وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

هدية
الاستاذ الدكتور ماجد السيد ولي محمد

جغرافية
الاقاليم المناخية

د . علي شلش	د . احمد حديد	د . ماجد ولي
استاذ مشارك	استاذ مشارك	مدرس
جامعة البصرة	جامعة بغداد	جامعة البصرة

طبع على نفقة جامعة بغداد

مطبعة جامعة بغداد – ١٩٧٨

مقدمـــــة

لقد اولت القيادة السياسية وحكومة الثورة في قطرنا عناية بالغة للتعليم الجامعي تقديرا منها لاهميته الكبيرة في تربية الاجيال وتوجيهها توجيها هادفا للخطط الخاصة بالتنمية القومية وانطلاقا من هذا الهدف كان لابـد مـن ان تدخل الثورة هذا المجال المهم فكانت المناهج الدراسية من الاهداف التى نالت الحظوة المتقدمة .

وكتاب جغرافية الاقاليم المناخية الذي خصص لطلبتنا الذين سـوف يتخصصون في حقول المعرفة الجغرافية في اقسام الجغرافية من كليات الاداب قد تضمن مقدمة وخمسة ابواب ، تناولت المقدمة منها تعريفا بالمناخ وتطوره وعلاقته بالعلوم الاخرى واحتوى الباب الاول على ثلاثة فصول هي العوامـل الخارجية والداخلية المؤثرة في مناخ الاقاليم وعلاقة التضاريس بالمناخ واثرها بينما تضمن الباب الثاني فصلين هما المناخ المحلي والتفصيلي ثم التطبيقـات العملية للابحاث المناخية في المجالات المختلفة . أما الباب الثالث فقـد بحث في تطور مناخ الكرة الارضية والظروف المناخية على مر العصـور ونظريات تفسيرها ، بينما تناول الفصل الاول من الباب الخامس التصانيف المناخيـة وفصله الثاني الاقاليم المناخية .

ولا يخفى ان الخبرة التدريسية كانت خير عـون لنـا في تفهـم وحل المشاكل التي تواجه طلبتنا في هذا الموضوع وتشخيص حقل المعرفة الـذي ينقص تكاملهم العلمي ، وقد دفعنا ذلك الى اتباع اسلوب تبسيط المادة العلمية قدر الامكان على ان لا يخل ذلـك بالتكامل العلمي ، كما استعملنا الكثير مـن الصور والمخططات لبيان الظاهرات المناخية الصعبة . ولاننكر ان واجهتنـا بعض المصاعب بالنسبة لموضوعات معينة وذلك لا لقلة بل لعدم توفر المراجع وما كتب عنها بلغتنا اضافـة الى قلة المراجـع المتوفرة وما كتـب عنهـا باللغات الاجنبية .

ومع ذلك فاننا لا ندعي الكمال في ما قمنا به الا انـه يســـاهم مساهمة متواضعة ويسد بعض الفراغ في مثل مجالاته التى تضمنها ، راجين ان يكون ذلك لاخواننا الافاضل من الباحثين فاتحة لكتب اخرى وبحوث جديدة ومدخلا لدراسات عميقة في هذه الحقول من المعرفة الجغرافية ، الامر الذي يزيد من الاسهام في خدمة وطننا ، كما نامل ان نكون قد قدمنا الى المكتبة العربية جهدا يستفيد منه الباحث الجغرافي والطالب الجامعي الذي سوف يتخصص بجانب من المعرفة الجغرافية والله من وراء القصد .

المؤلفـــون

يهتم بدراسة الاحوال الجوية السائدة من يوم لاخر ، من **اقدم العلوم في نشأتها** وتاريخها ، اذ انها نشأت منذ بدأ الانسان البدائي يهتم **بمعرفة أسباب** ما يحدث في بيئته من ظواهر كونية خصوصا العنيفة منها كالعواصف والبروق والرعود التي كان يفسرها تفسيرا يتناسب مع عقله ومداركه البدائية .

وقد كان الصينيون من اقدم الشعوب التي اهتمت **بملاحظة الجو ومظاهره ، اذ ان زراعهم بدأوا منذ حوالي ٢٠٠٠ سنة مضت التنبأ باقتراب** الفصول على أساس مراقبة النجوم وتقدير مواقعها . وقد كان للاشوريين والبابليين طرقهم الخاصة للتنبؤ بتغيرات الجو . وكذلك المصريون القدماء كانت لهم معتقداتهم الخاصة ببعض الظاهرات الجوية . أما اليونانيون القدماء فكانوا يؤمنون بأن الظاهرات الجوية ما هي الا من عمل بعض آلهتهم ، ولكن رغم سيطرة هذه العقائد فقد ظهر في اليونان بعض المفكرين الذين اخذوا يفسرون مايحدث من تغيرات في الجو على اساس علمي واقعي . ويعتبر **ارسطو من اعظم هؤلاء المفكرين اذ الف كتابا أسماه المتيورولوجيا** (Meteorologia) ودرس فيه كثيرا من الظاهرات الجوية دراسة واقعية ومنطقية ، الا انه كغيره من المفكرين لم تكن دراستهم علمية لعدم توفر الاجهزة اللازمة لقياس مظاهر الجو المختلفة . ولهذا كانت معظم آرائهم وتفسيراتهم ونظرياتهم تفتقر الى التحقيق والبرهان ، علما انهم كانوا اول من حدد نظام الفصول وتعاقبها على مدار السنة ، وهم اول من قسم الكرة الارضية الى مناطق حرارية هي المنطقة الحارة التي تقع بين المدارين والمنطقتان الشمالية والجنوبية اللتان تقعان الى الشمال والجنوب من المنطقة الحارة والمنطقتان المتجمدتان اللتان تقعان عند القطبين الشمالي والجنوبي .

وقد قلت الدراسات الجوية بعد ارسطو فترة طويلة من الزمن حيث لم يطرأ عليها اي تغير ملحوظ في زمن الرومان الى ان جاء العرب الذين كان لهم فضل كبير في تطور الدراسات الخاصة بالميتورولوجيا والمناخ . لقد آمن الجغرافيون العرب والمسلمون بالاسس التي وضعها اليونانيون لعلم المناخ

وعملوا على تطويرها والتعمق بدراستها والوصول الى نتائج واراء لا تختلف عن الاراء الحديثة في علم المناخ . فهم اول من درس الدورة الهوائية العـــامة على سطح الكرة الارضية نتيجة لرحلاتهم البحرية وخاصة في المحيط الهندى التي كانت سفنهم تبحر فيه بلا توقف طيلة اشهر السنة لنقـــل البضـائع والمسافرين بين الجزيرة العربية وسواحل الشرق الاقصى من آسيا ، وبذلك فهم اول من اكتشف نظام الرياح الموسمية ، وهم الذين اسموها بهذا الاسم الذي بقى الاوربيون يستخدمونه الى هذا اليوم في كتاباتهم الجغرافية .

وقد كان المسعودي والبيروني واخوان الصفا وابن خلدون مـــن ابرز المشاركين من العرب والمسلمين في الابحاث المناخية . ففي كتابه (التنبيـــه والاشراف) قام المسعودي بدراسة جوانب قيمة ومتعددة في حقل الجغرافية المناخية ، فهو اول جغرافي عربي ناقش العوامل المؤثرة في مناخ الاقاليم تماما كما تناقش اليوم في الدراسات الحديثة للاقاليم الجغرافية . وجاءت دراسته للدورة العامة للرياح وتوزيعها على سطح الكرة مقاربة جدا للتوزيع الحديث لها ما بين تجارية شرقية وعكسية غربية وقطبية شرقية كما جاء تحديده لصفاتها وخصائصها من حيث رطوبتها وجفافها ودفئها وبرودتها مطابقا جدا للدراسات الحديثة وفي دراسته لاثر انتقال الشمس بين مداري السرطان والجدي على توزيع الرياح واختلافها باختلاف فصول السنة سجل المسعودي آراء قريبة جدا من الاراء الحديثة حول الموضوع .

اما بالنسبة للبيروني فهو اول من قام بدراسة نظام سقوط الامطـار في الهند واثر امتداد جبال الهملايا من الغرب الى الشرق على غزارة الامطـــار في بعض جهات الهند . والحقيقة يعتبر شرح البيروني لنظام سقوط الامطـــار الموسمية في الهند ، من افضل وادق ما كتب في الجغرافية المناخية القديمة

اما بالنسبة لمساهمة اخوان الصفا في الجغرافية المناخية فقد تناولت موضوعات متعددة وكانت نتائجهم دقيقة وقريبة كل القرب من التقديرات الحديثة للكثير من الظواهر المناخية ، كظاهرة تكون السحب والامطار وعلاقة التبخر بالحرارة وكيفية حدوث ظاهرة الضباب والندى والصقيع ، وأثر الجبال وامتدادها على سير الرياح والتكاثف وتساقط الامطار ، كما وكانوا اول من ذكر بان الغلاف الغازي يتكون من ثلاث طبقات اعلاها طبقة حارة وتسمى الاثير واوسطها باردة وتسمى الزمهرير واسفلها معتدلة او مختلفة في اعتدال حرارتها وتسمى النسيم . وهذه هي الطبقات وصفاتها المناخية التي يقسم العلماء اليوم الغلاف الجوي الى طبقات مشابهة لها هي طبقة (التروبوسفير) وهي الطبقة التي تعلو سطح الارض مباشرة وتتميز باعتدال حرارتها التي تأخذ بالتناقص التدريجي كلما ازداد الارتفاع ، وطبقة (الستراتوسفير) وهي الطبقة الوسطى التي تلي طبقة التروبوسفير وتتميز بارتفاع درجة حرارتها في قسمها الاسفل وانخفاض حرارتها انخفاضا شديدا في قسمها الاعلى ، وطبقة (الاينوسفير) وهي اعلى طبقات الغلاف الغازي التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا كبيرا . علاوة على هذا جاء اخوان الصفا بحقائق مناخية كثيرة جدا حيث انهم اكدوا على الهواء الذي يحيط بالكرة الارضية بانه لا يتسخن مباشرة بسبب مرور اشعة الشمس من خلاله وانما يتسخن من اشعة الشمس التي تنعكس اليه من سطح الارض . ومن الحقائق المناخية التي اوردها اخوان الصفا هي تفسيرهم ان اختلاف درجات الحرارة من جهة الى اخرى يرجع الى زاوية ميل اشعة الشمس الساقطة على سطح الارض ، وبذلك عللوا انخفاض درجة الحرارة في القطبين الشمالي والجنوبي وارتفاع درجة حرارة المنطقة الاستوائية تعليلا علميا دقيقا لا يختلف مطلقا عن التحليل الحديث للحالة الحرارية السائدة فيها .

اما ابن خلدون فقد ناقش في مقدمته الشهيرة الظروف المناخية للاقاليم

السبعة واثارها على السكان من حيث بنية اجسامهم ولون بشرتهم وطباعهم وخلقهم ومزاجهم .

والحقيقة ان الدراسات التي قدمها العلماء العرب في علم المناخ والنتائج التي توصلوا اليها والحقائق التي اوردوها في كتبهم في هذا المجال تعتبر رائدة ومتقدمة جدا بالنسبة لما توصل اليه علماء اليونان من قبل ، انها كانت دراسات رائدة فتحت الباب على مصراعيه واسعا للدراسات الحديثة والحقائق العلمية في علم المناخ وذلك على الرغم من عدم توفر المراصد الجوية والاحصاءات المناخية .

فبالرغم من أن الدراسات المناخية في الجغرافية العربية اعتمدت على الملاحظة الدقيقة والتحليل الشخصي واستندت في الاساس على آراء وافكار علماء اليونان ، فانها كانت الاساس الذي قامت عليها الدراسات الحديثة في علمي المتيورولوجيا والمناخ التي بدات تخطو خطوات واسعة منذ القرن السابع عشر بفضل اختراع بعض اجهزة الرصد وتسجيل المعلومات الخاصة بالضغط الجوي والحرارة وكمية الامطار وتوزيعها الفصلي والشتوي وتوزيعها الفصلي والسنوي ومن غير شك كان لهذه الاجهزة على بساطتها الفضل الاكبر في تحويل دراسة الظواهر الجوية من الاعتماد على الملاحظة الشخصية الى القياسات العلمية الدقيقة . ففي عام ١٦٠٧ اخترع غاليلو الايطالي اول محرار لقياس حرارة الجو ، وتبعه تلميذه تورشلي في اختراعه للبارومتر الزئبقي الذي اخذ يستعمل في قياس الضغط الجوي عام ١٦٤٣ . ونتيجة لهذين الاختراعين انشئت عدة مراصد جوية في قارة اوربا لغرض قياس حرارة الهواء والضغط الجوي وفي امريكا الشمالية بعد ذلك بقليل . وقد اخذ عدد المراصد الجوية يزداد في أوربا بصورة مضطردة حتى بلغ عددها في عام ١٨٠٠ اثنى عشر مرصدا وخمسة مراصد في الولايات المتحدة الامريكية، الا ان الدراسات الجوية والمناخية بقيت على نطاق محلي ضيق لا يتعدى مناطق محطات الرصد والجهات القريبة منها وذلك لعدم وجود اتصال مباشر بين هذه المحطات الجوية حتى

اما بالنسبة لمساهمة اخوان الصفا في الجغرافية المناخية فقد تناولت موضوعات متعددة وكانت نتائجهم دقيقة وقريبة كل القرب من التقديرات الحديثة للكثير من الظواهر المناخية ، كظاهرة تكون السحب والامطار وعلاقة التبخر بالحرارة وكيفية حدوث ظاهرة الضباب والندى والصقيع ، واثر الجبال وامتدادها على سير الرياح والتكاثف وتساقط الامطار ، كما وكانوا اول من ذكر بان الغلاف الغازي يتكون من ثلاث طبقات اعلاها طبقة حارة وتسمى الاثير واوسطها باردة وتسمى الزمهرير واسفلها معتدلة او مختلفة في اعتدال حرارتها وتسمى النسيم . وهذه هي الطبقات وصفاتها المناخية التي يقسم العلماء اليوم الغلاف الجوي الى طبقات مشابهة لها هي طبقة (التروبوسفير) وهي الطبقة التي تعلو سطح الارض مباشرة وتتميز باعتدال حرارتها التي تأخذ بالتناقص التدريجي كلما ازداد الارتفاع ، وطبقة (الستراتوسفير) وهي الطبقة الوسطى التي تلي طبقة التروبوسفير وتتميز بارتفاع درجة حرارتها في قسمها الاسفل وانخفاض حرارتها انخفاضا شديدا في قسمها الاعلى ، وطبقة (الاينوسفير) وهي اعلى طبقات الغلاف الغازي التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا كبيرا . علاوة على هذا جاء اخوان الصفا بحقائق مناخية كثيرة جدا حيث انهم اكدوا على الهواء الذي يحيط بالكرة الارضية بانه لا يتسخن مباشرة بسبب مرور اشعة الشمس من خلاله وانما يتسخن من اشعة الشمس التي تنعكس اليه من سطح الارض . ومن الحقائق المناخية التي اوردها اخوان الصفا هي تفسيرهم ان اختلاف درجات الحرارة من جهة الى اخرى يرجع الى زاوية ميل اشعة الشمس الساقطة على سطح الارض ، وبذلك عللوا انخفاض درجة الحرارة في القطبين الشمالي والجنوبي وارتفاع درجة حرارة المنطقة الاستوائية تعليلا علميا دقيقا لا يختلف مطلقا عن التحليل الحديث للحالة الحرارية السائدة فيها .

اما ابن خلدون فقد ناقش في مقدمته الشهيرة الظروف المناخية للاقاليم

السبعة واثارها على السكان من حيث بنية اجسامهم ولون بشرتهم وطباعهم وخلقهم ومزاجهم .

والحقيقة ان الدراسات التي قدمها العلماء العرب في علم المناخ والنتائج التي توصلوا اليها والحقائق التي اوردوها في كتبهم في هذا المجال تعتبر رائدة ومتقدمة جدا بالنسبة لما توصل اليه علماء اليونان من قبل ، انها كانت دراسات رائدة فتحت الباب على مصراعيه واسعا للدراسات الحديثة والحقائق العلمية في علم المناخ وذلك على الرغم من عدم توفر المراصد الجوية والاحصاءات المناخية .

