى قوعها في شباك الصيد. **وحوت حريش البحر (النروال** المرقط) Narwhal (وحيد القرن)، حوت نادر، ومن السمات المميزة الناب الطويل البارز من أمام رأسه، يمتد من الجانب الأيسر من الفك العلوي، ويبلغ طول السن من ٢ إلى ٣ أمتار. **وحوت البيلوغا** Beluga الدُلفين الحوت الأبيضWhite Whale يتميز بلونه الناصع البياض وعدم وجود الزعنفة الظهرية كما هو الحال في باقي أنواع الحيتان المعروفة، وهو من الحيوانات الأليفة حيث يظل يسبح بجوار القوارب، ويتهدده خطر بعض الحيوانات المفترسة مثل الدب القطبي والحيتان القاتلة، بالإضافة إلى عمليات الصيد للحصول على لحومها وجلودها والدهون الموجودة بها. **والحوت الأبيض ميغالو** Migaloo أحد أنواع الحيتان الحدباء التي تنتمي إلى فصيلة الحيتان القافزة، له مميزات الخاصة به، مثل لونه الأبيض، وصوته، ورأسه الكبير، وجسمه قصير، وزعنفته الظهرية القصيرة نسبياً، ويصل طوله إلى نحو ١٦م، ووزنه يراوح ما بين ٤٠ إلى ٤٥ طن. **وحيتان الأوركا Orcinus** أو الحيتان القاتلة، ويترأس الهرم الغذائي البحري حيث لا يوجد حيوان يتغذى عليه، وتتميز الأوركا بنمط تلوينها الأبيض والأسود. الصورة .١٥٠. حيتان في مياه القطب الشمالي.



الصورة .١٥٠. حيتان في مياه القطب الشمالي

طيور القطب الشمالي: على الرغم من أن أغلب الطيور تهاجر من القطب الشمالي في فصل الشتاء، إلا أن بعضها يفضل البقاء مستخدماً الريش الذي يغطي الجسم والأقدام في تدفئة جسمه وأقدامه خلال فصل الشتاء، وذلك مثل طائر **ترمجان الصخر**Lagopus muta من فصيلة الدجاجيات تكيف مع بيئته حيث يتقوم بتغيير ريشه إلى اللون الأبيض للتمويه طوله لا يزيد عن

٤٠ سم، ووزنه لا يزيد عن ١ كغ. **وطائر البومة الثلجية** (هاري بوت Hedwig) واسعة الانتشار تتواجد في جميع الأراضي المحيطة بالدائرة القطبية الشمالية، وتُفضل البقاء في منطقة القطب الشمالي، ولكن عندما لا يتوافر لديها الغذاء في فصل الشتاء فأنها تهاجر إلى الجنوب، ويغطى جسمها وأقدامها ريش كثيف وسميك يُساعدها على المحافظة على درجة حرارة جسمها. **وطائر النورس الوردي** Rhodostethia rosea من الفصلية النورسية، هو طائر يشكل الجنس الوحيد في عائلة النورس، يعيش الطائر في الفترة الباردة من العام في التندرا بالقرب من ساحل البحر فقط خلال فترة التعشيش، وفي الأشهر المتبقية تحلق فوق سطح البحر، وتهبط في بعض الأحيان على الجليد لأخذ قسط من الراحة، ويغادر منطقة التعشيش في أوائل فصل الصيف متجهاً إلى القطب الشمالي، يصل طول النورس الوردي إلى نحو ٣٥ سم، ولون ريش الصدر والبطن وردي اللون، يُعد من الأنواع المهددة بالانقراض. الصورة .١٥١. طيور القطب الشمالي.



الصورة .١٥١. طيور القطب الشمالي

٣.٢. حيوانات تندرا القطب الشمالي: على الرغم من قسوة الظروف البيئية فإن الإقليم يتسم بالوفرة النسبية، وهذا يعود إلى توافد بعض حيوانات القطب الشمالي شتاءً، وإقليم التايغا المجاور صيفاً، وتتميز حيوانات التندرا بهجرتها الفصلية، فعندما يشتد البرد تهاجر جنوباً إلى حواف الغابات الصنوبرية، أو تقضي معظم الأوقات في سباتها الشتوي، وعندما يأتي الصيف تعود مرة أخرى شمالاً، عندما تزدهر الحياة النباتية والحيوانية في فصل الصيف، وتتمثل أهم أنواع حيوانات صحراء التندرا:

الذئاب الرمادي Polar Wolf :(Canis lupus) أكبر أنواع الذئاب وأشهرها وأكثرها انتشاراً، فهو يشغل مساحة واسعة من التندرا في القطب الشمالي، قد يبدو الذئب أضخم حجماً مما هو عليه، وذلك بسبب فرائه الضخم المؤلف من طبقتين، وتمتلك الذئاب فراء صيفية وأخرى شتوية حيث تقوم بتبديلها في الربيع والخريف، وتم ادراج الذئب الرمادي ضمن الأنواع المهددة بالانقراض حيث لايزال يتم صيده.

ثور المسك Ovibos moschatus: مظهره يشبه حيوان الجاموس وسُمى بهذا الاسم لانبعاث رائحة المسك منه لوجود غدد تحت عيونها تترك رائحة المسك عند فركها مع أغصان الأشجار، ويغطي جسمه شعر خشن كثيف وطويل من الممكن أن يصل طول شعره إلى ١٠٠سم، ويوجد تحت الشعر طبقة سفلية كثيفة من الصوف تعمل كعازل لتدفئة الجسم والحفاظ على درجة الحرارة ولتمنع البلل، وقوائم قصيرة وقوية، وحوافر عريضة ومشقوقة يستخدمها لحفر الجليد للبحث عن الطعام، تعرض إلى الانقراض بسبب أنشطة الصيد غير القانونية، والتقلبات المناخية، لقد انقراض نهائياً من أمريكا الشمالية وكندا منذ قرن مضى، غير أن جهود الإنقاذ المكثفة ساهمت في السنوات القليلة الماضية في عودة نموه وانتشاره.

أيل الرنة Rangifer tarandus: يسمى كاريبو في أمريكا الشمالية، ويختلف عن أنواع الأيائل في عدد من الأشياء. منها يمتلك قرون كبيرة وأظلاف كبيرة وعريضة، وله طبقة صوفية سميكة، ويتدلى شعره الطويل الكثيف إلى الأرض، والحوافر ضخمة تمنعه من الغوص في الثلج وترتحل بشكل متكرر إلى أماكن جديدة عندما يُصبح غذاؤها نادراً، ويربيه سكان القطب الشمالي في شكل قطعان حيث يدربونها على حمل الزحافات وعربات الجليد وجرها، ويستخدمون جلودها في صنع الأحذية والملابس والخيام، كما يشربون لبنها، ويقددون لحوم غير المستأنس منها. وبعد حادث تشرنوبل النووي في الاتحاد السوفييتي (سابقًا) عام ١٩٨٦م، حملت الرياح الموسمية الإشعاعات الذرية إلى شمالي إسكندينافيا، وأصبحت الأشنة التي تقتاتها حيوانات الرنة ملوثه، وانتقلت الملوثات إلى الرنة، ووُجد مستوى الإشعاع في لحوم الرنة عالياً جداً حتى أنها لا تصلح للاستهلاك البشري ونتيجة لذلك كان لابد من قتل الآلاف منها.