فبالرغم من أن الدراسات المناخية في الجغرافية العربية اعتمدت على الملاحظة الدقيقة والتحليل الشخصي واستندت في الاساس على آراء وافكار علماء اليونان ، فانها كانت الاساس الذي قامت عليها الدراسات الحديثة في علمي المتيورولوجيا والمناخ التي بدات تخطو خطوات واسعة منذ القرن السابع عشر بفضل اختراع بعض أجهزة الرصد وتسجيل المعلومات الخاصة بالضغط الجوي والحرارة وكمية الامطار وتوزيعها الفصلي والشتوي وتوزيعها الفصلي والسنوي ومن غير شك كان لهذه الاجهزة على بساطتها الفضل الاكبر فيتحويل دراسة الظواهر الجوية من الاعتماد على الملاحظة الشخصية الى القياسات العلمية الدقيقة . ففي عام ١٦٠٧ اخترع غاليلو الايطالي اول محرار لقياس حرارة الجو ، وتبعه تلميذه تورشلي في اختراعه للبارومتر الزئبقي الذي اخذ يستعمل في قياس الضغط الجوي عام ١٦٤٣ . ونتيجة لهذين الاختراعين انشئت عدة مراصد جوية في قارة اوربا لغرض قياس حرارة الهواء والضغط الجوي وفي امريكا الشمالية بعد ذلك بقليل . وقد اخذ عدد المراصد الجوية يزداد في أوربا بصورة مضطردة حتى بلغ عددها في عام ١٨٠٠ اثنى عشر مرصدا وخمسة مراصد في الولايات المتحدة الامريكية، الا ان الدراسات الجوية والمناخية بقيت على نطاق محلي ضيق لا يتعدى مناطق محطات الرصد والجهات القريبة منها وذلك لعدم وجود اتصال مباشر بين هذه المحطات الجوية حتى

عام ١٨٣٢ حيث اخترع التلغراف واستخدم في تبادل المعلومات المناخية بين محطات الرصد المختلفة في كل من قارة أوربا وامريكا الشمالية وتبع ذلك انشاء دائرة حكومية في بريطانيا في عام ١٨٥٤ كانت مهمتها جمع المعلومات المناخية من جميع المحطات الاوربية وتسجيل تلك المعلومات على خرائط يومية كانت بحق طليعة الخرائط الخاصة بالطقس في العالم .

اما في امريكا الشمالية فقد اسست مؤسسة سمثسونين (Smithsonian Institute) التي اخذت على عاتقها جمع **المعلومات** الجوية الخاصة بالولايات المتحدة ووضعها على خرائط تحت اشراف رئيسها البروفسور كليفلاند الذي استطاع عمل أول خريطة للتنبوءات الجوية لمدينة سنسناتي في عام ١٨٦٩ .

وبعد ان تجمعت **المعلومات** الجوية خلال القرن التاسع عشر وازداد عدد الارصاد الجوية ، **اخذت الدراسات الميتورولوجية والمناخية تتقدم بسرعة** وظهرت كثير من الفرضيات والنظريات المختلفة في علم الميتورولوجيا ، كان من اهمها نظرية العالم الالماني دوف Dove (Heinrich Wilhelm) القائلة بان العواصف الجوية ماهي الا نتيجة لالتقاء الرياح القطبية بالرياح الاستوائية، **ونظرية بايوس بالوت** (Buys Ballot) **القائلة ان سبب سرعة وتغير** اتجاه الرياح يعود الى اختلاف توزيع الضغط الجوي على سطح الكرة الارضية والتي تقول انك اذا ادرت ظهرك للرياح الهابة في النصف الشمالي من الكرة الارضية فان منطقة الضغط المنخفض ستكون على يسارك . وحتى هذا **الوقت كانت معظم التنبؤات الجوية تنبؤات محلية بصورة خاصة على معرفة** المنبىء الجوي بالظروف المناخية السائدة في منطقته وعلى معدل حالة الجو بدلا من انهاكانت تقوم على تحليل حركة الهواء العامة على نطاق عالمي واسع . وظلت هذه الحالة هي السائدة حتى الحرب العالمية الاولى عام ١٩١٤ التي كان لها اكبر الفضل على تقدم الدراسات الميتورولوجية والمناخية خاصة وانه تحسنت الالات الخاصة بقياس عناصر المناخ والطقس وعملية رصدها

وتسجيلها . وفي نهاية الحرب العالمية الاولى تقريبا قام كل من وليم بركنز Vilhelm Bjerknes وزوج ابنته النرويجيين بتقديم نظرية الجبهة القطبية ودراسة الكتل الهوائية والجبهات المناخية في النرويج بصورة خاصة وفي أوربا بصورة عامة ونشرا عدة ابحاث لا تزال معمولا بها حتى وقتنا الحاضر ، ثم تلا ذلك دراسة الطبقات الجوية العليا في الولايات المتحدة تحت اشراف العالم (Carl J. Rossby) كارل رزبي ، وقد ساهم في جمع المعلومات المناخية في تلك الطبقات العالية من الجو الطائرات ، والبالونات والراديو والاقمار الاصطناعية وغيرها من الادوات الكهربائية والالكترونية التي زادت معلومات الانسان زيادة كبيرة عن حالة الجو ليس فقط بالقرب من سطح الارض وانما على مسافات وابعاد شاسعة والتي كان من نتائجها هو تبديل وتعديل واحيانا تغير النظريات القديمة باخرى جديدة تقوم على ما جمع من معلومات بواسطة هذه الوسائل الخاصة بتسجيل عناصر الجو للطبقات الهوائية العليا . فاليوم يعتبر علم الانواء الجوية من اهم العلوم الطبيعية واكثرها تشعبا وتعقيدا حيث ان الدراسات الجوية اخذت تهتم ليس فقط بدراسة حالة الطقس السائد بالقرب من سطح الارض وانما على الحالة الجوية للطبقات العليا منه .

وبفضل ما جمع من معلومات مناخية عن الهواء بارتفاعات مختلفة فان كلا من علم الانواء الجوية والمناخ أصبحا من اهم العلوم التطبيقية ليس فقط في عالم المواصلات خاصة الجوية والبحرية وانما دراستهما والتعرف على الحالة الجوية اصبح امرا ضروريا بالنسبة لعلم الهندسة المعمارية وعلم التخطيط والري والزراعة وغيرها من العلوم الاخرى التي لابد لدارسها من الالمام بحالة الجو اليومية والظروف المناخية السائدة على الاقل في منطقته .

ونتيجة لاهمية المعلومات المناخية ليس فقط في القطر الواحد وانما في العالم كله ، تأسست في هيئة الامم المتحدة منظمة الانواء الجوية العالمية ومركزها (The World Meteorological Organization [wmo])

مدينـــة جنيف في ســويسرا في عام ١٩٥١ التي تطورت من منظمة الانـــواء الجـــوية العالميـــة (The International Organization)

التي أسست عام ١٨٧٨ ومهمة هذه المنظمة هي تجهيز المعلومات المناخية ونشر الاحصاءات واصدارها سنويا وتوزيعها في العالم لكي يمكن معرفـــة الاحوال المناخية السائدة لا في اقليم معين وانما في العالم كله .

وتوجد اليوم شبكة عظيمة الاتساع من محطات الارصاد الجوية في العالم تصدر عن كل منها بيانات منظمة لعناصر المناخ كالحرارة والضغط الجـــوي والرطوبة وسرعة الرياح واتجاهها وكمية الامطار وفصل سقوطها ، وجميـــع هذه العناصر تقاس وتقرأ وتسجل في جميع المحطات يوميا وبصورة منتظمة في جميع انحاء العالم .

بالاضافة الى قياس العناصر المناخية وتسجيلها يوميا تقوم المراصـــد المختلفة بحساب متوسطات او معدلات هذه العناصر خلال مدة معينة لعدد من السنين لكي تعطي صورة صحيحة عن حالة المناخ السائدة في الاقاليم ، ومن المتفق عليه دوليا ان احسن مدة يمكن حساب هذه المعدلات على اساسها هي ٣٥ سنة ، حيث يتوقع ان تكون هذه المدة كافية لاظهار جميع ما يحدث من تقلبات جوية متطرفة يحتمل ان تقع في بلد معين او اقليـــم معين ، الا انه نتيجة لعدم توفر احصاءات في كثير من انحاء العالم لهذه الفترة الطويلة لحداثة نشأة هذه المحطات فان حساب المعدلات يتم على اساس عدد السنين المتوفرة احصاءات لها على ان تلك المعدلات يجب ان تعتبر تقريبية وليســـت حقيقية اذ ان المناطق الواقعة في العروض المتوسطة والعليا لا يمكن اعطـــاء فكرة ثابتة وقريبة من الصحة عنها الا اذا كانت المعلومات المناخية لفترة لا تقل عن ٣٥ سنة ، اما المنطقة الاستوائية فان قراءات لخمس سنين للعناصر المناخية كافية لاعطاء فكرة قريبة من الواقع خاصة وان هذه المنطقة يتمثل فيها مناخ ثابت الصفات دون حدوث تغيرات فجائية او متطرفة خلال العام الواحد .

وتجدر الاشارة هنا الى أن المتوسطات او المعدلات لعناصر المناخ المختلفة غالبا ما تخفي كثيرا من حالات التطرف ذات الاثر الفعال في حياة النبات والحيوان والانسان ، وكثيرا ما تظهر حالات غير موجودة فعلا ، أى انها لا تظهر الحالة المناخية بصورة حقيقية واقعية ، فمثلا لو اخذنا معدل درجات الحرارة لمدينة الرياض لشهر ايلول مثلا نجد ان المتوسط او المعدل لا يمثل اي درجة من درجات الحرارة التي سجلت في ذلك الشهر ، أي ان القراءات للاربع والعشرين ساعة كثيرا ما تكون اساسا لاستخراج المعدل اليومي بجمعها وتقسيمها على ٢٤ ساعة او جمع اعلى درجة للحرارة وادنى حرارة سجلت في الرياض ولنفرض يوم ٣٠ أيلول وتقسيم الحاصل على اثنين ، ولنفرض ان اعلى درجة سجلت في ذلك اليوم كانت ٤٠ درجةمئوية وادنىدرجة سجلتلنفساليوم ٢٠ درجةمئوية، فالمجموع هو ٦٠ تقسم على اثنين فالمتوسط هو ٣٠ درجة مئوية. وهذه اخفت درجات الحرارة المتطرفة التي هي فعلا سجلت في ذلك اليوم وليس المعدل الذي لا يمثل أيا من القراءتين ، وطبعا تجمع المعدلاتاليومية لشهر ايلول لسنة ١٩٧١ مثلا وتقسم على عدد ايام الشهر فيستخرج في هذه الحالة متوسط او معدل المتوسطات او المعدلات اليومية وليس القراءات الحقيقية التي سجلت في الرياض فعلا ، ثم اذا ما أريد معرفة معدل الحرارة لشهر ايلول ليس لسنة واحدة وانما لنفرض لعشر سنوات ففي العادة تجمع معدلات السنوات المعنية وتقسم على عددها والناتج هو متوسط درجات الحرارة لمدينة الرياض لمدة عشر سنوات وقد يكون هذا المعدل غير ممثل في أي سنة منها . وما قيل عن الحرارة يمكن أن يقال عن الامطار ايضا ولنفرض الرياض التي قد تمر عدة سنوات بدون قطرة من المطر ، وفي سنة واحدة تسقط كمية معينة من الامطار وربما في يوم من تلك السنة ولفترة قصيرة قد تكون لنصف ساعة ، وحينما يراد استخراج معدل ما يسقط من الامطار في السنة فسوف تقسم تلك الكمية على عدد اشهر السنة ، واذا أريد استخراج معدل المطر للفترة الزمنية لعشر سنوات فسوف تقسم كمية المطر الساقطة في ذلك اليوم على عدد السنوات وبذلك يكون المعدل او المتوسط قد أخفى الصورة الحقيقيةلحالة المطر

في مدينة الرياض ، اذ بعبارة اخرى ليس هنـاك مايدل الباحث الذى يعيش خارج العربية السعودية الى ما يشير الى ان هذا المعدل جاء نتيجة لسقوط المطر فيها في نصف ساعة من يوم معين وفي سنة معينة في مدينة الرياض ولم تكن موزعة توزيعا عادلا على اشهر السنة او المدة المعينة وهنا تكمن خطورة الاعتماد في الدراسات المناخية على المعدلات والمتوسطات وبهذا يمكن القول ان المعدلات او المتوسطات سواء كانت يومية او شهرية او سنوية او لعدة سنوات لايمكن ان تكفي بمفردها لاعطاء صورة دقيقة للعلاقة بين المناخ والنبات والحيوان وغيرها من الامور المتعلقة بالدراسات المناخية ما لم تؤخذ بنظر الاعتبار القراءات اليومية لعناصر المناخ وخاصة الحالات المتطرفة منها .

والحقيقة ان الدراسات المناخية تعتمد بالدرجة الاولى على المعـدلات والمتوسطات لعناصر المناخ المختلفة ولذا كلما كانت الفترة الزمنية طويلة كانت نتائج الدراسة المناخية اقرب الى واقع الظروف المناخية السائدة في هذا الاقليم او ذلك . بعبارة اخرى ينبغي على طالب الجغرافية دراسة العوامل الخارجية والداخلية والتي تؤدي الى بروز الاقليمية في المناخ قبل دراسته للاقاليم المناخية على سطح الكرة الارضية . ان دراسة العوامل التي تبرز الاقليمية في المنـاخ تعتبر أساسية لتفهم الخصائص والمميزات التي تميز الاقاليم المناخية بعضها عن بعض سواء كانت عوامل خارجية او داخلية .

الباب الاول

العوامل المؤثرة في منـــاخ الاقاليم

الفصل الاول .

العوامل الخارجية المؤثرة في مناخ الاقاليم

العـــامل الاشـــعاعي

يعتمد تسخين الارض وكذلك تعتمد الطاقة اللازمـــة لتحريك الرياح والتيارات المحيطة على مايرد الارض من طاقة شمسية . ولا تصل أشعة الشمس بصورة عمودية على كل جهات الارض بل تكون عمودية فوق المنطقة المداريـــة فقط وتميل تدريجيا كلما ابتعدنا عنها نحـــو القطب الشمالي أو الجنوبي . اضافة الى ذلك فان مجموع الطاقة المستلمة في ٢٤ ساعة تعتمد ايضا عـــلى طول النهار أو الفترة بين شروق الشمس وغروبها وبسبب هذا العامل فـــان مجاميع كمية الاشعاع الشمسي اليومي يكون كبيرا عند القطبين في منتصف الصيف رغم أن قيمة الاشعاع الشمسي ككل تزيد في المنطقة الاستوائية مرتين ونصفا عن قيمتها في المنطقة القطبية . ومن المعلوم ان مدار الارض حـــول الشمس يكون بيضويا وعليه فان المسافة بين الشمس والارض تكـــون على **اقصرها في شهري كانون الاول وكانون الثاني ويعني ذلك أن اكبر طاقة يومية** واصلة من الاشعاع الشمسي تكون في صيف القارة القطبية الجنوبية .

وعلى الرغم من الثبات النسبي لمقدار ما يصـــل من الاشعاع الشمسي لسطح الارض فان هناك بعض الدلائل على وجود بعض التذبذب في قوة ذلـك الاشعاع ، وتقدر بحوالي ٥و.٪خلال ١١ سنة وهي الفترة التي تستغرقها **دورة البقع الشمسية . ومن المحتمل ان يختلف ذلك لاجزاء قليلة بالمئة خلال** فترات تبلغ حوالي قرنين او اكثر ، **ومن المعتقد** ان هذا التذبذب قد يؤدي الى حدوث تغيرات في الرياح السائدة وفي انماط الطقس من سنة لاخرى .

ويتكون الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض من عدة انواع من الامواج الضوئية والحرارية تختلف في خصائصها العامة وهي :

١ – الاشعة الضوئية وتكون حوالي ٣٧٪ من مجموع الاشعاع الشمسي وتتراوح اطوالها بين ٣ر٠ – ٨ر٠ ميكرون (الميكرون = ١/١٠٠٠ ملم) .

٢ – اشعة غير مرئية وهي الاشعة الحرارية وتكون حوالي ٥١٪ من مجموع الاشعاع الشمسي وهي اطول من الموجة السابقة ، اذ يتراوح اطوالها بين ٨ر٠ – ٩ر٠ ميكرون .