ولفرين wolverine: حيوان الشره يشبه الدب ، من عائلة ابن عرس، يُطلق عليه شيطان الشمال، لون فراءه بني مائل للأسود مع خطوط فاتحة على كلا الجانبين، يحميه من التجمد، ويوجد في أقدامها وسائد، ومخالب حادة حتى تمنع انزلاقه على الجليد، ويدخل هذا النوع من الحيوانات في قائمة الحيوانات النادرة في الوقت الحاضر، بسبب صيده للحصول على فرائه.

حيوان اللاموس Lemming : هو نوع من فصيلة القوارض يعيش في المنطقة الجليدية أو تحت طبقة الجليد، ويقوم بصنع الأعشاش من الأعشاب والريش وصوف ثور المسك، ويقضي معظم أوقاته في أنفاقه تحت الأرض، ملون الفراء بالبرتقالي والأسود، ويملك شعر طويل وناعم، ولديه ذيل قصير جداً، وخطم قصير مكسو بالشعر، وأرجل قصيرة، وآذان صغيرة.

القاقم أو **القاقوم** Mustela erminea ينتمي إلى عائلة ابن عرس، يراوح طوله من ١٦ إلى ٣١ سم، كما أن ذيله يبلغ طوله بمفرده من ٦ إلى ١٢ سم، فراءه في فصل الشتاء كثيف جداً وناعم، في حين أن الفراء في الصيف يكون أقصر ومتفرقة، ويتحول لون الفرو البني في فصل الشتاء إلى اللون الأبيض، ويعيش القاقم بالقرب من البرك والبحيرات الصغيرة، حيث تتغذى على الرخويات والقشريات الصغيرة.

أرنب حذاء الثلج snowshoe hare (Lepus americanus): سُمي بهذا الاسم نظراً لكبر حجم أرجله الخلفية والتي يبدو وكأنه يرتدي حذاء الثلج، وينمو شعر طويل على جانبي أقدامه وبين أصابعه تحميه من درجة الحرارة والغوص في الثلج، ويتغير لون فراءه من اللون البني في الصيف إلى اللون الأبيض في فصل الشتاء، وأذنيه أقصر من الأرانب الأخرى وحواف أذنيه وذيله لونها أسود. الصورة .١٥٢. حيوانات تندرا القطب الشمالي.



الصورة .١٥٢. حيوانات تندرا القطب الشمالي

عثة القطب Gynaephora groenlandica (كاتربيلر): تعيش يرقاته في درجة حرارة أقل من -٦٠ م° تحت الصفر، ويبقى هذا النوع في حالة يرقات، لمدة سبع سنوات تقريباً، لذلك معظم الوقت تقضية بفترة سكون، مختبئة عادة بين الصخور، ما يمنحها الحماية من الطفيليات، ودرجة الحرارة كونها محاطه بالصخور، ويقتصر نشاط اليرقات على فترة قصيرة بعد ذوبان الجليد من ٣ إلى ٤ أسابيع خلال فصل الصيف، عندما تكون درجة الحرارة خلال النهار بين ٥ و١٠ م°، وتكون اليرقات مغلفة بالشعر الناعم الكثيف، وتساعد الشعيرات على الاحتفاظ بدرجة حرارتها. الصورة .١٥٣. عثة القطب الشمالي.



الصورة ١٥٣. عثة القطب الشمالي

كما يقطن التندرا بعض **الطيور**، ومعظمها يُهاجر إلى الجنوب حين يشتد البرد منها:

طيور البط الغواص Common Loons: من الطيور المائية تقضي معظم عمرها في الماء ومن أنواعه: الغواص **ذو الحنجرة الحمراء** Red-throated Loon تتكاثر في مناطق القطب الشمالي في أمريكا الشمالية وأوراسيا، والغواص **ذو الحلق الأسود** أو غواص قطبي Arctic Loon تتكاثر في أوراسيا وغرب ألاسكا، ويهاجر نحو المناطق الساحلية والبحيرات الكبيرة والبحر المفتوح في فصل الشتاء، وغواص **المحيط الهادئ** Pacific Loon يتكاثر في بحيرات التندرا بكندا وشرق سيبيريا، والغواص **أصفر البطن** Yellow-billed Loon أكبر الأنواع ويتكاثر في منطقة القطب الشمالي على طول سواحل شمال المحيط الهادئ والأجزاء الشمالية الغربية من النرويج، ويتميز بمنقاره الطويل والحاد الذي يشبه الرمح، وريش أسود وأبيض كبير. الصورة ١٥٤. طيور الغوصيات



الصورة ١٥٤. طيور الغوصيات

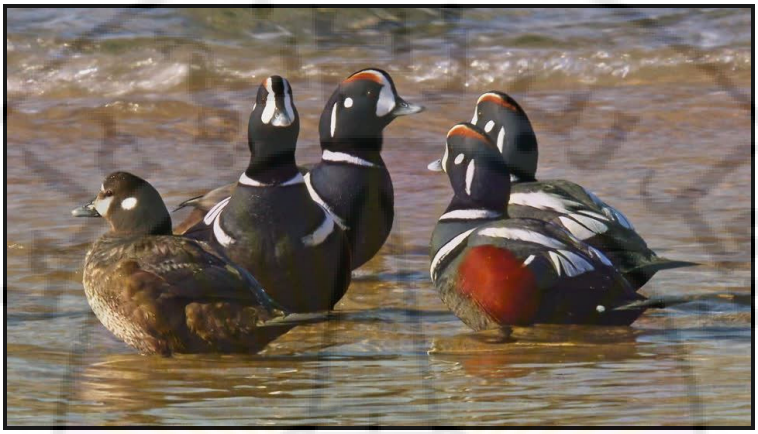
طيور الأوك Auks (ألسيد): طيور تشبه في ظاهرها البطاريق بسبب ألوانها السوداء والبيضاء، وقامتها المنتصبة وبعض من عاداتها، ومع أنها لا ترتبط بطيور البطريق، إلا أنه اعتقد العلماء أن طيور الأوك واحدة من أقدم سلالات النوراسيات المتميزة بسبب شكلها، وخلافاً للبطريق يملك الأوك القدرة على الطيران، باستثناء الأوك الكبير الذي انقرض بحلول منتصف القرن التاسع عشر، ويوجد ٢٢ نوعاً من طيور الأوك يقتصر تواجدها على المياه الشمالية الأكثر برودة، تعيش طيور الأوك في عرض البحر وتذهب للشاطئ فقط لوضع البيض، تقيم معظم طيور الأوك أعشاشها بين الصخور، وتتميز طيور الأوك بقصر أجنحتها، منها **أوك دوفيكي** Dovekieهو أصغر أنواع الفصيلة. و**المور الشائع** Common murre (أبو موس Razorbill iceland) أوك كبير الحجم ذو منقار مدبب أسود. و**أوك البفن** Puffin Fratercula arctica فراتيركولا أركتيكا (ببغاء البحر)، وهو من الطيور النادرة والمهددة بالانقراض. **الغلموت Black** guillemot (Cepphus grylle) أو حمامة الغلموت، في موسم الصيف تغزو مناطق القطب الشمالي، وفي الشتاء تسلك طريق الجنوب، التي توصلها أحياناً حتى البحر المتوسط. الصورة .١٥٥. طيور الأوك



الصورة .١٥٥. طيور الأوك

البط المهرج أو **البطة المبرقشة**Histrionicus histrionicus : وتعرف باسم اللوردات والسيدات بسبب ريشها الجميل، بطة قصيرة المنقار، للذكر ريش رمادي أزرق ونقوش بيضاء

فاقعة وكستنائيّة، مع هلال أبيض عند قاعدة المنقار، وله شرائط رقيقة بيضاء على الصدر وخطوط بيضاء على الجناحين، الأنثى رمادية بُنية مع رقع بيضاء على الوجنة والأذن، وتقضي معظم فصل الشتاء بالقرب من السواحل الصخرية على سواحل المحيط الأطلسي والمحيط الهادي. الصورة ١٥٦. البط المهرج.



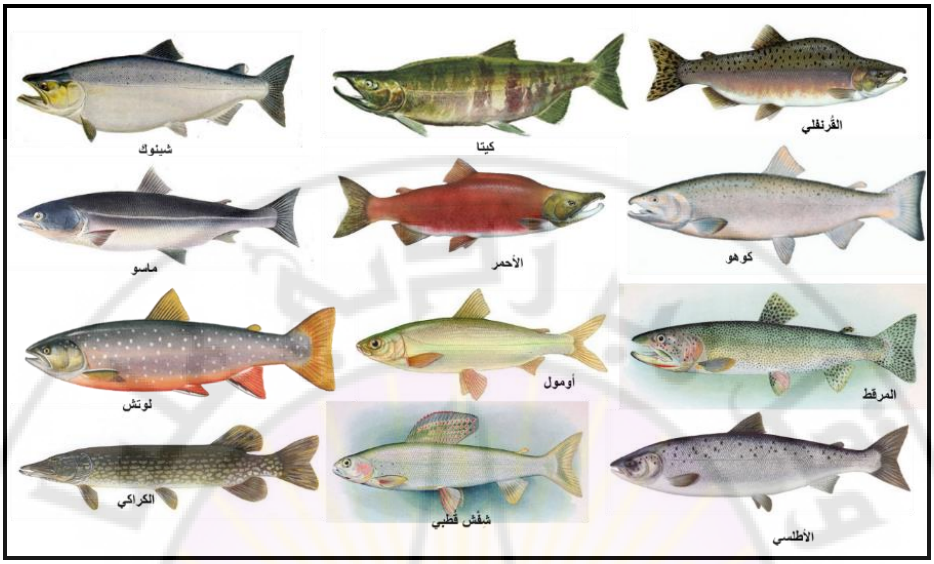
الصورة ١٥٦. البط المهرج

الأسماك: هناك عدة أنواع من الأسماك تعيش في البحيرات الباردة من أحواض التندرا، والبحيرات الجليدية العميقة، وهناك أنواع تقضي الشتاء في مياه المحيطات، ومع ذوبان الجليد يذهبون إلى الأنهار والجداول لتتكاثر ومن أنواع الأسماك نذكر:

سمك الكراكي (hecht) Esox : من أسماك المياه العذبة من القسم الشمالي للكرة الأرضية بين أمريكا الشمالية، وأوروبا، وشرقي سيبيريا، يرجع أصلها إلى أمريكا الشمالية، وهو يتميز باللون الرمادي والأخضر الذي يظهر دائماً بخطوط مرقطة على طول الظهر، وتفضل العيش في البحيرات متجددة المياه والأنهار بطيئة الجريان والمعشبة، وتتكاثر في المياه الضحلة قريباً من الشاطئ، متزامناً مع ارتفاع درجة حرارة الماء إلى ٣ . ٦م°، هذه الأسماك تحتوي على مجموعة من الأسنان الحادة.

السلمونيات: سمك السلمون Salmon اسم لعدة أصناف من السمك لها سمات مشتركة، تعيش في المحيطين الأطلسي والهادئ، وفي البحيرات الكبيرة، وهناك أنواع مختلفة من سمك السلمون، ويعيش معظمها في المياه المالحة، أو يهاجر بين الأنهار والبحار، ويعد سمك السلمون من أهم أنواع الأسماك التي تحتوي أجسامها على زيوت أوميغا ٣ التي تعد علاج لكثير من الأمراض، وتحتوي أفواهها على صف واحد من الأسنان الحادة، تضع السلمونيات بيضها في مجرى المياه

العذبة، ويقضي معظمها بعض الوقت في مياه المحيط المالحة، بعد ذلك تعود إلى المجاري العذبة الذي بدأت حياتها فيه لتبيض، وتسمى دورة الحياة هذه بالهجرة حيث يسبح السالمون إلى أعلى النهر في موسم وضع البيض، وتكافح التيارات المندفعة، وتقفز خلال دوامات وشلالات شديدة المنحدرات بارتفاع يصل إلى ثلاثة أمتار، وتستغرق هذه العملية من سنتين إلى ثلاث سنوات قبل الخروج اللاحق إلى أماكن التكاثر. ومن أنواع **سمك السلمون المحيط الهادي** سمك السلمون **الوردي** القُرنفلي أو سمك السلمون الحدباء Oncorhynchus gorbuscha أصغر سمك السلمون، وسمك السلمون **كيتا** Oncorhynchus keta (تشام سلمون Chum salmon) يُعرف أيضاً بسلمون الكلب لأنيابه الكبيرة جداً بحيث لا يغلق فمهم. والسلمون **كوهو** (Coho) Oncorhynchus Kisutch المسمى أيضاً بالفضي بسبب لونه الفضي. والسلمون **الأحمر** (السلوقي) Sockeye salmon . وسمك السلمون **شينوك** (Chinook) Oncorhynchus tschawytscha أكبر سمك السلمون. والسلمون **ماسو** Oncorhynchus masou أصغر سمكة لديها أسنان كبيرة جداً. وسمك السلمون **المرقط** (سفاح) Oncorhynchus clarki . ومن أنواع **سمك السلمون الأطلسي** Salmo Salar السلمون الأسود. وسلمون **غرايلنيغ** Grayling Thymallus arcticus شِفْش قُطبي Arctic grayling. و**سمكة لوتش القطبي** loaches (شار Arctic chir) من أسماك المياه الباردة في عائلة السلمون التي تعيش معظم حياتها في المحيط المتجمد الشمالي، ويشبه جسديا السلمون، وجلدها الفضي مرقط باللون الوردي. و**سمكة أومول بايكال** Baikal omul: سمكة تفضل العيش في ماء بارد ونقي غني بالأوكسجين، والأماكن العميقة على عمق ٣٠٠ متر، تعيش بالمنطقة القطبية الشمالية في جميع المسطحات المائية الشمالية تقريباً. الصورة .١٥٧. بعض أنواع الأسماك في مناطق التندرا في نصف الكرة الشمالي.