٣ – الاشعة فوق البنفسجية وهي اقصر الموجات وطولها بين١و٠–٤و٠ميكرون ومعظم هذه الاشعة لا تصل الى سطح الارض رغم انها تكون حوالي ١٢٪ من مجموع الاشعاع ، اذ يقوم غاز الاوزون بحجزها وتشتيتها معطيا بمساعدة بعض الاشعة الزرقاء اللون الازرق للسماء .

المناخ الشمسي الارضي :

تعتبر دائرة العرض او اشعة الشمس الساقطة عليها العامل الرئيس المسيطر على المناخ في الكرة الارضية اذ لو استبعدت بقية العوامل الاخرى فان كل نقطة تقع على دائرة عرض معينة سيكون مناخها مشابها تماما للنقاط الاخرى الواقعة على نفس دائرة العرض وهذا ما يحصل على سطح القمر على سبيل المثال .

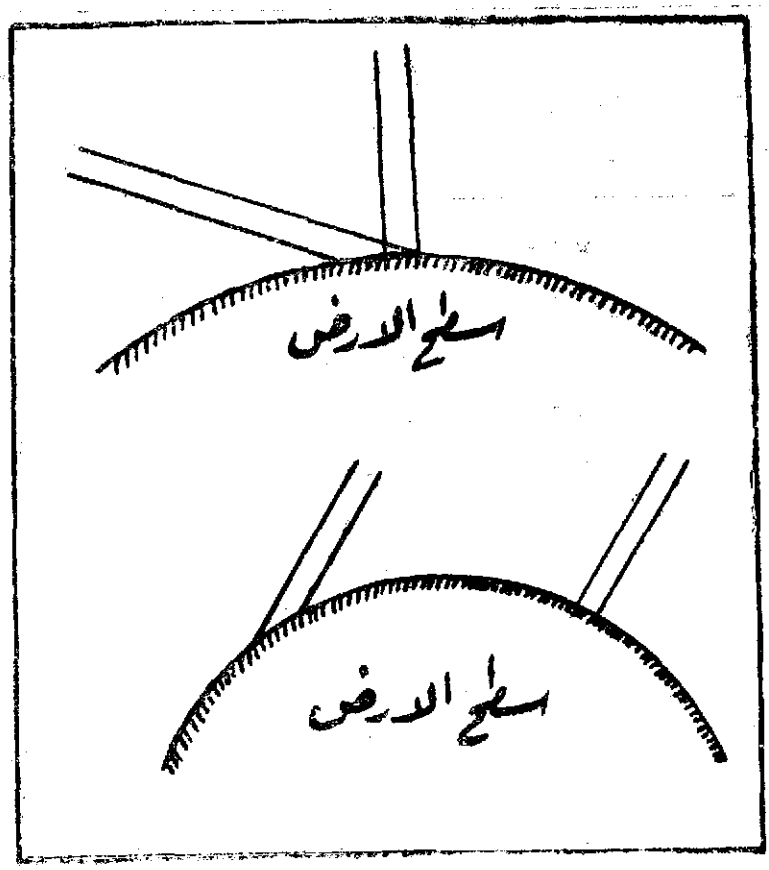
ومن المعلوم ان مقدار الاشعاع الواصل الى سطح الارض لايكون بقدر قيمة الثابت الشمسي Solar Constant * بسبب العوامل التي سنبينها لاحقا ويبين الجدول التالي مجموع قيم الاشعاع الشمسي المستلمة من قبل سطح الارض بالسعرات المئوية/سم .

---

* يطلق على كمية الاشعاع الشمسي التي تصل الحافة الخارجية للغلاف الجوي اسم (الثابت الشمس) ومقداره ٢ سعرة/سم مربع واحد/ثانية واحدة .

دوائر عرض شمالية	الاعتدال الربيعي	الاعتدال الخريفي	الانقلاب الصيفي	الانقلاب الشتوي
٩٠	٠ (×)	٨٩٦	٠ (×)	٠
٨٥	١٤٢	٨٦٠	١١٤	٠
٨٠	٢٤٧	٨٣٥	٢٠٣	٠
٧٥	٣٢٢	٨١٥	٢٧٢	٠
٧٠	٣٧٤	٧٩٥	٣٢٢	٠
٦٥	٤٠٣	٧٨٩	٣٥٤	١٢
٦٠	٤١٣	٧٩٤	٣٦٨	٤٦
٥٥	٤٤٣	٨٢٤	٤١٠	٨٨
٥٠	٥٠٤	٨٣٥	٤٨٠	١٥٠
٤٥	٥٧٠	٨٤٨	٥٠٩	٢١٥
٤٠	٥٩٦	٨٠٠	٥٢٦	٢٧٠
٣٥	٦١٤	٧٤٤	٥٥٣	٣٢٧
٣٠	٦٣٠	٧٧٢	٥٩٣	٣٩٢
٢٥	٦٥٧	٧٨٠	٦٣٠	٤٣٤
٢٠	٦٩٢	٧٩٠	٦٣٣	٤٦٦
١٥	٧١٧	٧٧٠	٦٨٧	٥١٢
١٠	٧٢٦	٦٩٦	٧٠٤	٥٥٣
٥	٧١٣	٦٥٧	٧٠٤	٦٠٢
٠	٦٨٣	٦٠٩	٦٨٧	٦٥٠

(×) ليست هذه الاصفار حقيقية بسبب أن الشمس هنا تقع عند خط الافق تماما .



الاشعاع الشمسي المنتشر بشكل مائل او عمودي

من ملاحظة هذا الجدول بصورة دقيقة يظهر لنا وجود فروق كبيرة في قسم الاشعاع الشمسي الواصل على دوائر العرض المختلفة وكذلك على نفس دوائر العرض في اوقات السنة المختلفة . ان اسباب هذه الظاهرة ترجع الى العوامل التالية :

١ - زاوية سقوط الاشعاع الشمسي :

بعبارة اخرى مقدار الزاوية التي تكونها اشعة الشمس مع سطح الارض ، فاذا كانت زاوية السقوط عمودية او قريبة منها كما هي الحال في المنطقة المدارية تكون درجات الحرارة مرتفعة وذلك لان الاشعاع يخترق مسافة قليلة من الغلاف الجوي مما لو كانت الاشعة تسقط بزاوية مائلة على سطح الارض ، فانها والحالة هذه تخترق مسافة اعظم سمكا من الحالة الاولى، فتضعف قوتها وبالتالي تعطي حرارة اقل كما أن الاشعة العمودية تتركز على مساحة اقل من الاشعة المائلة التي تنتشر على مساحة اعظم حيث تخترق الاشعة العمودية مسافة اقل من الغلاف الجوي ، ولا تنتشر على مساحة كبيرة من سطح الارض في حين يحدث العكس بالنسبة للاشعة المائلة كما في الشكل

٢ - طول النهار :

وتعني به الفترة التي تستلم بها الارض الاشعاع الشمسي ، فمن المعلوم أن طول النهار لا يكون متساويا على جميع دوائر العرض ، فعند الاستواء يبلغ اقصى طول النهار ١٢ ساعة وعند دائرة عرض ٦٦ شمالا او جنوبا يبلغ ٢٤ ساعة بينما يبلغ طوله ٢٠ ساعة عند دائرة عرض ٦٣ شمالا او جنوبا . ان هذا التباين يؤدي الى زيادة الفترة التي تكتسب بها الارض الاشعاع الشمسي ولذا نجد ان الفصل الحار من السنة في تلك الاقاليم يكون مرافقا للفترة التي يكون فيها النهار طويلا في حين نجد ان فصل الشتاء يكون مصاحبا للفترة التي يكون فيها النهار قصيرا .

٣ – الاشعاع الشمسي المنعكس (البيدو Albedo)

ونقصد به مقدار الاشعة الشمسية التي تعكسها الارض الى الفضاء مرة ثانية دون ان يتحول أي جزء منها الى طاقة حرارية تظل في جو الارض . فمن المعلوم ان السحب وذرات الغبار وبخار الماء وسطح الارض نفسه لها القابلية على رد الاشعة الشمسية مرة ثانية كما بينا . وتعتبر السحب اهم هذه الاجسام حيث تعكس حوالي ٢٣٪ من مجموع الاشعة الشمسية التى تصل الى سطح الارض . ويقوم الغبار وبخار الماء وبعض الغازات كثاني اوكسيد الكربون بعكس ٩٪ من مجموع الاشعاع الشمسي . وعلى العموم تقوم كافة مكونات الغلاف الجوي بعكس ٣٩٪ من مجموع الاشعاع الشمسي . وتتباين كمية البيدو من مكان لاخر تبعا لمقدار شفافية الغلاف الجوي وطبيعة سطح الارض .

٤ – المسافة بين الارض والشمس :

من الحقائق الواضحة ان للبعد عن مصدر الحرارة اثرا كبيرا على مقدار الحرارة الواصلة لاي جسم من الاجسام وبالنظر لان الارض لا تدور في فلك دائري حول الشمس وانما تدور في فلك اهليلجي له حضيض وذنب ففي ٣ كانون الثاني تكون الارض على اقرب نقطة لها من الشمس حيث تصبح هذه المسافة حوالي ٩١٫٥ مليون ميل ، فيقال أن الشمس في الحضيض . وتكون الارض على ابعد نقطة لها من الشمس في ٣ تموز وتقدر هذه المسافة بـ ٩٤٫٥ مليون ميل ويقال ان الشمس في الذنب . وعليه فيجب ان نتوقع تبعا لذلك أن شهر كانون الثاني يجب أن يكون اكثر حرارة من تموز في النصف الشمالي للكرة الا ان العوامل الاخرى تمنع حدوث هذه الحالة مثل طول النهار ومقدار زاوية السقوط والبيدو .

ولكي تتكامل صورة المناخ الشمسي الارضي ، من الضروري معرفة كمية الاشعاع الشمسي الذى يصل الى سطح الارض وكذلك الاشعاع المشتت وكمية

ما تطلقه الارض بواسطة الاشعاع الارضي وكذلك ما ينعكس من اشعاع الى الفضاء بسبب بعض مكونات الغلاف الغازي الجوي لكي نتوصل الى ايجاد ميزان حراري لاي منطقة من مناطق العالم . ومن الطبيعي ان تعرف ان ما تكتسبه الارض من الحرارة لا يكون متساويا في كل جهاتها ذلك لان بعض المناطق تستلم كميات من الحرارة اكبر من تلك التي تفقدها كما هو الحال في المناطق المدارية في حين تعاني بعض الجهات من نقص في كمية الحرارة التي تكسبها ولكنها بالنتيجة يجب ان تتعادل الكميات الحرارية المكتسبة والمفقودة فوق الارض كلها ، حيث تقوم بعض العوامل الجغرافية كالرياح والتيارات البحرية بعملية اعادة لتوزيع الحرارة فوق سطح الارض . ان اي خلل في الميزان الحراري للارض مهما كان بسيطا قد يؤدي الى تغيير كبير في طبيعة مناخها فلو فرضنا ان مقدار الحرارة المكتسبة كان اقل من مقدار الحرارة المفقودة فان جو الارض سوف تنخفض درجات حرارته من سنة لاخرى والعكس يحصل عندما يكون مقدار الحرارة المكتسبة اكثر من كمية الحرارة المفقودة حيث ترتفع درجات حرارة الغلاف الجوي بصورة مطردة من سنة لاخرى . ان الحالتين التي ذكرناهما لا تحدثان فوق سطح الارض بسبب التوازن الدقيق لكمية الحرارة المكتسبة لكل الارض مع كمية الحرارة التي تفقدها .

تعمل الغيوم والغبار وبقية المواد العالقة في الغلاف الجوي على عكس الاشعة ثانية او تبعثرها او تمتص قسما من الاشعاع الساقط عليها ، وعليه فان الاشعاع الشمسي الواصل لسطح الارض قرب خط الاستواء في نطاق الامطار الاستوائية حيث تسيطر الغيوم الكثيفة التي لا تسمح بشروق الشمس الا بمعدل ٥ ساعات يوميا فان الاشعاع الشمسي هنا يكون اقل بكثير عما هو عليه فوق الانطقة الصحراوية المدارية ، فتكون كمية النقص من الاشعاع الشمسي الواصلة واضحة فوق خليج البنغال اثناء الصيف الموسمي .

ان التباين في درجة الغيوم وتوزيعها ووجود الغبار في الجو خاصة اثناء الثورات البركانية العظيمة ، ومن المحتمل ان يؤدي التلوث الصناعي للدخان

والغبار وبقية المواد العالقة الى ايجاد سنوات قادمة اقل حرارة مما هي عليه حاليا بسبب النقص الذي سوف يحصل في قيمة الاشعاع الواصل لسطح الارض .

ويبين الشكل المرفق الميزان الحراري لسطح الارض كما وضعه الاستاذ (Budyko) حيث نستنتج منه ان كمية الحرارة المكتسبة توازن تماما كمية الحرارة المفقودة . فالحرارة المكتسبة تتوزع بالصورة التالية :ـ

٪١٩ يكتسبها سطح الارض من الاشعاع الشمسي المباشر

٪٢٦ يكتسبها سطح الارض من الاشعاع السماوي (المشتت)

٪١١ تنعكس ثانية الى الفضاء بعد التشتت

٪١٦ اشعة ضوئية يمتصها الغلاف الجوي

٪٢٨ تعكس ثانية بواسطة الغيوم دون ان يكون لها تأثير حراري

٪١٠٠

اما الحرارة المفقودة فانها تفقد حسب النسب التالية :

٪١١ تفقد بواسطة الاشعاع الارضي مباشرة من سطح الارض

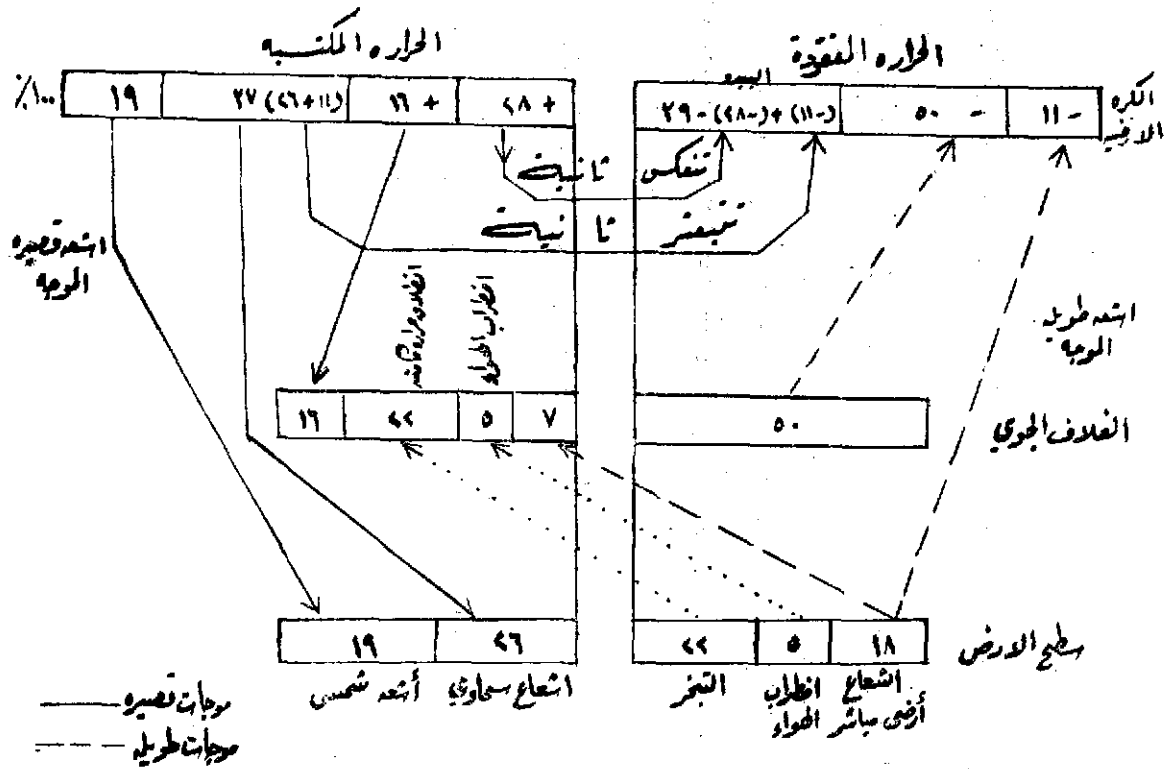
٪٥٠ تفقد من طريق الاشعاع من الغلاف الغازي

٪٣٩ البيدو وهي مقسمة بالشكل التالي :

٪١١ تتشتت ثانية

٪٢٨ اشعة شمسية معكوسة للفضاء

٪١٠٠



الميزان الحراري للكرة الارضية .

الاشعاع الشمسي عند سطح الارض

يقوم القسم الباقي من مجموع الاشعاع الشمسي الذى اخترق الغلاف الجوي ووصل الى سطح الارض بتسخينه . وينعكس بعض ذلك الاشعاع الشمسي وتتباين قيمة الكمية المنعكسة منه تبعا لطبيعة سطح الارض نفسه . **فمثلا يضيع ٨٠–٩٠٪ من قيمة الاشعاع الشمسي الساقط فوق ثلج حديث** السقوط ، وينعكس ٣٠–٣٥٪ منه فوق أراضي الصحارى الجرداء . ويضيع **من ٥–٤٠٪ منه في مناطق الغابات ويعتمد ذلك على لون اوراق الاشجار المكونة للغابات و ٨–٢٥٪ في اراضي الحشائش والمناطق الزراعية . في حين ينعكس من ٢–٥٪ في سطح الماء عندما تكون الشمس عمودية فوق المسطح المائي ولكن المسطحات المائية تعكس حوالي ٨٠٪ من الاشعاع الشمسي الساقط** عليها ان كانت الشمس عند الافق .

وعلى العموم يعكس سطح الماء قسما قليلا من الاشعة الشمسية الساقطة عليه اذا كانت زاوية السقوط لتلك الاشعة فوق ٤٥ درجة . كما اننا نجد الصور الجوية تظهر لنا المسطحات المائية وهي أكثر دكنة من المساحات اليابسة المجاورة لها لانها لا تعكس الا قليلا من الاشعة الشمسية . ويحدث التألف الذي يرى فوق السطوح المائية نتيجة لانحناء جوانب الامواج لدرجة تصل معها زاوية سقوط أشعة الشمس عليها باقل من ٢٠ درجة الامر الذى يزيد معه مقدار البيدو المحلي بين ٣٠–٥٠٪ ويطلق على هذه الارقام كما هو معلوم لدينا مصطلح البيدو (Albedo) للسطوح المختلفة .

وبسبب عوامل مختلفة يظهر تباين مكاني واضح بين المسطحات المائية الواسعة (المحيطات) وبين اليابس في مقدار تأثرهما بقيم الاشعاع الشمسي **الساقط عليهما ، اذ تسجل المسطحات المائية ارتفاعا أقل في درجات الحرارة** عندما تسلط عليها نفس كمية الاشعاع الشمسي المسلطة على اليابسة المجاورة، ذلك بسبب ان الحرارة النوعية للماء تكون اكبر من أية مادة شائعة اخرى

وهذا يعني أن سعرة واحدة تستطيع أن ترفع حرارة غرام واحد من المـــاء درجة مئوية واحدة ، في حين أن حوالي ٢ر٠ من السعرة كافية لرفع درجة حرارة معظم أنواع الصخور درجة مئوية واحدة . فالحرارة النوعية هـــي واحدة في حين تكون الحرارة النوعية لمعظم الصخور الجافة بين ١٩ر٠-٢٢ر٠ وعليه فان الصخور تتأثر مرتين حراريا بقدر تأثر الماء المواجه لنفس أشـــعة الشمس . ومن المعلوم ان المدى الذي تتزايد بموجبه درجة حرارة الاجسام المختلفة يعتمد على كفاءة الجسم الحرارية وكذلك على حصة الاشعاع الذي يمكن ان يمتصه . فضلا عن ذلك فان الاشعاع الشمسي الواصل على مسطح مائي يتغلغل الى بعض العمق في الماء فان ١٠٪ من قيمته توزع في العشـرة أمتـــار العليا من مياه المحيط في حين يكون مقدار الاشعاع الشمسي المتغلغل الى مسافة المائة متر اللاحقة تبلغ ٥٪ منه ، اما اذا تجاوزت أعماق الاجسام المائية عشر الـــ ٢٠٠ متر فلا يصل اليها في الحقيقة أية كمية معتبرة من الاشعاع ويسود فيها الظلام ذلك لان كل الضوء الواصل قد امتص وتحول الى طاقة حراريـــة من قبل الطبقات المائية العليا . وتؤدي عملية المزج المستمرة لميـــاه المحيط بواسطة الامواج والتيارات البحرية الى نقل الطاقة الحرارية التي تركزت في الطبقة العليا من المسطح المائي الى أعماق بعيدة مما يقلل من درجـــة تركـــز الحرارة في تلك الطبقات العليا .

وبالمقارنة فان اليابسة تسخن وتبرد بسرعة تبعا لزيادة قيمة الاشعاع الشمسي أو فقدانه وبتمركز عملية اكتساب الحرارة وفقدانها عند سطح اليابسة نفسه بسبب التوصيل الرديء للحرارة لمعظم الصخور والتربة . ففي الصحـــــراء الافريقية الكبرى مثلا تتراوح الظروف بين درجات حرارة السطوح الرملية فيها بين الليل والنهار من ٤٠-٥٠ درجة مئوية كما سجل فيها مدى يومي متطرف هو ٨٤ درجة مئوية وتنخفض درجة حرارة سطح الثلج الحديث النزول في العروض الوسطى في الشتاء الى ١٠ و٢٠ درجة مئوية في اثناء الليالي الخالية من الغيوم ويمكن مقارنة هذه الارقام المتطرفة بالمدى اليومي الاعتيادي الـــذى

يقل عن درجة مئوية واحدة فوق سطح المحيطات عند المدارين وحوالي بضع درجات في السطوح الرطبة اثناء الطقس الخالي من الغيوم . وتصل الاراضي الجافة الى اعلى درجات حرارتها خلال حوالي ثلاث ساعات بعد منتصف النهار وتكون أكثر أوقات السنة حرارة في الاقاليم القارية المدارية بعد شهر واحد من موعد الانقلاب الصيفي وتسجل اخفض درجات الحرارة على اليابسة عند الفجر أو بعد شهر واحد من فترة الانقلاب الشتوي . ان أكثر شهور السنة حرارة واقلها حرارة فوق المحيطات في العروض الوسطى العليا هي في العادة آب ، وشباط أي بعد فترة شهر تقريبا من موعد الفترة التي تسجل فيها أعلى درجات الحرارة واخفضها على اليابسة وذلك لانه وبسبب الفروق التي بيناها قبل قليل تسخن اليابسة بسرعة وتفقد حرارتها بسرعة في حين يستغرق تسخين المحيطات وقتا اطول تفقد حرارتها في وقت اطول .

الفصل الثاني

العوامل الداخلية المؤثرة في مناخ الاقاليم

دورة رياح الغلاف الغازي ودورها في تكوين المناخ

لو تصورنا ان الكرة الارضية متجانسة كأن تتكون كلها من اليابس فقط او من الماء فقط ولو تصورنا ان الشمس تكون عمودية بصورة دائمة على خط الاستواء فأن حركة الهواء ستكون في هذه الحالة بسيطة ويمكن تصورها بسهولة حيث يتمدد الهواء ويندفع نحو الاعلى ويحل محله هواء بارد قادم من عروض عليا وسيكون اتجاه الرياح في النصف الشمالي من الكرة الارضية شماليا اما في النصف الجنوبي فان الرياح ستكون جنوبية هذا عند سطح الارض . اما في الاعالي فان اتجاه الرياح سيكون معاكسا لاتجاهها عند سطح الارض . ان اي جزء من هذه الصورة لا يحدث على سطح الارض نظرا لان الارض غير ثابتة وان الشمس لا تتعامد فقط على خط الاستواء كما ان الارض غير متجانسة اذ تتداخل مساحات الماء واليابس مع بعضها وتظهر عوامل اخرى تلعب دورا معاكسا للدورة العامة التي افترضناها كالحواجز الجبلية والتيارات المحيطية .

اما الرياح التي تضمها الدورة العامة فهي :

١ – الرياح التجارية Trade Winds

وتهب هذه الرياح من نطاق عروض الخيل الى نطاق الرهو الاستوائي وتعتبر هذه الرياح من اكثر الرياح ثباتا واستمرارية في هبوبها وتتأثر بقوة الانحراف الى حد ليس كبير لانها تتحرك فوق عروض واطئة فتصبح شمالية شرقية في النصف الشمالي وجنوبية شرقية في النصف الجنوبي

وتتصف بان معدل سرعتها يتراوح بين ١٠–١٥ عقدة (العقدة = ١٨٤٠ مترا) وتزداد سرعتها فوق المحيطات في فصل الصيف عندما يصبح الضغط العالي فوق المداري اكثر قوة .

٢ – الرياح العكسية (الغربية) Westerlies

وتهب هذه الرياح فوق نصفي الكرة الارضية الشمالي والجنوبي من نطاق الضغط العالي فوق المداري باتجاه الدائرتين القطبيتين وتنحرف هذه الرياح فتصبح جنوبية غربية الى غربية في النصف الشمالي وشمالية غربية في النصف الجنوبي ولذلك فان هذه الرياح يطلق عليها في بعض الاحيان بالرياح الغربية ، ونظرا للتجانس النسبي لسطح الارض في النصف الجنوبي من الكرة الارضية ولوجود منحدر ضغط شديد بين دائرتي عرض ٣٠ الى ٦٠ درجة جنوبا فان الرياح الغربية الهابة فوق تلك العروض تكون قوية ودائمة طول العام وتبلغ قوتها ٥–٦ حسب مقياس بوفورت اى ان سرعتها تتراوح بين ١٧ – ٢٧ عقدة . ويطلق على تلك العروض اسم الاربعينات المزمجرة (Roaring Forties) والخمسينات الغاضبة (Furious Fifties) والستينات الصارخة (Screaming Sixties) . اما في النصف الشمالي من الكرة الارضية فانه على الرغم من سعة النطاق الذي تسود فوقه هذه الرياح فان هبوبها لا يكون منظما او ثابتا كما يحصل في النصف الجنوبي بسبب الاضطرابات في الضغط الجوي وخاصة عند مرور المنخفضات الجوية . ونستطيع ان نقول بصورة اكثر شمولا ان نطاق هبوب الرياح العكسية في النصف الشمالي لا يكون متجانسا .

٣ – الرياح القطبية

وتهب الرياح القطبية من نطاق الضغط العالي القطبي باتجاه نطاق الضغط الخفيف قرب الدائرتين القطبيتين وينحرف بشدة فيصبح اتجاهها شماليا شرقيا في النصف الشمالي من الكرة الارضية وجنوبيا شرقيا الى

شرقي في النصف الجنوبي . وتلتقي الرياح القطبية مع الرياح العكسية عند الجبهة القطبية لالتقاء الرياح (Polar Convergence) حيث يحدث من التقائهما المنخفضات الجوية .

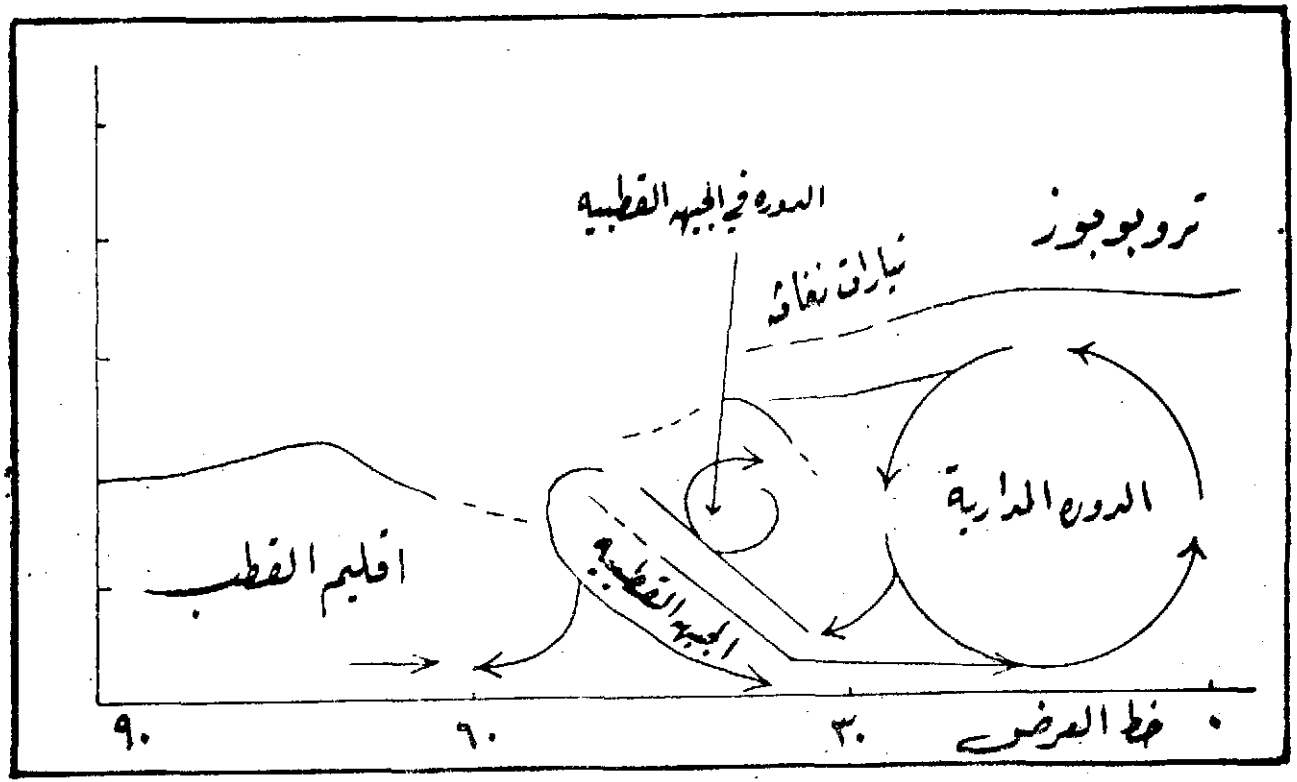
الرياح في الجزء الاعلى من طبقة التروبوسفير :

لقد استعرضنا قبل قليل حالة الرياح التي تهب فوق سطح الارض وفي القسم الاسفل من طبقة التروبوسفير . ولا بد لنا حتى تكتمل الصورة امامنا أن نطلع على انماط تحرك الهواء في القسم الاعلى من هذه الطبقة .

يسود في التروبوسفير العليا رياح غربية وراء دائرة عرض ١٥–٢٠ شمالا وجنوبا اما خلال العروض المدارية فيسود تحرك شرقي الاتجاه للرياح التي تزداد سرعتها حتى تبلغ أقصاها عند نهاية طبقة التروبوسفير . وعلى أية حال فان الرياح العليا تتصف بانها متماثلة وبسيطة في نظمها وتبدو بشكل هبوب نطاقي بشكل عام وتكون سرعتها كبيرة جدا . ويحدث داخل الرياح الغربية العليا تيارات نفاثة (Jet Streams) وهي عبارة عن حركة عنيفة للهواء الاعلى تبدو بشكل تيار خلال الهواء المستقرة نسبيا وتتحرك داخلها بشكل متعرج . وقد سجلت سرعات كبيرة لهذه الرياح تتراوح بين ٢٤١–٦٤٣ كم/ ساعة . وتحدث التيارات النفاثة بصورة اعتيادية على مستوى يتراوح ٦٠٠–٩٠٠م اسفل التروبوبوز .

ولم تكتمل لحد الان الدراسات الدقيقة حول طبيعة هذه التيارات ولكن يظهر أن هناك علاقة ما بين تذبذب تحرك تلك التياراتوبينالرياحالعكسية الا أن هذه العلاقة لم تصبح واضحة لحد الان ومن المؤمل ان الدراسات اللاحقة ستكشف ذلك بالتفصيل كما ان هناك علاقة بينها وبين هبوب الرياح الموسمية على قارة اسيا .

ويبين الشكل مقطعا من طبقة التروبوسفير من خط الاستواء حتى القطب الشمالي وتوضح فيه حركة الهواء الافقية والعمودية .



مقطع من طبقة التروبوسفير من خط الاستواء حتى القطب الشمالي
وتظهر فيه حركة الهواء الافقية والعمودية

الكتـــل الهوائية

يقصد بالكتل الهوائية **Air Masses** اجسام عظيمة من الهواء تتميز بخصائص او صفات معينة تحصل عليها من جراء استقرارها فوق سطح كبير واسع ومتجانس ويطلق عليـــه اسم الاقليـــم المصدري Source Region ان الشيء المهم الذى يجب أن نلاحظه هو ان الكتلة الهوائية تظل محتفظـــة بخصائصها المكتسبة من اقليمها المصدري لفترة معينة حتى ولو ابتعدت عـــن اقليمها المصدري .