الصورة .١٥٧. بعض أنواع الأسماك في مناطق التندرا في نصف الكرة الشمالي

بناءً على ما سبق يتسم إقليم الصحاري الباردة بالوفرة الحيوانية النسبية رغم الأحوال البيئية المناخية القاسية وندرة النباتات، وهي ظاهرة حيوية يتفرد بها الإقليم عن إقليم الصحاري الحارة.

٣. تأثير الإنسان:

يفترض الكثير من الناس أن الصحاري خالية من الحياة، والحقيقة الصحراء عالم يعج بالكثير من الكائنات الحية، وهناك أصناف غير موجودة في أي بقعة أخرى من العالم، فريدة الوجود في الصحاري، فإذا انقرضت، فإنها تنقرض تماماً من الكرة الأرضية.

يعتقد العلماء أن الأراضي الصحراوية تكونت من أراض مماثلة قبل آلاف السنين، ومنذ ذلك العهد الغابر لم يحدث أي تغيير في العوامل الطبيعية المكونة للصحراء، حيث أثبتت الدراسات التي قام بها الباحثون أنه في عام ألفين قبل الميلاد، **كانت الصحراء أرض واسعة مغطاة بالنبات الأخضر**[١]، وبها العديد من الغابات والمروج والأنهار، والعديد من الحيوانات البرية، والنهرية،

١ . في دراسة قامت بها جيسيكا تيرني Jessica Tierney من جامعة أريزونا مختصة في علم المناخ القديم بقياس معدل هطل الأمطار من خلال تحليل الرواسب البحرية التي أُخذت من قبالة ساحل غرب أفريقيا، وجدت أن الطقس كان أكثر رطوبة من اليوم بعشرة أضعاف وتتزامن هذه الفترة الزمنية مع هجرة بشرية جلبت معها الزراعة إلى المنطقة. كما يؤكد العلماء الباحثون أن هناك دورة مُناخية لا بد أن تتكرر من جديد لتعود الصحراء إلى ما كانت عليه سابقاً، مروجاً خضراء، وستعود تجري فيها الأنهار والبحيرات.

والبحرية، وذلك وفق ما تم اكتشافه نتيجة الأحافير والرسومات والنقوش التي عثر عليها الباحثون والعلماء، حيث توجد تحت أعماق الرمال الصحراوية علامات لأنهار قديمة، وآثار لنباتات وحيوانات كانت تعيش فيها، إلا أنه خلال ٣٠٠ عام تبدلت صفاتها لتغدو صحراء شاسعة مترامية الأطراف في عام ١٧٠٠ قبل الميلاد، حيث لعب سلوك الإنسان دوراً محورياً في إحداث التغيرات السريعة في البيئة الصحراوية التي تسببت في انخفاض معدل هطل الأمطار، وعمل على انتشار هذه المناطق، وإتلاف الملايين من المساحات الخضراء سنوياً المتاخمة للأراضي الصحراوية، وهدد الثروات النباتية والحيوانية التي تعيش في الصحراء، وذلك نتيجة قطع الأشجار، والرعي الجائر، زراعات مطرية وأراضي مروية، وعمليات الجمع الجائر للنباتات لاسيما الطبية، وصيد الحيوانات البرية، وإدخال أنواع غريبه (الغازية) من الكائنات، واستغلال الثروات المعدنية، والتوسع العمراني والصناعي الكبير، وزيادة تلوث البيئة نتيجة الأنشطة الصناعية لاسيما قطاع الغاز والبترول، ودفن المواد الإشعاعية مما يؤدي إلى تلوث البيئة، كل هذا وغيره أدى إلى فقدان الموائل الطبيعية وضعف التنوع الحيوي.

وتؤكد الدراسات حول آثار السلوك البشري في النظام البيئي في الأراضي الجافه لمجموعة بيوديفير سيدي للأبحاث بالمعهد الأرجنتيني لأبحاث الأراضي القاحلة أن: الأنشطة البشرية تؤدي لاختلال في التوازن الطبيعي للصحراء على مستوى العالم، وأن لها **تأثير كبير في الحيوانات الثديية**، إن طبيعة التنوع الحيوي في الصحاري تتمثل في حالة الثدييات، فالثدييات الكبيرة تعطي إشارة واضحة إلى صحة النظام البيئي، إذ يشير العدد المستقر لقطعان الثدييات إلى وجود كثير من النبات للحيوانات العاشبة، وفرائس كثيرة للحيوانات اللاحمة، وبالتالي يدل تناقص قطعان الثدييات الكبيرة في الغالب، على أعراض نظام بيئي مضطرب. فمن الممكن أن تكون الحياة في الصحراء غير مستقرة بالنسبة للكثير من الثدييات، لأنها معرضه لأخطار حسب الأحوال البيئية، بما له من تأثير سلبي في القضاء على الموارد الغذائية التي تعتمد عليها، ويظهر التأثير الأكثر سلبيه بتعديل بنيه أو أنواع النباتات السائدة، واختفاء النباتات المفضلة للرعي، وسيادة النباتات الأقل استساغة، وهذا له وقع كبير على آكلة الأعشاب، وتبعاً لذلك على الحيوانات الرئيسة التي تفترسها.

كما تسببت الأنشطة البشرية في زيادة حدة **التصحر**، بالإضافة إلى التغيرات المناخية التي أدت إلى المزيد من الجفاف، وارتفاع درجة الحرارة، وقلة الأمطار في تلك المناطق (الاحتباس الحراري)، وبالاحتباس الحراري السريع الذي نعيشه اليوم الناتج عن الاستخدام المفرط للوقود

الأحفوري، ينذر بحدوث تحول مهم في الظروف المناخية، وهو يتزامن على ما يبدو مع بداية انقراض جماعي[1] مماثل لانقراضات سابقة ارتبطت بتغيرات في المناخ العالمي في فترات مختلفة من تاريخ الأرض، ويعتقد العلماء أننا بصدد انقراض سادس عظيم ولكن تلك المرة لن يكون مثل أي انقراض سابق تسببت به الكوارث الطبيعية مثل النيازك والبراكين والزلازل، بل الإنسان هو من سيتسبب في الانقراض السادس أو كما هو معروف بانقراض الهولوسين.