ويقال ان الكتلة الهوائية باردة اذا كانت درجة حرارتها اقل من السطح الذي تستقر فوقه او تتحرك عليه ويقال ان الكتلة دافئة عندما تكون حرارتها اكثر من السطح الذي تستقر فوقه او تتحرك عليه . ويمكن ان تتحول كتلة هوائية باردة الى كتلة هوائية حارة دون ان يحصل أي تغيير في درجة حرارتها وذلك عندما تنتقل فوق سطح تكون درجة حرارته أقل من درجة حرارة الكتل . كما ان بعض الكتل الهوائية الدافئة ربما تتحول الى كتل هوائية باردة دون أن يحصل اي تغيير في درجة حرارتها اذا كانت تتحرك فوق سطح تكون درجات حرارته اكثر من درجة حرارتها .

الاقليم المصدري

يوجد عدد من الاقاليم التي تتميز بتجانسها والتي يبقى الهواء لفتـــرة طويلة فوقها حتى يصل الى مرحلة التوازن كما في منطقـــة المحيط الاطلسي المدارية حول جزيرة برمودا ، او المنطقة المدارية المحيطة بجزر هواي فيالمحيط الهادي ، اقليم الصحراء الافريقية الكبرى ، اواسط سيبيريا ، سهول كندا الوسطى . وتتميز هذه المناطق كافة بتجانس سطحها واستقرار الهواء فوقها لفترة طويلة حتى يكتسب نفس الصفات التى تسود على السطح . ويطلق على هذه الاقاليم اسم الاقاليم المصدرية الاولاليةPrimary Source Regions

وبالاضافة الى هذه الاقاليم هناك مناطق اخرى واسعة وذات ســـطوح

متجانسة ايضا الا انها تختلف عن الاولى بان الهواء لا يظل مستقرا وراكدا فوقها حيث يؤدى تحرك الهواء فوقها الى تحور صفاته وعدم انتظامها ويطلق على مثل هذه الاقاليم اسم الاقاليم المصدرية الثانوية Secondry Source Regions مثل القسم الشمالي من المحيط الهادي بين سيبيريا وكندا ، القسم الشمالي من المحيط الاطلسي بين كندا وشمال اوربا وكذلك القسم الجنو بي الغربي الجاف من الولايات المتحدة .

وتتباين الفترة التى تحتاجها كتلة من الهواء للوصول الى مرحلة التعادل مع السطح الذي ترزخ فوقه تبعا لنوعية ذلك السطح . فعندما يكون السطح دافئا نسبة للهواء الذي يستقر فوقه فان التوازن سوف يحصل بعد فترة قصيرة نظرا لعمليات المزج الذي تحدث في الهواء بسبب التصعيد . اما اذا كان السطح باردا فان تحور الهواء الذي يرزخ فوقه سيكون بطيئا .

وتقسم الاقاليم المصدرية تبعا لنوعية السطح (ماء ـ يابس) وكذلك موقعه بالنسبة لدوائر العرض كالآتي :

السطح		دائرة العرض	
Continental	قارية	Arctic	متجمدة
Maritime	بحرية	Polar	قطبية
		Tropical	مدارية
		Equatorial	استوائية

وتعتبر الاقاليم المصدرية المتجمدة اشدها انخفاضا في درجة الحرارة وتمثلها مناطق الجليد الدائم في العروض العليا . وتقع الاقاليم المصدرية القطبية بين الحدود القطبية لمناطق الضغط العالي فوق المدارية (بين دائرة عرض ٤٠ـ٥٠ شمالا وجنوبا) وبين الاقاليم المصدرية المتجمدة . ولا يوجد

فرق بين هذين النوعين من الاقاليم المصدرية الا في كون ان الاول اشد برودة من الثانية . وتقع الاقاليم المصدرية المدارية داخل نطاق الضغط العالي فوق المداري ، أما الاقاليم المصدرية الاستوائية فانها تحيط بخط الاستواء داخل نطاق هبوب الرياح التجارية في كلا نصفي الكرة الارضية .

تصنيف الكتل الهوائية

يعتمد المتيورولوجيون تصنيفا موحدا للكتل الهوائية تبعا لمصدرها وطبيعة حركتها ومدى تأثيرها على الطقس واول من جاء بهذا التصنيف العالم النرويجي Bergeron فقد صنف الكتل أولا حسب مصدرها ثم بعد ذلك حسب طبيعة السطح الذى نشأت فوقه فالكتل الهوائية تقسم الى :-

١ ـ متجمدة	ويرمز لها	A
٢ ـ قطبية	ويرمز لها	P
٣ ـ مدارية	ويرمز لها	T
٤ ـ استوائية	ويرمز لها	E

ويرمز للكتل البحرية بالرمز **m** والكتل القارية **c** فهناك كتل :

١ ـ قطبية بحرية	mP
٢ ـ قطبية قارية	cP
٣ ـ مدارية بحرية	mT
٤ ـ مدارية قارية	cT

ويرمز للكتل الهوائية المستقرة التي تكون درجة حرارتها اكبر من درجة السطح الذى تتحرك فوقه **w** اما الكتل الهوائية الباردة التي تكون درجة حرارتها اقل من درجة حرارة السطح الذي تتحرك فوقه فيرمز لها بـ **k** فهناك :

cPw , cPk , mPw , mPk
cTw , cTk , mTw , mTk

تحور الكتل الهوائية

تتحور الكتل الهوائية القطبية او المدارية حالما تتحرك من اقاليمهـــا

المصدرية باحدى طريقتين مختلفتين . وتعتمد درجة تحورها على طبيعة السطح الذي تمر عليه والطريق الذى تسلكه وكذلك طول الفترة التي تتطلبها عملية انتقالها . فاذا كانت الكتلة الهوائية تتحرك فوق سطح تكون درجة حرارتـه أعلى من درجة حرارة الطبقات السفلى من الكتلة الهوائية . فان القسم الاسفل منها سوف يتسخن وتزيد حالة عدم الاستقرار في الكتلـة (Instability) بالاضافة الى ذلك فان التبخر من السطح الساخن سوف يزيد من درجة رطوبة القسم الاسفل من الكتلة الهوائية . ويحدث العكس عندما تتحرك الكتلـة الهوائية فوق سطح ذي درجة حرارة أقل من حرارة القسم الاسفل من الكتلة الهوائية حيث تزيد حالة الاستقرار في هواء الكتلة Stability ويمكن القول ان الحالة الاولى تتعرض لها الكتل الهوائية القطبية في حين تتعرض الكتـل الهوائية المدارية للحالة الثانية .

أثر الكتل الهوائية على المناخ

تؤثر الكتل الهوائية على الطقس والمناخ في كثير من جهات العـالم . ويتوقف تأثيرها على نوعية الكتلة التى تؤثر على كل منطقة . وتؤثر على الاقاليم المصدرية كتل من نوع واحد فقط كما هو الحال في شمال ووسط كندا حيث تنشأ كتل هوائية قطبية قارية وفي الاقاليم التي تقع داخل نطاق الضغـط العالي فوق المداري حيث تنشأ كتل هوائية مدارية قارية cT وبحرية mT

وعلى خلاف ذلك تتعرض بعض المناطق لنوع معين من الكتل في فصـل من السنة والى نوع اخر في الفصل الثاني حيث ينتج عن ذلك تباين مناخـي واضح من فصل لاخر وبنظام يكاد يكون ثابتا . ففي منطقة منشوريا وشمال شرق الصين تسود كتلة هوائية قطبية قارية في فصل الشـتاء حيث تنخفض معدلات درجات الحرارة كثيرا ويسود الجفاف . اما في فصل الصيف فتؤثر على الاقليم كتلة هوائية مدارية بحرية رطبة .

وتوجد اقاليم اخرى تقع ضمن مناطق الصراع المستمر بين الكتل الهوائية المتباينة الصفات حيث تسود كتلةمعينة ذات صفات خاصة فوق الاقليم لفترة قد لا تطول الا لعدة أيام ثم تنحسر لتحل محلها كتلة هوائية اخرى لها صفات مختلفة . كما ان هذه الاقاليم تكون نتيجة ذلك عرضة لحدوث الانخفاضات الجوية كما في غرب اوربا الذى تؤثر عليهكتل هوائية مدارية بحرية من المحيط الاطلسي ومدارية قارية من الصحراء الكبرى . ثم قد يتعرض من وقت لآخر لكتل هوائية قطبية قارية قادمة من كرينلند وسيبيريا وقطبية بحرية قادمة من المحيط المنجمد الشمالي . وتتميز هذه الاقاليم التي تؤثر عليها مثل هذه الكتل بالتباين السريع في درجات الحرارة وكذلك ظهور اختلافات جوية سريعة .

الجبهات المناخية Fronts

تميل كل كتلة هوائية الى الاحتفاظ بخصائصها عندما تتلاقى مع كتلة هوائية اخرى . ويطلق على الحدود بين كتلتين هوائيتين مختلفتين اسم الجبهة Front ومن المحتمل ان تكون تلك الحدود فجائية حيث يمكن ملاحظة تغيرات سريعة في الصفات من كتلة هوائية الى اخرى ، أو تكون بشكل نطاق ضيق حيث تتحول خصائص كل كتلة هوائية فيه بصورة تدريجية نحو الاخرى . ومن المتمل ان لايزيد اتساع الجبهة السريعة الانتقال عن ٢ر٣ – ٨ر٤كيلومتر على سطح الارض في حين يزيد اتساع النوع التدريجي الانتقال بين ٨٠–١٢٠ كيلو متر في الاتساع . اما اذا زاد اتساعالنطاق الانتقالي من جبهة هوائية لاخرى عن ذلك فيطلق عليه انذاك اسم نطاق الجبهة Frontal Zone

وتفصل الجبهات الحقيقية بين كتل هوائية متميزة وذات كثافات مختلفة . ونحن نعني بالجبهات مقدمة الكتلة الهوائية المتقدمة وعلى هذا الاساس فهنالك جبهة هوائية باردة Cold Front تتكون عندما يحل الهواء

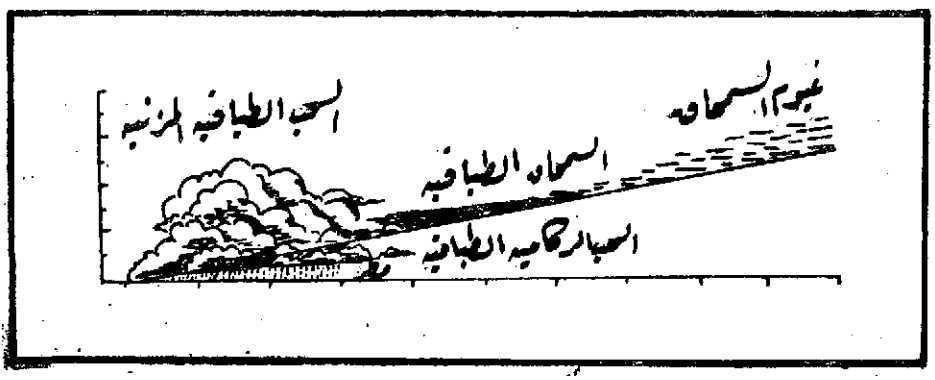
الاستاذ الدكتور باسل السيد ولي محمد

البارد الثقيل الذى تحويه الكتلة الدافئة . وتتكون جبهة هوائية حـــارة Warm Front عندما يتقدم هواء دافيء في منطقة الكتلة الحارة يصعد فوق الكتلة الهوائية الباردة اما اذا لم تتحرك الجبهة فيطلق عليها اسم الجبهة الثابتة . وعندما تتقابل الجبهتان الباردة والحارة في هذه الجبهة تجبر احدى الكتلتين الهوائيتين على الارتفاع الى الاعلى وخاصة الكتلة الحارة ، فتكون انذاك الجبهة المنطقبة كما في الشكل ونظرا لاهمية الموضوع وعلاقته بالمنخفضات الجـــوية التي تؤثر على بلادنا فلا مناص من التفصيل في طبيعة هذه الجبهات .

اولا – الجبهة الحارة

وتحدث هذه حالما يتحرك الهواء الدافيء فوق اسفين من الهواء البارد الذي يضطره الى الارتفاع وتنخفض درجات حرارته ذاتيا بموجب معـدل الانخفاض الذاتي للهواء واذا استمر هذا الهواء الدافيء في الصعود فـوق الهواء البارد فقد يصل الى حد التشبع ومن المحتمل ان تحدث السحـب وتسقط الامطار والثلوج . وتتصف الجبهات الدافئة بانحدارها البطيء الذي يتراوح عادة بين ١ – ١٠٠ الى ١ – ٤٠٠ ولذلك فان تأثيرها على الجو لفترة طويلة . ويعتمد نوع الجو الذى يحدث عند تقدم الكتلة الحارة بشكل كبير على درجة استقراريتها ومقدار رطوبة الهواء الذى تقع اسفلها واعلاهـا . فعندما يكون الهواء الموجود فوق الجبهة مستقرا فان الغيوم التي سوف تتكون فرقها ستكون من النوع الطباقي اضافة الى الغيوم Cirrus اما اذا كـان ذلك الهواء غير مستقر فان الغيوم الناتجة تكون من النوع التي تنمو باتجاه عمودي . اما اذا كان الهواء البارد الذى يقع الى الاسفل من الجبهة الحـارة مستقرا فان الغيوم الناتجة ستكون من النوع الطباقي . واذا كان الهـواء البارد الذي يقع اسفل الجبهة الحارة غير مستقر فان الغيوم الناتجة من النوع الركامي ، وتقرر كمية الرطوبة فيما اذا كانت كثافة الغيوم كثيرة وفيما اذا كان هناك تساقط قليل او اكثر .

أنواع الجبهات المناخية



جبهه هوائيـــه حـاره

ويصاحب مرور الجبهة الحارة ارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض في الضغط الجوى وبالتحول في الرياح وبتغير سريع في الطقس ويمثل الشكل جبهة هوائية حارة تصاحبها الغيوم والتساقط .

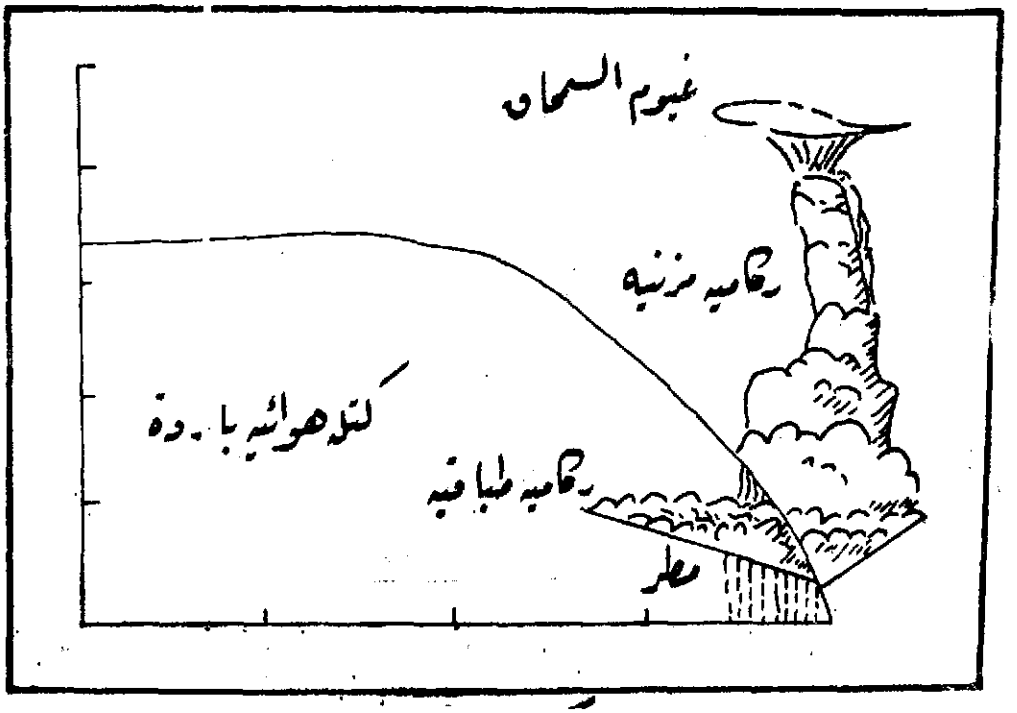
ثانيا ـ الجبهة الباردة

ويطلق على حافة الكتلة الهوائية الباردة المتقدمة اسم الجبهة الباردة . يصاحب مرور جبهة هوائية باردة نشيطة هبوط سريع في درجات الحرارة . وتغير في اتجاه الرياح وارتفاع فجائي في الضغط الجوي وفي اغلب الحالات يصاحب مرورها جو عاصف شديد الرياح .

وعندما تحل الجبهة الباردة فوق سطح الارض الدافيء تحدث فيها حالة عدم الاستقرار حيث تتكون الغيوم الركامية .. وبعد مرور الجبهة الباردة يتحسن الطقس وتخلو السماء من الغيوم خاصة اذا كان مرورها سريعا . اما اذا كان مرورها بطيئا فان الغيوم وما يرافقها من امطار تستمر لفترة طويلة نسبيا .

ثالثا ـ الجبهة المنطبقة

عندما تتقابل الجبهتان الهوائيتان الباردة والحارة تضطر احداهما للصعود ويكون الطقس الناتج عن هذه الحالة حاصلا من امتزاج خصائص الطقس الذي يسود في الجبهة الباردة والجبهة الدافئة .. ويظهر في جبهة الانطباق الباردة في المراحل الاولى نظام الغيوم والتساقط الذي يصاحب الجبهة التي اضطرت للارتفاع ، اضافة الى خصائص الطقس التي تصاحب الجبهة الباردة . ولكن عندما تدفع الجبهة الهوائية الدافئة الى الاعلى اكثر يتضائل تاثيرها على الطقس . ويظهر وكان الجبهة المنطبقة عبارة عن جبهة هوائية باردة حيث تسود ظروف الطقس التي ترافق الجبهة الهوائية الباردة فقط .



جبهة هوائيه بارده

الجبهه المنطبقة

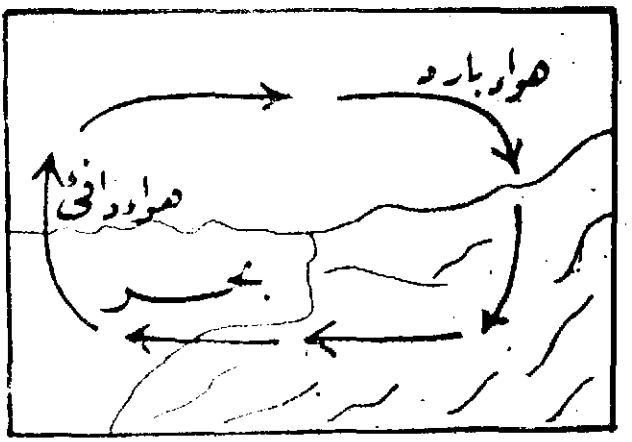
الرياح المحليـة

تسبب بعض الظروف المحلية الى حـدوث استثناءات في نمط الدورة العامة للرياح حيث تتكون رياح متميزة في كثير من مناطق العالم ناتجة عـن ظروف الارض المحلية ولهذه الرياح تسميات محلية متعددة . وكثير من هذه الرياح مشهورة لاثارها السيئة وخاصة على درجات الحرارة . وكثير مـن هذه الرياح تكون في هبوبها مصاحبة لمرور الانخفاضات الجوية فبعضهـا يتولد في مقدمة الانخفاض وبعضها الاخر يأتي في مؤخرته ومن بين هذه الرياح المحلية رياح سانتاآنـا Santa Anas وهي رياح جافة هابطة من السهول العليا في جنوب غرب الولايات المتحدة نحو احواض وسهول كاليفورنيـا الجنوبية . ومن اكثر انواع هذه الرياح شيوعا رياح الشنوك Chinook (اكلة الثلوج) ، وهي رياح دافئة تتسخن ذاتيا نتيجـة لتضاغطها خـلال نزولها على السفوح الشرقية لجبال الروكي . وهناك تفسير اخر لارتفاع درجة هذه الرياح يقول انها تحتوى على الحرارة الكامنة التي أطلقها بخار الماء عند صعود الرياح على السفوح الغربية المطيرة . وتسبب هذه الرياح رفع درجة الحرارة على السفوح الشرقية لجبال روكي حيث تذوب الثلـوج وتنتشر المراعي الدفيئة . وتهب رياح الفوهن Fohn على الوديان الجبليـة في سويسرا وهي رياح دافئة وجافة تهب في مقدمة بعض المنخفضات الجوية التي تمر في وسط وشمال اوربا . وتسبب هذه الرياح الدفيئة ذوبـان الثلوج المتراكمة فوق جبال الالب حيث تتولد فيضانات مفاجئة أو تـؤدي الى حدوث الانهيارات الثلجية . ويرجع السبب في ارتفاع درجة حـرارة رياح الفوهن الى انضغاطها بقوة عند هبوطها على السفوح الجبلية ..

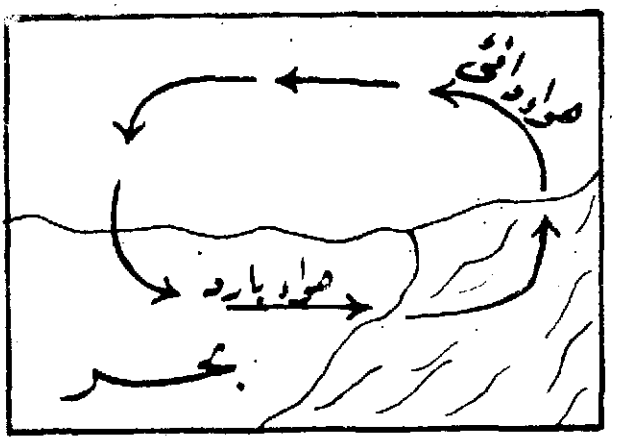
وتعتبر رياح المسترال Mistral رياحا محلية ايضا وتهب على منطقة الريفيرا الفرنسية والايطالية المطلة على البحر المتوسط . وتهب هذه الرياح خلال وادي الرون او خلال بوابة كاركاسون Carcassonne وتسبب هذه الرياح هبوطها فجائيا في درجات حرارة تلك المناطق . وتكون سـرعة الرياح

عظيمة تتراوح بين ٥٠ ـ ٦٠كم في الساعة . وقد تزيد سرعتها فتصبح حوالي ١٠٠ كم في الساعة حيث تسبب غرق السفن واقتلاع الاشجار وتدمير المنازل والمنشآت الاخرى . وتتكون هذه الرياح نتيجة لمرور انخفاض جوي على القسم الغربي من البحر المتوسط حيث تسحب هذه الرياح في مؤخرته . وتشبه رياح البورا Bora رياح المسترال في كونها تهب في مؤخرة المنخفضات الجوية التي تمر على شرقي البحر المتوسط وتهب هذه الرياح على بحر الادرياتيك . ومن الرياح المشهورة رياح الخماسين والسموم والسيروكو والسولانو وجميعها رياح حارة محملة بالغبار تهب من الصحراء الكبرى نحو البحر المتوسط وتسحبها المنخفضات الجوية المارة على البحر المتوسط في مقدمتها . وتهب رياح الخماسين على القسم الشمالي من مصر في فصل الربيع . اما السموم فانها تهب من الجنوب نحو الشمال وتشتهر بها صحراء بلاد العرب وشمال الصحراء الكبرى ، فهي في ليبيا تعرف باسم رياح قبلي . وسيروكو رياح أصلها أما السموم او الخماسين التي تعبر الى جنوب أوربا . والسولانو رياح حارة رطبة تهب على جبل طارق من الشرق والجنوب الشرقي وتصل احيانا جنوب اسبانيا فتعرف هناك باسم اللفش Leveche . ولا يفوتنا ان نذكر رياح الهرمتان الصحراوية الجافة التي تهب على سواحل خليج غينية في افريقيا قادمة من الشمال الشرقي من الصحراء الكبرى ، ورغم شدة حرارة هذه الرياح وكونها محملة بالغبار الا انها تقلل من الرطوبة العالية التى تسود الاقليم فيرتاح الاهالي عند مرورها .

ويمكن ان نعتبر نسيم البر والبحر نوعا من الرياح المحلية التي تسود فوق كثير من السواحل في العالم وخاصة السواحل الجافة . ويهب نسيم البحر خلال ساعات النهار ، اما نسيم البر فيحدث خلال الليل ، نتيجة للاختلافات بين اليابسة والماء في طبيعة اكتسابها للحرار ةواحتفاظهما بها . ففي اثناء النهار تسخن اليابسة بسرعة ويتمدد الهواء المجاور لها ويرتفع نحو الاعلى فينخفض الضغط الجوي فوقها في حين لا زال البحر باردا والهواء



نسيم البر – ليلا



نسيم البحر – نهارا

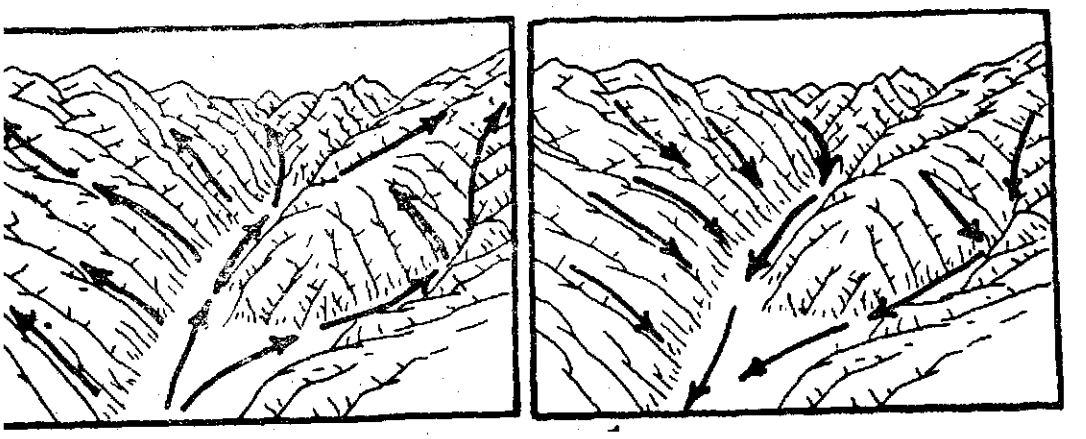
المجاور له باردا أيضا والضغط الجوي فوقه ثقيلا نسبيا فتتجه رياح خفيفة نحو اليابسة لتحل محل الهواء الذى ارتفع نحو الاعلى ويتسخن هو أيضا ويرتفع نحو الاعلى وتستمر العملية طول النهار وتنتهي بعد غروب الشمس . اما في الليل فان اليابسة تفقد حرارتها بسرعة فتبرد ويبرد الهواء المجاور لها بسرعة أيضا في حين لا زال البحر محتفظا بقسم كبير من الحرارة التي اكتسبها خلال النهار ولا زال الهواء المجاور له دفيئا نسبيا حيث يرتفع نحو الاعلى مسببا انخفاضا في الضغط الجوي فتندفع رياح من اليابسة نحو البحر تسمى نسيم البر Land Breeze حيث تتسخن فوق البحر وترتفع ثم تعود لليابسة وهكذا تستمر الدورة كما في الشكل التالي . ويبلغ معدل سرعة هبوب نسيم البر والبحر ٥ر٢ متر/الثانية ويبلغ سمك طبقة الهواء التي تتأثر به من ٢٥٠ـ٢٠٠٠ متر . ويبدأ هبوب نسيم البحر من الساعة ٨ـ١٠ صباحا وتبلغ اقصي سرعة له بعد الظهر عند اشتداد التسخين للارض . أما نسيم البر فيبدأ بالهبوب بعد غروب الشمس ويستمر حتى الساعة ٨ـ٩ من اليوم التالي . ويصل تأثير البر من ٨ ـ ١٠ كم داخل المحيطات ويتعرقل هبوب هذه الرياح عندما يمر على المنطقة اعصار أو ضد اعصار قوي . ويستفيد الصيادون من حدوث نسيم البر والبحر في انتقالهم للصيد داخل البحر في بداية النهار مستفيدين من نسيم البر وفي رجوعهم الى البر ثانية في آخر النهار .

ويمكن اعتبار نسيم الجبل ونسيم الوادي نوعا آخر من الرياح المحلية نتيجة للتغيير اليومي في درجات الحرارة بين المرتفعات والمنخفضات او بمعنى أكثر دقة بين الجبال والوديان . ففي خلال النهار المشمس تتسخن بطون الوديان فيتمدد الهواء المجاور لها ويصبح الضغط فوق الوادي اكثر من الضغط الذي يسود فوق السفوح الجبلية المجاورة فيتحرك الهواء من الوديان نحو السفوح المجاورة ويطلق عليه اسم نسيم الوادي Anabatic Winds اما في الليل فتنعكس الاية حيث تتبرد السفوح الجبلية بسرعة ويتبرد الهواء المجاور لها فينزلق نحو الوديان ويسمى بنسيم الجبل Katabatic Winds

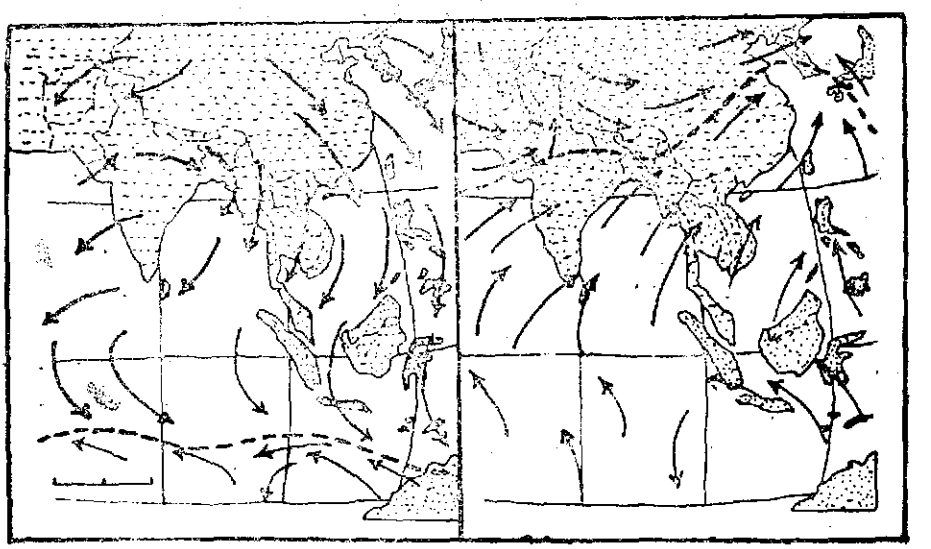
ونظرا للمسافة القصيرة التي يقطعها كل من نسيم البر والبحر ونسيم الجبل والوادي ، فانهما لا يتاثران بقـــوة الكوريوليس ، ولـذا تجـــــد ان هذه الرياح تقطع منحدرات الضغط المحلية بصورة مباشرة .