كشفت العديد من الدراسات أن أفعال الإنسان ستدمر العصر الحالي، وتنهى حياة الكائنات الطبيعية الأخرى، نتيجة تغيرات عديدة في المحيط الحيوي لاحظها العلماء، ناجمة عن التغيرات المناخية أو ما يُعرف بالاحتباس درجة الحرارة نذكر منها :

١. **اخضرار الصحاري الجافة والحارة:** يُذكر أن الصحراء لم تكن مغطاة بالرمال دائماً، إذ كانت منذ ١٠ آلاف عام عبارة عن سهل أخضر ضخم كان يزخر بالعديد من الأنواع النباتية، ويشير علماء الأنثروبولوجيا إلى أن الصحراء الخضراء أسهمت في مغادرة أسلافنا لأفريقيا، والانتشار في جميع أنحاء العالم. وأن الصحراء قد اخضرت وعادت إلى وضعها الحالي عدة مرات، وجاء ذلك متزامنا مع تغير المناخ على الأرض، وجاء تقرير معهد أبحاث المناخ[2] في مدينة بوتسدام

---

١ . هناك خمس عمليات انقراض جماعية للعالم الحيوي حدثت سابقاً، هي الانقراض الأوردوفيشي . السيلوري، وانقراض العصر الديفوني المتأخر، وانقراض العصر البرمي، وانقراض العصر الترياسي . الجوراسي، وانقراض العصر الطباشيري، ويعتقد كثير من العلماء أن سادس عملية موات شامل للتنوع الحيوي وذلك بسبب أنشطة نوع واحد من الكائنات تطورت في نهاية المطاف مقارنة مع بقايا الكائنات السابقة وتمكن من استعمار الأرض، وهذا النوع هو الإنسان، مشيرين إلى أن الإنسان خلق مزيجاً ساماً من فقدان مواطن السكن والتلوث والتغير المناخي، مما أدى إلى فقدان ما لا يقل عن ٧٧ نوعاً من الثدييات، و١٤٠ نوعاً من الطيور و٣٤ نوعاً من البرمائيات منذ عام ١٥٠٠م.

٢ . يتغير المناخ اليوم بالوتائر السريعة نفسها التي كانت عندما تحولت الصحراء إلى السافانا، مما دفع الباحثين في المعهد إلى التنبؤ بكيفية تغير المناخ في الصحراء خلال ١٠٠ عام مقبلة، حيث طور العلماء في المعهد ٣٠ نموذجاً مناخياً مختلفاً يأخذ بالحسبان تغير دورة التيارات في المحيطات والرياح في الغلاف الجوي فوق أفريقيا، مع مراعاة زيادة متوسط درجة الحرارة السنوية. وتوصلوا إلى أن منسوب الأمطار التي ستهطل على أراضي الصحراء سيزيد بنسبة ٣٠٠% بحلول عام ٢١٠٠م، وستجري هذه الزيادة بسرعة، خلال ٥ أعوام أو أقل، ونتيجة ذلك ستغطى أراضي كل من تشاد والنيجر وموريتانيا ومالي والعديد من الدول الأخرى الواقعة في إفريقيا الصحراوية بالسافانا، وسيكون الاحتباس الحراري سبباً لهذه التغيرات ما سيؤثر على طابع حركة الرياح الموسمية قرب السواحل الأفريقية وسيحرفها نحو الساحل خصوصاً والصحراء عموماً، إضافة إلى ذلك سيثير ارتفاع درجة الحرارة التبخر بشكل أسرع لمياه المحيط الأطلسي، مما يزيد حجم الأمطار الموسمية ويسبب في ارتفاع الرطوبة، واستخلص العلماء أن تطور

في ألمانيا ستخضر أطراف الصحراء ومناطق الجفاف خلال ١٠٠ عام، وستتحول الصحراء إلى السافانا، نتيجة تزايد كمية الهطل المطري الذي سيثيرها الاحتباس الحراري. وهناك مؤشرات إلى تزايد الحياة النباتية في الصحراء وتتجه للاخضرار مجدداً ولكن اخضرار بطيء جداً.

٢. **ذوبان التربة الصقيعية في التندرا:** تشير الدراسات أن منطقة التندرا آخذة في الاحترار بسرعة أكبر من أي منطقة حيوية أخرى على الأرض، بسبب ارتفاع حرارة الأرض. ويتسبب الاحترار العالمي في ذوبان التربة الصقيعية، وذوبان هذه التربة قد يغير الأصناف التي تعيش هناك، كما أن ثلث الكربون المحبوس في التربة على أراضي التايغا والتندرا، وعندما تذوب التربة الصقيعية فإنها تطلق الكربون في الجو على شكل ثاني أوكسيد الكربون، حيث تشير التقديرات إلى أن نحو ١٤ % من نسبة الكربون في الأرض موجودة في التربة الصقيعية، الذي ينتج عن تحلل الغطاء النباتي في البحيرات والأراضي الرطبة وهي غازات دفيئة، وحتى وقت قريب كانت التندرا تعمل كوسيلة لتقليل لكربون، حيث تمتص كمية ضخمة من ثاني أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي كجزء من عملية التمثيل الضوئي، وساعدت هذه العملية في منع تراكم هذه الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، أما اليوم فمع ذوبان طبقة الصقيع، وتحلل النباتات الميتة وإطلاق ثاني أوكسيد الكربون، فقد تحول دور التندرا من امتصاص الكربون إلى نشر الكربون.

٣. **الآثار في النباتات:** يتسبب ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن ظاهرة الاحتباس الحراري الكثير من الآثار السلبية المتوقعة في النباتات، كانتقال الحزمة النباتية بعيداً عن خط الاستواء باتجاه القطبين، وتزايد طول الشجيرات المنخفضة والأعشاب وغيرها من النباتات في القطب الشمالي بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وإزهار النباتات بأضعاف ما تزهر به في الوضع الطبيعي، وظهور واحات مائية غير اعتيادية في القطب الشمالي تنمو فيها الشجيرات والأعشاب نتجت عن ذوبان الجليد الأزلي، وتسارع في نمو الطحالب التي تنمو على ضفاف المحيط المتجمد الجنوبي، ويأتي

الأحداث المشابهة في عدد كبير من النماذج تؤكد أن الصحراء ستخضر، بشرط ألا يتوقف ارتفاع درجة حرارة الجو والمحيطات. لقد أصبحت الصحراء أكثر اخضراراً حين ارتفعت درجة الحرارة في حدود نهاية العصر الجليدي قبل ١٢ ألف سنة، فبمقدور الهواء الأدفأ امتصاص كمية أكبر من الرطوبة من المحيطات ليهطل في شكل أمطار على المناطق القارية البعيدة، واليوم الشيء نفسه يحدث، وهو ارتفاع درجة حرارة العالم.

الخريف متأخراً وتذوب المزيد من التربة الصقيعية في جنوب القطب الشمالي، وتنتشر الشجيرات التي لم تكن قادرة في السابق على تكوين جذور في التربة الصقيعية.

٤. **تغيرات سلوكية، وفيزيولوجية، وتكاثرية، عند الحيوانات:** بسبب تدمير بيئاتها، وعدم قدرتها على التكيف مع الأحوال البيئية، هذا يدفع بعض الحيوانات إلى الانتقال من مكان الى آخر بحثاً عن بيئة أفضل، كهجرة العديد من الأنواع الحيوانية في التندرا إلى الشمال، أو إلى مناطق أكثر برودة، فالكثير من الأسماك بدأت تهاجر نحو المناطق الشمالية بحثاً عن مياه أبرد، وانتقل الثعلب الأحمر الذي يعيش عادة في التندرا إلى الشمال ويتنافس الثعلب الأحمر مع الثعلب القطبي على الغذاء، كما قلت أعداد حيوانات المناطق الباردة مثل البطاريق والدببة القطبية، فبعض أنواع البطريق كلبطريق الإمبراطور تناقص عددها من٣٠٠ زوج إلى ٩ أزواج فقط، كما أن الدببة القطبية تراجعت أعدادها وقلت أوزانها مقارنة بشكلها قبل ٢٠ عاماً، ويضطر البيكا الأمريكي الذي يعيش في غرب الولايات المتحدة، إلى الانتقال إلى ارتفاعات أعلى، لضمان ألاِّ يقتله فروه الدافئ بسبب الطقس الحار، وهناك أنواعٌ من السناجب بدأت تنهي فترة بياتها أبكر بثلاثة أسابيع عما كانت تفعل قبل ٣٠ عاماً، وهناك حيوانات غيرت نظامها الغذائي، فعلى سبيل المثال الفقمة والحيتان في القطب الشمالي مضطرة لتغيير عاداتها الغذائية بسبب الاحترار المناخي لزيادة فرصها بالصمود، حيث يؤثر انحسار الجليد البحري في أعداد الفقمة المطوقة والفقمة الملتحية التي تستعمل القطع الجليدية الطافية للاستراحة والولادة، فيما انتقلت الحيتان البيضاء للصيد في أماكن أخرى، وغيرت نظامها الغذائي مستفيدة من وصول أنواع جديدة من الأسماك دفعها نحو الشمال احترار مياه المحيطات.

٥. **تغير أنماط هجرة الطيور** التي تعد أمراً حاسماً ومصيرياً لبقاء العديد منها، حيث وجد الباحثون أن ارتفاع درجة الحرارة يتسبب في تسريع عملية الهجرة، وحث الطيور على الهجرة مبكراً في جميع أنحاء العالم باختلاف أنواعها، وتسببت هذه التغييرات في خلل في التوازن الدقيق في النظام البيئي، إذا كان وصول الطيور المهاجرة في مناطق تكاثرها في وقت مبكر أو في وقت متأخر، فإن هناك فرصة وإمكانية لحدوث عدم تطابق في التفاعلات الغذائية، لأن الطيور تعتمد على الغذاء والموارد الأخرى أثناء سفرها، وقد يكون توقيت النباتات المزهرة أو ظهور الحشرات غير متزامن مع مرور الطيور المهاجرة، وثمة أنواعاً من الحيوانات امتنعت عن الهجرة كلياً، في حين باتت أنواع أخرى تهاجر إلى مناطق لم يسبق أن سجل وجودها فيها، وكان الوروار الأوروبي نادراً جداً في ألمانيا، فبات يتكاثر في أنحاء البلاد. والحسون المبوق الوردي الصدر،

الذي كان وجوده محصوراً في المناطق القاحلة من شمال أفريقيا والشرق الأوسط، بات موجوداً بأعداد متزايدة في جنوب إسبانيا.

٦. **ظاهرة البلوب The Blob (الارتفاع المتزايد في درجة الحرارة):** نفوق العديد من الكائنات البحرية في ظاهرة موت جماعي تعزى إلى موجة الارتفاع درجة الحرارة التي تركزت على هيئة بقعة من مياه شمال شرق المحيط الهادي، وذلك في الفترة الممتدة بين عامي ٢٠١٣ و٢٠١٦م، وهي الظاهرة المعروفة باسم البلوب، وعزا الباحثون السبب في ذلك إلى بقعة من المياه السطحية[١] كانت تركزت في شمال شرق المحيط الهادي ابتداء من ألاسكا وصولاً إلى كاليفورنيا، وتميزت بارتفاع درجة حرارتها بمعدل درجتين إلى ثلاث درجات عن متوسط درجة حرارة بقية ماء المحيط، إضافة إلى الجوع الناجم عن انخفاض كمية العوالق الحيوانية في مياه المحيط الهادي، وعلى سبيل المثال الموت الجماعي على الشواطئ الممتدة من كاليفورنيا إلى كولومبيا لعدد من طيور المور، وهي أحد أنواع طيور الأوك الكبيرة، التي تتواجد في مياه شمال المحيط الهادي، سبب نفوق الطيور الجماعي ارتفاع حرارة المياه، ونقص الغذاء.

٧. **حدوث اختلال في السلسلة الغذائية:** لقد أدى ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى تقلص مساحات الجليد، وكمية الطحالب البحرية التي يستهلكها الكريل الذي يُشكل بدوره مصدر غذاء رئيسي لطيور البطريق، والحيتان، والفقمة... باتت الكريل أقل وفرة من السابق، وإن استمرت ظاهرة تقلص مساحات الجليد، فقد تؤدي إلى تراجع جميع أنواع الحيوانات التي تتغذى على الكريل ومنها الحيتان الزرقاء التي تتغذى بصورة أساسية على الكريل الموجود في القطب الجنوبي.

كما أن انخفاض نسبته الطحالب التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي داخل المحيطات والبحار بجميع أنواعها، سيؤثر في الثروة السمكية، وبالتالي خللاً في النظام البيئي العالمي.

وقد لا تتكيف الدببة القطبية بالسرعة اللازمة مع تغير أوضاع الجليد التي تؤثر في موائل فرائسها من الفقمة، كما أن ذوبان الجليد البحري يهدد بقاء هذه الدببة، إن تواجد المفترسات يتأثر بوجود الفريسة، فالحبار الشائع غادر جنوب كاليفورنيا مع بدء ظاهرة النينيو. وتبعته الحيتان التي

---

١ . يرى الباحثون أن عدد تلك البقع من المياه السطحية الحرارية باتت أكثر شيوعا على مدار القرن الماضي، ومن المتوقع أن يزداد تواتر حدوثها مع ارتفاع درجة حرارة الكوكب، وتتشكل حالياً بقع مماثلة من مياه المحيط الساخنة في جميع أنحاء العالم؛ ما يهدد بكوارث خطيرة في الحياة البحرية، ما يعني أن نسبة الوفيات التالية ستكون أكبر بكثير.

تفترسه، وعندما عاد الحبار ملأت دلافين ريسو الفجوة التي خلفتها الحيتان، وقد ارتفع في الوقت ذاته عدد الدلافين القارورية الخطم، لكنه لم ينخفض بعد انتهاء ظاهرة النينيو، وحدثت تغيرات في أوضاع حوت العنبر شمال شرق المحيط الأطلسي التي يُمكن أن تُنسب إلى تحوّل في تقلبات المحيط تهلك الحبار الذي يفترسه

رغم الصورة القاتمة التي رسمتها الدراسات إلا أن معديها يؤكدون أنه لا تزال هناك إمكانية لتلافي تدهور هائل في التنوع البيولوجي من خلال تبني وسائل حفاظ مكثفة، ويؤكد العلماء أن تجنب حصول انقراض جماعي سادس يتطلب جهوداً سريعة ومكثفة، للحفاظ على الأنواع المهددة، وتخفيف الضغوط على أعدادها، وخاصة فقدانها مواطنها نتيجة السعي المفرط لتحقيق مكاسب اقتصادية مما سرع التغيرات المناخية.