الرياح الموسمية

وهي رياح تهب بنطاق واسع وتميل في هبوبها لان تعاكس اتجاه الرياح السائدة ، كما انها تهب في اتجاهات مضادة من فصل لآخر . وقد عرف نظامها بصورة واضحة فوق البحر العربي الذي تهب فوقه لمدة ستة اشهر تقريبا من الشمال الشرقي وتهب فوقه لمدة ستة أشهر أخرى من الجنوب الغربي. وتكون الرياح القادمة من الاتجاه الاول جافة في حين تكون الرياح القادمة من الاتجاه الثاني رطبة . ولا يقتصر هبوب الرياح الموسمية على الهند وجنوب شرقي آسيا اذ نجدها تؤثر على طول ساحل خليج غينية في افريقيا وفي شمال استراليا وكذلك على سواحل خليج المكسيك والساحل الشرقي لاسيا . الا ان النظام الموسمي يكون واضحا ومؤثرا فوق شبه القارة الهندية أكثر من غيرها من الاماكـــن حيث يتصف هبوب الرياح الموسمية بالفجائية . وقد تحير علماء الطقس في تفسير هذه الفجائية في هبوب الرياح الموسمية على الهند فعزاها بعضهم الى التحرك الذى يصيب التيارات الهوائيـــة النفاثـــة في اعـــالي التروبوسفير وافترضوا ان التيار النفاث يتأرجح حول الامتدادات الشمالية والجنوبيـــة للمركز الجبلي لوسط اسيا حيث يكون شماله في فصل الصيف وجنوبه في فصل الشتاء . ويؤدي الهبوط Divergence الذى يحدث على طول جانبه الاستوائي في الشتاء الى تكوين مركز ضغط عال شبه مداري فوق شـــمال وسط الهند وفوق بقية الهضاب العالية في جنوب غرب الصين . وفي نفس الوقت يتطور نظام آخر ضد اعصار قطبي فـــوق منغوليا وشرق سيبيريا . ويسبب هبوط الهواء في هذه المراكز حـــدوث الرياح الشتوية الجافة الهابة من الهند وشرق اسيا . وتتكون الرياح الموسمية الصيفية الهابة فوق الهند



نسيم الجبل / ليلا　　نسيم الوادي / نهاراً



نظام الرياح الموسمية فوق جنوبي شرق قارة اسيا

وشرق اسيا بنفس السبب . فعندما ينتهي موسم الشتاء يتراجع التيار النفاث بصورة بطيئة نحو الاتجاه القطبي الى القرب من جبال البامير العالية ، وينتج عن تراجع هذا التيار تناقص في حالة هبوط الهواء في شمال الهند ، وتؤدي السماء الخالية من الغيوم ووجود حالة التصعيد Convergence الى هبوب رياح رطبة قادمة من الجهات الاستوائية للمحيط الهندي وغرب المحيط الهادي . وتنحرف هذه الرياح بعد ابتعادها عن خط الاستواء الى اليمين فيصبح اتجاهها جنوبي غربي . ولازال علماء المناخ لا يعتقدون بالتفسير الحديث لحدوث الرياح الموسمية ، وانما يرجعون سبب حدوثها الى الاختلافات في الضغط الجوي الموجودة بين اليابسة والمحيطات الكبيرة المجاورة لها . حيث تنخفض اقيام الضغط الجوي فوق الهند ووسط اسيا في فصل الصيف، فيحين يكون الضغط مرتفعا نسبيا فوقالمحيطينالهندى والهادي فتهب الرياح الموسمية نحو الهند وجنوب شرقي قارة اسيا وشرقيها ، وتكون رياحا رطبة تسبب امطارا غزيرة عند اصطدامها بالسلاسل الجبلية كالهملايا . ويبدا هبوب هذه الرياح على الهند في نهاية مايس وبداية حزيران وبشكل فجائي كما بينا .

اما في فصل الشتاء فتنعكس الاية ، حيث يرتفع الضغط فوق قارة اسيا نسبة الى الضغط الواطيء الذي يسود المحيطين الهندي والهادي في هذا الفصل ، فتهب رياح موسمية شتوية جافة من داخل القارة متجهة نحو المحيط الهادي ومن الهند نحو المحيط الهندي .

الفصل الثالث

علاقة التضاريس بالمنـــاخ

أثر التضاريس على :

١ ـ وصول الاشعاع الشمسي وفقدانه :

المناطق المحيطية تتصف بظروف مناخية متشابهة ، ولكن المنـــــاخ على اليابسة يتباين تباينا كبيرا حتى خلال مسافات صغيرة نتيجة لتباين اشكال السطح بسبب التباين في الارتفـــاع . ان التغير في قيم المنـــــاخ هى في الحقيقة نتيجة لعامل الارتفاع ، وهذه الحقيقة بالنسبة للغلاف الجوي الحر في نفس الوقت الذى تكون فيه بالنسبة للمستويات المختلفة من سطح الارض. فقد اظهرت التسجيلات أن درجات الحرارة تتناقص على العموم كلما ارتفعنا عن مستوى سطح الارض حتى حد التروبوبوز . وتؤدي الحرارة التي يمتصها سطح الارض الى انتقالها بطريقة التوصيل للهـــواء المجاور كما ان الريـــاح الداخلة ضمن الدورة العامة للهواء تسبب الاضطراب في الغلاف الجوي . كل هذه العوامل بالارتباط مع الجبهات والعقبات التضاريسية تقود الى حركـات عمودية في الغلاف الجوي ، ويبلغ معدل الفقدان الذاتي لكل الارض وعلى مدار السنة كلها ٢٧ درجة فهرنهايت لكل ١٠٠ قدم ، وقد لوحظت هذه القيمة حتى على ارتفاعات تبلغ حوالي ١٢٠٠٠ قدم عن مستوى سطح البحر .

ويكون معدل الفقدان الذاتي للحرارة في الاقاليم التى يظهر فيها فصـــل شتاء متميز ٢٢ درجة فهرنهايت لكل ١٠٠ قدم ارتفاعا والى اقل من ذلك المعدل يمتد المستوى الذي يكون اقل من ١٠٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر اما في صيف هذه الاقاليم فان معدل الانخفاض الذاتي للحرارة يبلغ ٣٦ر. درجة

فهرنهايت لكل ١٠٠ قدم ارتفاعا ، وهذه القيمة الاخيرة تسود بصورة دائمة عند المدارين طول العام . والخلاصة في ذلك ان معدل الانخفاض الذاتي لحرارة الهواء بسبب الارتفاع يكون كبيرا في المناطق المدارية والحارة ويتناقص كلما ابتعدنا عن خط الاستواء شمالا وجنوبا . وتعليل ذلك ان قيمة الاشعاع الشمسي الواصلة الى الارض في المنطقة المدارية تكون أكبر من قيمتها في المناطق البعيدة عن خط الاستواء .

وللسلاسل الجبلية تاثير كبير على قيم الاشعاع الشمسي الحاصلة على سطح الارض . فبالنظر لارتفاعها فان اشعة الشمس الساقطة عليها لاتخترق طبقة سميكة وكثيفة من الغلاف الجوي الذي تقل فيه ايضا كمية بخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون وذرات الغبار، وبذلك لا تفقد تلك الاشعةالا قسما قليلا من طاقتها ، ولذا فان من الامور المعلومة لدى سكان المناطق الجبلية ان تكون درجة حرارة اشعة الشمس عالية في الوقت الذى تنخفض فيه درجةالحرارة في الظل انخفاضا كبيرا .

ولموقع السلسلة الجبلية وامتدادها اثر كبير على مقدار تعرض سقوطها لاشعة الشمس ، فان السفوح الشمالية للسلاسل الجبلية الواقعة خارج المدارين تكون في الظل عادة لفترة طويلة من النهار خاصة ان كانت السلسلة الجبلية تمتد من الشرق الى الغرب ، في حين تتعرض السفوح الجنوبية من تلك السلسلة لأشعة لشمس طول النهار او لفترة طويلة منه كما هي الحال في جبال هملايا وجبال الالب وجبال اطلس التل البحرى في الجزائر ، ويبدو تأثير هذه الظاهرة واضحا في مستوى خط الثلج الدائم الذى يكون على ارتفاع أعلى فوق السفوح الجنوبية المواجهة للشمس وأقل ارتفاعا فوق السفوح الشمالية ، فعلى جبال الهملايا على سبيل المثال يكون خط الثلج في مستوى اخفض على الجوانب الجنوبية الدائئة التى تسقط عليها كميات كبيرة من الثلج في حين يكون التساقط قليلا على الجانب الشمالي . كما ان

الجبال التي تكون درجة ميل سفوحها كبيرة وتقع في الاقاليم القطبية تستلم كميات كبيرة من الاشعاع كافة اثناء النهار القطبي الطويل مما يؤدي الى ذوبان الثلوج عنها رغم ارتفاعها . ويحدث العكس في الاقاليم المدارية حيث تستلم السفوح الشديدة الانحدار نسبة اقل من الاشعاع كافة من السفوح القليلة الانحدار .

والجدول الآتي يوضح خلاصة بالفروق المناخية السائدة على السفوح الجبلية المواجهة للرياح والمعاكسة لها حيث درست الاحوال المناخية عند جبل Mount Raimier في غرب الولايات المتحدة الذى يرتفع ١٤٥٠٠ قدم فكانت على الوجه الآتي :

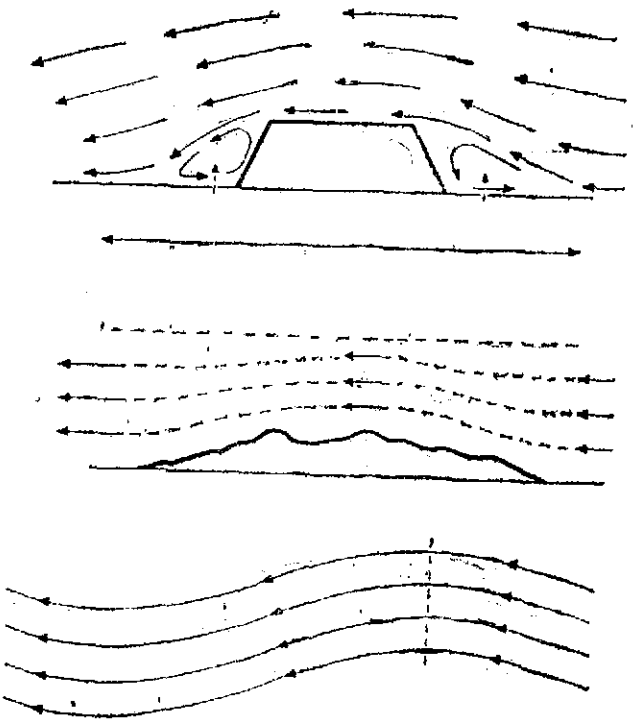
الاختلاف المناخي بين الجهة المواجهة للرياح والمعاكسة لها

العامل المناخي	الفترة	السفوح المواجهة للرياح	السفوح المعاكسة للرياح
معدل درجات الحرارة	شتاء	أعلى	اخفض
معدل درجات الحرارة	صيف	اخفض	أعلى
مدى الحرارة	يومي	اقل	اكبر
مدى الحرارة	شتوي	اقل	اكبر
مدى الحرارة	مطلق	اقل	اكبر
التساقط	سنوي	أكبر	اقل
الرطوبة النسبية	بعد الظهر	أعلى	ادنى
فترة شروق الشمس	سنوي	اقصر	اطول
الايام الخالية من الغيوم	سنوي	اقل	اكثر
الايام المغيمة	سنوي	أكبر	اقل
سرعة الرياح	شتاء	اعلى	اقل
سرعة الرياح	صيف	متشابهة تقريبا	

العامل المناخي	الفترة	السفوح المواجهة للرياح	السفوح المعاكسة للرياح
درجة الحرارة الصغرى	يومي	أقل كثيرا	أعلى
مدى الحرارة	يومي سنوي	أعلى	أقل
الصقيع	الليل	كثير الحدوث	قليل الحدوث
سرعة الرياح	الليل	أدنى	أعلى
مدى الرؤية المنخفضة والضباب	الصباح الباكر	كثير الحدوث	أقل حدوثا

ب – أثر التضاريس على الرياح :

للسلاسل الجبلية تأثير قوي على المناخ غير تأثيرها عليه الناتج عن ارتفاعها عن مستوى سطح البحر وخاصة بالنسبة للسلاسل الجبلية العالية الطويلة التي تلعب دورا في العزل المناخي ، ويمكن مقارنة تأثيرها الممكن بذلك الناتج عن التأثيرات المحيطية وبحرف وجود تلك العقبات العالية مسالك بتأثيرات الهواء وممرات المنخفضات الجوية وتعوق مسالك الرياح والكتل الهوائية عند المستويات السفلى من الغلاف الجوي . وحتى لو كانت منحدرات الضغط كافية لحد تضطر معه تلك الرياح والكتل الهوائية لعبور السلاسل الجبلية ، فان صعود تلك الكتل الاضطراري وهبوطها فوق السفوح الجبلية يحور من خصائصها . ويؤدي اتجاه امتداد السلاسل الجبلية احيانا الى منع وصول كتلة هوائية معينة الى الجانب الاخر من السلسلة الجبلية . فعلى سبيل المثال تمتد جبال الالب والهملايا من الشرق الى الغرب وبذلك فانها تمنع وصول كتل الهواء القطبية من الوصول الى الجنوب . وعليه فان المناخ في شمال ايطاليا وفي شمال الهند يكون اكثر دفأ من المناطق التى تقع في نفس دوائر عرضها . وتلعب جبال القطر العراقي دورا مناخيا مشابها عندما تستطيع ان تمنع وصول الكتل الهوائية القطبية الغازية القادمة من وسط



اثر التضاريس على مسار الرياح

اسيا الى القطر شتاء . وتقف بعض السلاسل الجبلية امام هبوب الريـــاح البحرية الرطبة كما هو الحال في جبال الانديز في أمريكا الجنوبية والسلاسل الساحلية في أمريكا الشمالية التى تمتد بموازاة الساحل من الشـــمال الى الجنوب وتمنع مرور الهواء البحرى القادم من المحيط مسببة نقصا في كمية التساقط على السفوح المعاكسة لاتجاه الرياح .

وتلعب التضاريس العالية دورا واضحا في تكوين أنواع محلية من الرياح كما بينا ذلك في فصل سابق ويطلق على هذه الرياح اسم نسيم الجبل ونسيم الوادي ، وفي نفس الوقت تؤثر الجبال في تغيير خصائص الرياح العامة كالذي يحدث للرياح العكسية عند عبورها السلسلة الساحلية وجبـــال الروكي في الولايات المتحدة وتحولها الى رياح الشنوك المحلية التى تختلف اختلافا بينا عن طبيعة الرياح الغربية الاصلية . وتهب الرياح التجارية من مناطق الضغط العالي فوق المدارية متجهة نحو اقليم الضغط الخفيف الاستوائي . بمعنى اخر، انها تتجه من مناخ بعيد عن خط الاستواء الاقل حرارة نحو اقاليم اكثر حرارة فهي والحالة هذه يجب ان تكون جافة ، ولكنها وبسبب اصطدامها بالسلاسل الجبلية نجدها تسقط امطارا غزيرة كما يحدث ذلك فوق جزر الهواي وجزر البحر الكاريبي والقسم الشرقي من البرازيل وجبال دراكنزبرگDrakensberg في شرق أفريقيا الجنوبية .

جـ – اثر التضاريس على حرارة الهواء والتربة :

تتصف المناطق المرتفعة بان مقدار الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح التربة يكون فيها كبيرا ، نتيجة لقلة سمك الغلاف الجوي وابتعاد المناطق المرتفعة عن الجزء الكثيف من الغلاف الجوي الذى يحتوى في نفس الوقت على اكبر نسب من بخار الماء والغبار وثاني اوكسيد الكاربون ، وهي مكونات الجو التي تمتص الاشعاع الشمسي او تبعثره . معنى ذلك ان درجة حرارة التربـــة ترتفع الى حد كبير قياسا لدرجة حرارة الهواء المجاور لها . ولهذه الحقيقـــة

دور كبير في قيام الحياة النباتية فوق ذرى الجبال والمرتفعات دون مستوى خط الثلج الدائم . ان من يزور المناطق الجبلية في شمال القطر ليعجب للفرق الشديد بين درجة الحرارة التى يعانيها من جراء سقوط اشعة الشمس المباشرة عليه وبين درجة الحرارة المنخفضة للهواء في الظل . ولهذا يهتم سكان المصايف بتشجيرها للحصول على أكبر ظل ممكن .

وعلى النقيض من ذلك تكون كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح **التربة في المناطق المنخفضة والوديان قليلة نسبيا ، لان الاشعاع سوف يخترق طبقة سميكة وكثيفة من الغلاف الجوي ، كما وتخترق كل مكوناته التي تمتص** الحرارة والاشعاع او تبعثرها كبخار الماء وذرات الغبار وثاني اوكسيد الكاربون . اما درجة حرارة الهواء فتكون مرتفعة نسبيا لعين الاسباب السابقة .

د ـ اثر التضاريس على رطوبة الهواء :

من المعلوم ان صعود الهواء فوق السلاسل الجبلية والمرتفعات يؤدي الى خفض درجة حرارته بموجب معدلات الانخفاض الذاتي لكل من الهواء الصاعد الجاف والهواء الصاعد الرطب . وتؤدي هذه الحقيقة الى رفع درجة الرطوبة النسبية للهواء ، الامر الذى يجعله يصل الى نقطة الندى Dew Point ويعتمد الوصول الى هذه الحالة على عاملين : اولهما مقدار الرطوبة المطلقة للهواء الصاعد وثانيهما مقدار ارتفاع الحواجز التضاريسية والامثلة كثيرة في العالم على الدور الذي تلعبه هذه الحواجز في سقوط الامطار وزيادة الرطوبة في الهواء اذ انه حتى في اشد مناطق العالم جفافا نجد بعض المرتفعات تتسلم امطارا تزيد كثيرا عن بقية جهات الصحراء المنخفضة المجاورة كما هو الحال في جبل شمر وجبل طويق في شبه جزيرة العرب والجبل الاخضر في عمان وجبال تيستي وحجار في الصحراء الافريقية الكبرى .