للمحافظة على التنوع الحيوي في الصحاري، وحماية الأنواع المهددة بالانقراض، والعمل على إعادة تأهيلها، أولت العديد من الدول أهمية كبيرة في استراتيجيتها لحماية الأنواع المهددة بالانقراض وهناك العديد من المشاريع والبرامج التي تُركز على رصد الأنواع النادرة وبذل الجهد في سبيل حمايتها وإعادة صيانته عن طريق إقامة المحميات الطبيعية ونذكر منها على سبيل المثال:

١. **محمية الجلف الكبير وجبل العوينات، وبحر الرمال الأعظم:** أكبر محميات مصر تُقدر مساحتها بنحو ٤٨٥٠٠ كم^{٢}، وتُمثل نظام بيئي فريد حيث يحتوي على مكونات التنوع الحيوي من النباتات والحيوانات النادرة والمهددة بخطر الانقراض دولياً مثل الكبش الأروي، وتتميز الوديان بالنمو الكثيف لأشجار الطرفه والرطريط والطلح وغيرها. وأثبتت الدراسات تسجيل ٧٩ نوعاً من النباتات، كما تم تسجيل ١٠ أنواع من الزواحف البرية، وتسجيل ٢١ نوعاً من الثدييات البرية منها الغزال وثعلب الرمال، والكبش الأروي، بالإضافة لانتشار فراشة السيدة الملونة، وثعبان أبو السيور المصري، وصرعوف الصحراء، وطائر المكاء، والأملق أبيض كما كانت تحتوي المنطقة على المها العربي، والأبقار الوحشية التي انقرضت تماماً، والحياه النباتية بمحمية الجلف الكبير تضم قرابة ١٠٠ نوع من النباتات التي تكيفت مع الأحوال المناخية شديدة القسوة، حيث تنتشر أشجار السيال، والسلم، والسنط، والسلة، والقطنة الجبلي، وأعشاب الحنظل، والدهمة وغيرها من الحشائش.

٢. **محمية دبي الصحراوية** هي أكبر محمية طبيعية في دولة الإمارات العربية المتحدة، تغطي مساحة تُقدر بنحو ٢٢٥ كم^{٢}، وقد تم تسييجها لحماية الحيوانات والنباتات التي تنمو وتعيش

بشكل طبيعي فيها، تأسست المحمية عام ٢٠٠٤م، وهي تُشكل موطناً لأكثر من ٥٠ نوعاً من النباتات، و١٢٠نوعاً من الطيور، و٤٣ نوعاً من الثدييات والزواحف.

٣. محمية كالاهاري الوطنية Kalahari Game Reserve تُغطي مساحة ٥٢٨٠٠ كم^{٢} تتميز أراضيها بالسهول المفتوحة الشاسعة مغطاة بالشجيرات والأعشاب، والبحيرات المالحة، وقيعان الأنهار القديمة، والكثبان الرملية، سكن البوشمن في كالاهاري منذ آلاف السنين منذ العصر الحجري، وما زالوا يعيشون فيها ويتنقلون في جميع أنحاء المنطقة مثل الصيادين الرحل.

٤ محمية أخدود انفيرنيللو: تعد المكسيك البلد الأول على مستوى العالم الذي يوجد به أكبر عدد من أنواع الصبار، حيث تضم أراضيها ما يقرب من ٢٠٠٠ نوع من الصباريات والنباتات الصحراوية الأخرى، مسجلة جميعاً بالشبكة العالمية لمحميات التنوع البيئي التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتعليم والثقافة (اليونسكو). تم إعلان منطقة تضم نحو ٨٠٠ هكتار من أخدود انفيرنيللو Cañón del Infiernillo شمال العاصمة مكسيكو، وهي محمية طبيعية بيئية وذلك من أجل الحفاظ على فصيلة نبات الصبار الذهبي المعروف عالمياً بالجولدن كاكتوس golden barrel cactus، فضلا عن حماية أكثر من ٥٠ نوعا آخر من النباتات الصبارية المختلفة تتعايش في مكان واحد.

٥. محمية القطب الشمالي الكبير: تم إنشاؤها بهدف الحفاظ على أندر النظم الإيكولوجية في القطب الشمالي، والأنواع الفريدة والمهددة بالانقراض من النباتات والحيوانات التي تعيش على الساحل الشمالي لشبه جزيرة تايمر والجزر المجاورة، وتبلغ مساحة هذه المنطقة المحمية ٦٩٢٤١ كم^{٢}، مما يجعلها أكبر محمية في روسيا وكل منطقة أوراسيا، فضلاً عن أنها واحدة من أكبر المحميات في العالم، وتضم نحو١٦٨ نوعاً من النباتات، هناك ١٥ نوعاً من الطحالب الكبدية، و ٧٤ نوعاً من السيقان الورقية، وتتميز المنطقة المحمية بوجود ١٥ نوعاً من الفطر ينتمي معظمها إلى الأنواع النادرة، ويوجد ٧٠ نوعاً من الثدييات وأكثر الثدييات شعبية في المحمية القوارض ويحدد عددها عدد الحيوانات المفترسة، والثعالب القطبية الشمالية، والدب القطبي، والرنة... والأنواع النادرة من النوارس مثل النورس الوردي وهو نوع نادر مدرج في الكتاب الأحمر للاتحاد الروسي والحوت بيلوجا.

وقل رب زدني علما
Damascus University

المراجع

باللغة العربية:

١. أبو شمة، محمود، وآخرون، الدراسات الجغرافية، مركز المناهج الفلسطينية، ٢٠١٧م.

٢. ابراهيم، علي عيسى، الفكر الجغرافي والكشوف الجغرافية، دار المعرفة الجامعية، جامعة الاسكندرية، ٢٠٠٠م.

٣. أرزقي، أربيح محند، انجراف التربة وحمايتها في التل الجزائي. المؤسسة الوطنية للكتاب. الجزائر. ١٩٨٥م.

٤. إ. أ. رادفورد، ج. كاتولو و ب. دي مونتمولان، المناطق النباتية الهامة في جنوب وشرق البحر المتوسط المواقع ذات الأولوية للحفظ، الاتحاد الدولي لصون الطبيعة، ٢٠١١م.

٥. بابكر كرار، عصام عباس، أساسيات الجغرافية الحيوية والأيكولوجية، كلية علوم الجغرافية والبيئة، جامعة الخرطوم، ٢٠١٥م.

٦. تشاح، عبد السلام، جغرافية النبات، دار إفريقيا الشرق، ١٩٩٠م.

٧. حليمي، عبد القادر، مدخل في الجغرافية المناخية والحيوية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر ١٩٨١م.

٨. الحمداني، عبد الأمير، مكانة الأفعى في المعتقدات الرافدانية، مجلة الآداب السومرية . العدد الثالث، السنة الأولى ٢٠٠٨م.

٩. الخفاف، علي، شلش علي، الحياتية الجغرافيا، دار الفكر، عمان، الأردن، ٢٠٠٠م.

١٠. الخوري، أكرم، وآخرون، الغطاء النباتي، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٣م.

١١. دراز، عمر، عبد الله مصري، المراعي في الوطن العربي، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، ٢٠١١م.