وتلعب الحواجز التضاريسية دورا معاكسا على رطوبة الهواء الذى يهبط على السفوح من الاعلى ، حيث ترتفع درجات حرارته ذاتيا وتنخفض رطوبته النسبية ويصبح هواؤها جافا ، كما يظهر ذلك واضحا بالنسبة لرياح الشنوك التي ذكرناها سابقا والتي يمثلها الشكل الآتي :

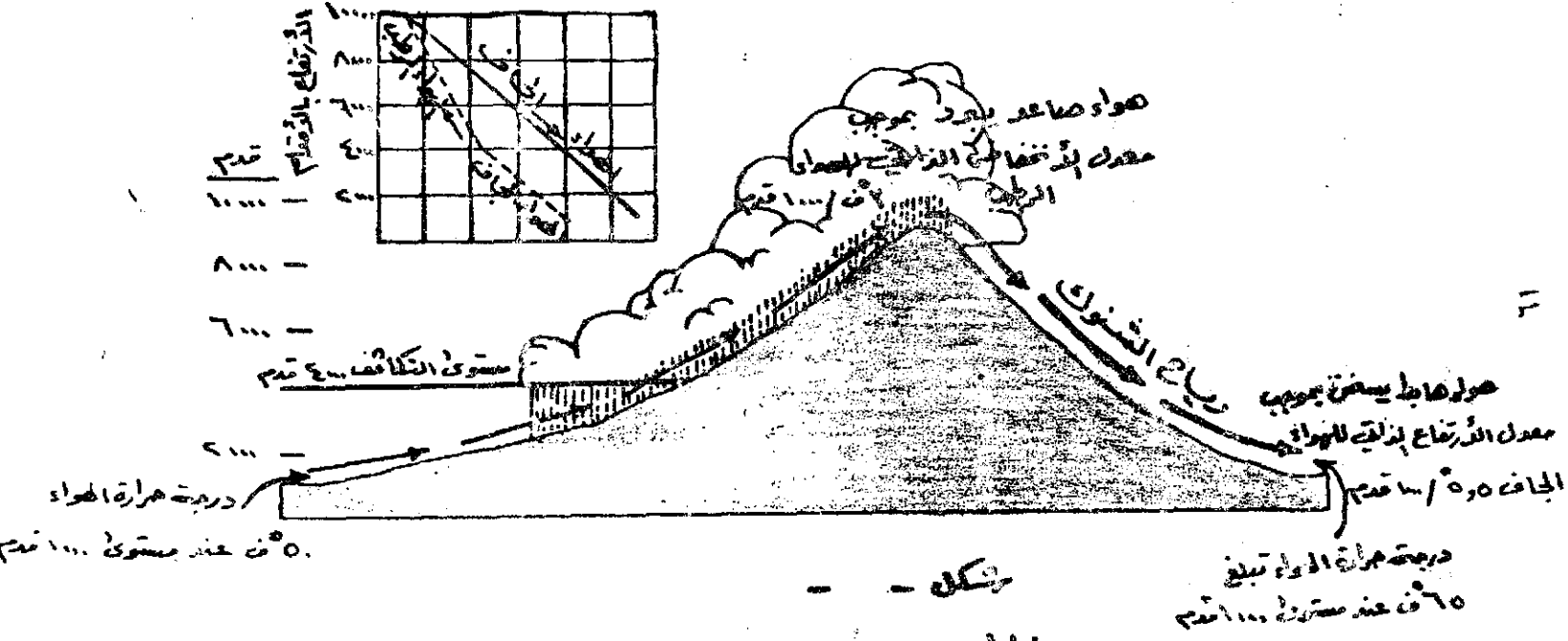
هـ ـ أثر التضاريس على الغيوم والضباب

ان كل الاختلافات الملاحظة بين السفوح المواجهة للرياح والسفوح المعاكسة لها على السلاسل الجبلية ، يمكن ان توضحها الاختلافات في درجة التغيم . فتيارات الهواء الصاعدة على السفوح المواجهة للرياح سبب التكاثف والتساقط ، كما يقود هبوط الهواء على السفوح المعاكسة للرياح الى تحلل الغيوم وضياعها . ويبرز في ظروف السماء الخالية من الغيوم اثر الاشعاع على درجات الحرارة ، ومعنى ذلك ان كل انواع المدى الحراري تتزايد على السفوح المعاكسة للرياح نتيجة لعامل الاشعاع السابق ، وتزداد بذلك حركة الاضطراب في الهواء ، رغم ان سرعة الرياح السطحية على كلا جانبي الجبال تكون متشابهة . وتأثير التضاريس على الضباب يبدو واضحا ، اذ ليس الضباب اكثر من غيوم على سطح الارض ، ويتكون في العادة خلال الفترات التي تسود فيها رياح خفيفة او تكون الرياح غير موجودة اصلا ، ويشيع وجود الضباب قرب المحيطات حيث توجد تجهيزات كافية من الرطوبة قرب السطح اكثر مما هو موجود في المناطق الداخلية . ويوجد الضباب بصورة كبيرة في بعض المناطق خلال القسم البارد من السنة اكثر مما يوجد فيها خلال القسم الدافيء من السنة . ولا يشيع وجود الضباب بصورة عامة في المناطق المدارية .

ويقسم الضباب الى عدة انواع تبعا للظروف التي تسببه :

أ ـ اختلاف طول موجات الاشعة .

ويحدث هذا النموذج من الضباب عندما يمر هواء رطب فوق سطح



شكل — —

خط لرياح الشنوك

بارد حيث تنخفض درجة حرارته بالتوصيل وبالاختلاط مع الطبقات السفلى حتى يصل الى نقطة الندى .

ب ـ ضباب الاشعاع Radiation Fog

ويتكون عندما يتبرد هواء رطب في مكان ما نتيجة لتبرد سطح الارض الذى يستقر فوقه اذ يحصل انتقال للحرارة من ذلك الهواء الى سطح الارض بالخلط والتوصيل . ولا داعي هنا لحصول حركة في الهواء في هذا النوع من الضباب .

جـ ـ ضباب البخـار Steam Fag

ويتكون هذا النوع من الضباب عندما يعبر هواء بارد فوق سطح مائي دافيء حيث يتحرك بخار الماء في فلك الهـواء من ذلك المسطح المائـي . ولا يشترط في تكون هذا النوع من الضباب انخفاض في درجات الحرارة للهـواء اكثر مما يشترط اضافة كميات جديدة من الرطوبة اليه .

د ـ ضباب الارتفاع على السفوح Up— Slope Fog

ويتكون هذا الضباب عندما يتحرك هواء بصورة بطيئة نحو الاعلى حيث يتبرد بالتمدد ويحدث فيه الضباب .

ويمكن ان نعطي بعض الامثلة للاماكن التي تحدث فيها تلك الانواع من الضباب ، اذ يعتبر الضباب الذى يحدث فوق المياه الباردة المحيطة بنيوفاوندلاند ولبرادور خلال فصل الصيف مثالا للضباب الناتج عن الحركة الافقية للهـواء كما يمكن اعتبار الضباب الذى يحدث على طول ساحل كاليفورنيا في الصيف ايضا من هذا النوع اذ يتحرك الهواء البحري الرطب فوق سطح المحيـط البارد ويتبرد الى درجة الاشباع . وعندما تكون سرعة الرياح قليلة نسـبيا يحدث ان ترفع قاعدة الضباب الى الاعلى مكونة غيوما رقيقة .

أما ضباب الاشعاع فانه يحدث في الليالي الصافية حينما يفقد سطح الارض حرارته بسرعة وتكون الرياح خفيفة الا انها ليست ساكنة ، اذ من النادر ان يحدث الضباب في الليالي الهادئة تماما بل يتكون الندي او الصقيع ، ويحدث مثل هذا النوع من الندى بصورة شائعة في فصل الخريف داخل الولايات المتحدة ويتصف بانه يحتل طبقة هوائية رقيقة ويتلاشى بعد شروق الشمس مباشرة .

ويكون ضباب البخار نادرا جدا ، ولكن له اهمية محلية كبيرة . ويحدث هذا النوع من الضباب بعد اول هجمة برد في الشتاء ، عندما يمكن رؤية البخار الذى يتصاعد من الاجسام المائية الدافئة نحو الهواء المجاور بسبب منحدر ضغط البخار الشديد من الماء الدافيء الى الهواء البارد . ويحدث هذا النوع من الضباب حول حافات الجليد في المناطق القطبية وفوق البحيرات الدافئة والانهر في المناطق المعتدلة في نهاية الخريف او في بداية الشتاء قبل ان تتجمد . ويحدث ضباب الارتفاع على السفوح عندما يضطر هواء رطب مستقر الى الارتفاع على سطح الارض كما في السفوح الشرقية من جبال الروكي حيث تهب رياح من السهول العظمى نحو الغرب باتجاه جبال الروكي ، وتبرد ذاتيا بالارتفاع فيحدث الضباب .

و – اثر التضاريس على التساقط :

من المحتمل ان يكون توزيع التساقط اكثر تأثرا بوجود التضاريس الجبلية من غيره من العوامل المناخية ، فعلى كلا السفوح المواجهة للرياح والمعاكسة لها توجد زيادة من التساقط مع الارتفاع ، رغم ان القيم المسجلة للامطار على ارتفاعات متساوية تكون كبيرة جدا فوق السفوح المواجهة للرياح منها على السفوح الاخرى ويمكن في المناخات المعتدلة تعيين الزيادة في كمية التساقط بالارتفاع باستخدام المعادلة الآتية :

$$rh = ro + 0.0\ 72h$$

حيث ان :

تعادل التساقط بالانجات عند مستوى معين .

التساقط بالانجات عند قدمات الجبل .

الارتفاع فوق قدمات الجبل بالاقدام .

وتتزايد في الاقاليم الواقعة ضمن الرياح العكسية كميات التساقط بشكل ثابت حتى قمم الجبال نفسها كما دلت الملاحظات التي اخذت من جبال الالب من ارتفاع ١٠٠٠٠ قدم . اما في نطاق الرياح التجارية كما في جزر الهواي فان كميات التساقط تتزايد الى حد ارتفاع ٣٠٠٠ قدم ثم تبدا بالتناقص تدريجيا على الرغم من أن كمية المطر المستلمة عند ارتفاع ٦٠٠٠ قدم تكون اكبر من كمية المطر الساقطة عند مستوى سطح البحر في ذلك الاقليم . اذ يجبر الهواء في مثل هذه الاحوال على الارتفاع اذا ما صادفته في طريقه بعض الحواجز الارضية كالسلاسل الجبلية والحافات والهضاب وحتى بعض التلال ، فتنخفض درجة حرارته ذاتيا حسب معدل الانخفاض الذاتي لحرارة الهواء الجاف واذا كان ذلك الهواء يحتوي على كميات وفيرة من بخار الماء يصل الى نقطة الندى حيث تنخفض درجة حرارته بعد ذلك بموجب معدل الانخفاض الذاتي للهواء الرطب . ونتيجة لذلك تتكون السحب ثم يحدث سقوط المطر غزير على السفوح المواجهة للرياح . ان حركة الرفع التي تحدث للرياح من جراء اصطدامها للكتل الارضية المرتفعة غير كافية في كثير من الاحيان لتكوين الامطار بمفردها ، ولكن هذه الحركة قد تكون البداية المولدة للتصاعد الذي يعقبه انطلاق للحرارة الكامنة في بخار الماء بعد تكاثفه حيث تساعد تلك على استمرار صعود الرياح فوق السفوح الجبلية المواجهة لها .

وتتزايد نسبة الامطار بالارتفاع الى حد معين ثم تبدأ بالتناقص بعد ذلك . وليس من السهل تحديد نسبة زيادة الامطار بالارتفاع لانها تتأثر بعوامل عديدة غير عامل الارتفاع اهمها القرب والبعد عن السطح المائي ومقدار درجة حرارة الرياح التي تحمل بخار الماء ودرجة انحدار المرتفعات التي

تواجهها ومقدار مايوجد فيها من منافذ وممرات يستطيع الهواء ان يخترقها فلا يضطر على الصعود الى الاعلى . وقد امكن مع ذلك تقدير الزيادة في المطر بصفة عامة بنسبة تتراوح بين ١٪-٥٪ في كل ١٠٠ قدم ارتفاعا، ولكن هذه النسبة ليست مطردة ، اذ بعد ان ترتفع الى حد معين تعود فيقل المطر تدريجيا كلما زاد الارتفاع حتى تصل في النهاية الى مستوى ينعدم فيه التساقط تماما ، ويعود السبب في ذلك الى قلة وجود بخار الماء في طبقات الجو العليا والى درجات الحرارة الواطئة السائدة هناك بحيث تصبح مقدرة الهواء على حمل بخار الماء محدودة . وقد لاتحدث النهاية العظمى للتساقط في بداية الارتفاع بل انها تختلف في ارتفاعها من مكان الى آخر ، ففي الالب يبلغ ارتفاع نطاق التساقط الاعظم عند ٦٫٥٠٠ قدم وفي الهملايا عند ارتفاع ٤٠٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر .

وتتميز الامطار التضاريسية بغزارتها حيث اننا نستطيع ان نذكر ان اغزر مناطق العالم مطراً تتسلم امطاراً من هذا النوع فعلى سبيل المثال تتسلم محطة شرابونجي الواقعة على حافات تلال خاسي Khaci في مقاطعة آسام في الهند ما معدله ٤٢٥ انج من المطر سنوياً نتيجة لاصطدام الرياح الموسمية الصيفية بالسفوح الجنوبية للهملايا . ويعتبر جبل Waialeale الواقع في جزيرة Kauai في جزر هواي مثلا آخر على مقدار غزارة الامطار التضاريسية حيث يسقط عليه ما معدله ٤٧٥ انج من المطر سنويا . ويسقط على جبل اوليك Olympic في مرتفعات كاسكيد بالولايات المتحدة حوالي ١٥٠ انج من المطر .

وعلى النقيض من الذي ذكرناه تتميز السفوح المعاكسة لاتجاه الرياح بجفافها النسبي ، لان الرياح بعد ان تعبر السلسلة الجبلية تكون فقدت معظم رطوبتها بعد ان انزلتها بشكل امطار او ثلوج فوق السفوح المواجهة لها ، كذلك فان الرياح تهبط نحو الاسفل فتزداد درجة حرارتها ذاتياً وتقل رطوبتها النسبية ، وتسمى تلك السفوح بسفوح ظل المطر . وقد تؤدي هذه

الظاهرة الى تكوين صحاري واسعة تقع خلف السلاسل الجبلية فجبال سيرانيفادا وكاسكيد في الولايات المتحدة جعلت منطقة الاحواض والهضاب بين الجبال جافة . وجبال الانديز كونت صحراء بتاكونيا في الارجنتين ، وجبال لبنان الغربية منعت وصول كميات كبيرةمن الامطار الى المناطق الواقعة شرقها . ومن هذا يمكن القول : ان السواحل التي لا تمتد بالقرب منها سلاسل جبلية ، تتوزع الامطار على مسافة كبيرة داخل القارة ولاتظهر فيها فروق واضحة في كمية الامطار بين المناطق القريبة من الساحل والمناطق البعيدة عنه، فمدينة برلين التي تقع على بعد ١٦٠ كيلومتر عن مدينة هامبورغ الواقعة على البحر ، يسقط فيها من الامطار ما يقدر بـ ٧٨٪من كمية الامطار الساقطة في هامبورغ . في حين يظهر انتقال سريع في كمية المطر اذا كانت هناك سلاسل جبلية تمتد بموازاة الساحل على مقربة منه .

الباب الثاني

الاتجاهـات التطبيقية والحديثة
في
الدراســـات المناخيـــة

الفصل الاول

المناخ التفصيلي والمناخ المحلي

تعتبر الدورة الهوائية العامة العامل الفيصل في تأكيد الظروف المناخية التي تخص مايعرف بالمناخ العام ، الا ان هذا التأثير لايستمر بنفس الاسلوب بالنسبة للمناطق القريبةمن سطح الارض ، حيثان