١٢. الدفاع، علي عبد الله، إسهام علماء العرب والمسلمين في علم النبات، مؤسسة الرسالة، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٥م.

١٣. دلو، برهان الدين، حضارة مصر والعراق، دار الفارابي، بيروت، ٢٠١٤ م.

١٤. دنتون، مايكل، التطور نظرية في أزمة، ١٩٨٥م، ترجمة آلاء حسكي، مؤمن الحسن، وآخرون، ط١، ٢٠١٧م.

١٥. سمير، معاذ، بصمات داروينفي الكون . هندسة الحياء وتطورها، دارإي الكتب، لندن ٢٠٢٠م.

١٦. سلوم، محمد غسان، سهيل نادر، علم البيئة النباتية، منشورات جامعة دمشق، ٢٠١٢م.

١٧. الشاذلي، محمد، علي المرسي، علم البيئة العام والتنوع، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠٠٠م.

١٨. الظاهر، نعيم، الجغرافية الحيوية، قضايا حيوية معاصرة، الطبعة العربية، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن عمان، ٢٠٠٩م.
١٩. عبد المجيد، فايد، جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية، بيروت ١٩٧١م.
٢٠. عبد الله، محمد كباشي، مدخل لدراسة الجغرافية الطبيعية، أغلفة الأرض، ٢٠٠٥م.
٢١. عبد العال، عادل، الطب القديم؛ خلاصة أسرار الأطباء القدامى من الطبيعة، ط٣، دار أجيال للنشر والتوزيع، القاهرة.
٢٢. عبد العظيم، أحمد محمد، تصنيف الكائنات الحية، جامعة قناة السويس، بلا تاريخ.
٢٣. عزيز، ستار، تصنيف النبات، جامعة بغداد، ٢٠١٧م.
٢٤. العسكر، محمود، عامر عبد المجيد، الغطاء النباتي وحفظ التربة، منشورات جامعة حلب، ١٩٩٥م.
٢٥. العودات، محمد عبدو، وآخرون الجغرافية النباتية، مطابع جامعة الملك سعود، الطبعة الثانية، ١٩٩٧م.
٢٦. عيسى، ناظم، الجغرافية النباتية والحيوانية، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٣م.
٢٧. الغريري، عبد العباس، سعدية الصالحي، جغرافية الغلاف الحيوي (النبات والحيوان)، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٩٨م.
٢٨. غنيمي،زين الدين عبد المقصود، أسس الجغرافية الحيوية، منشأة المعارف بالاسكندرية،٢٠٠١م.
٢٩. مسلماني، نجوى، عبد المنعم أحمد، البيئة وتوزع النبات الجغرافي، منشورات جامعة حلب، ١٩٩٨م.
٣٠. مهدي، عبد الخالق صالح، عبد الوالي أحمد الخليوي، الجغرافية النباتية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٩٩م.
٣١. الموسى، فواز، جغرافية المخاطر والكوارث الطبيعية، منشورات جامعة حلب، ٢٠١٨م.
٣٢. موسى، علي حسن، التغيرات المناخية، دار الفكر، دمشق،١٩٨٦م.
٣٣. الموصلي، عماد، الجغرافية النباتية والحيوانية، منشورات جامعة دمشق، ١٩٨٩م.
٣٤. الواصل، ياسمين، نطاقات الغطاء النباتي، جغرافية حيوية، ٢٠١٨م.
٣٥. وهدان، وهدان، دور علم المناخ الحيوي في رصد تأثيرات البيئة على الإنسان، ٢٠٠٩م.
٣٦. الوهيبي، منى، تصنيف نباتات زهرية، جامعة الملك سعود، ٢٠١٤م.
٣٧. هولاند، بيتر، المملكة الحيوانية، ترجمة منير علي الجنزورين، ط١، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، ٢٠١٦م.

باللغة الأجنبية:

1. Huetz De Lemps: la végétation de la terre. Masson et C ie Editeurs. Paris. 1970.
2. P. Estienne, A. Godard: climatologie. Armand Colin. Paris. 1970.
3. P. Pédelaborde: Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES. Paris. 1970.
4. R. Emsalem: climatologie générale. SNED. Alger. 1970.
5. Escourou. G: climat et environnement. Masson.1981.
6. Grisolet, H et autres: climatologie, Méthodes et pratiques. Gautier–villars. Paris.1962.
7. Tabeaud. M: la climatologie générale. Armand Colin. Paris. 1998.
8. Péguy. Ch, P: Précis de climatologie. Masson. Paris. 1970.
9. A. Huetz De Lemps: la végétation de la terre. Masson et C ie Editeurs. Paris. 1970.
10. P. Estienne, A. Godard: climatologie. Armand Colin. Paris. 1970.
11. P. Pédelaborde: Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES. Paris. 1970.
12. R. Emsalem: climatologie générale. SNED. Alger. 1970.
13. Escourou. G: climat et environnement. Masson.1981.
14. Grisolet, H et autres: climatologie, Méthodes et pratiques. Gautier–villars. Paris.1962.
15. Raunkiær (1934) The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press

مواقع الشابكة العلمية:

1. www.qalqilia.edu.ps
2. http://animalgroup2.blogspot.com/p/blog–page_31.htm
3. http://ar.wikipedia.org
4. https://www.google.com/search
5. http://www.sudaress.com/akhirlahza 11 – 2 –2014

المكتبة الجغرافية:

https://geography-library.blogspot.com/2012/04/blog-post_21.html

- **P.J. Darlington,** 1957. The zoogeography: The geographical distribution of animals. Wiley Publ. New York. Krieger Pub. Co. (June 1980).
- **Wilma George,** 1962. Animal geography. Heinemann Edu. Books Ltd.
- **John C. Briggs,** 1974. Marine zoogeography (Population Biology).
- **Frank Evers Beddard,** 2008. A Text-Book of zoogeography. Published by BiblioBazaar, LLC, 2008.
- **Miklos D. F Udvardy,** 1969. Dynamic zoogeography: With special reference to land animals. Van Nostrand Reinhold (1969).
- **L F De Beaufort,** 1951. Zoogeographyof the Land & Inland Waters.
- **S.K. Tiwari,** 1985. Zoogeographyof India And South East Asia. International Book Dist. Dehra Dun.
- **S. K. Tiwari,** 2006. Fundamentals of World zoogeography. Vedams eBooks (P) Ltd (India). (Sarup & Sons, Ansari Rd. Daryaganj, Delhi).
- **S K Tiwari,** Faunal Regions of the World. Vedams eBooks (P) Ltd (India).
- **John R. Merrick,** 2006. Evolution and Biogeography of Australasian Vertebrates. Publisher: Ausci (January 2006)
- **Alfred Russel Wallace,** 1876. The Geographical Distribution of Animals, With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface. (New York: Harper and Brothers, 1876).
- **A.R. Wallace,** 1962. The geographical distribution of animals. Hafner Publ. Co.

اللجنة العلمية:

الدكتور أمين طربوش

الدكتورة فاتنة الشعال

الدكتورة مريم عيسى

المدقق اللغوي:

الدكتورة صفية جنيدي

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات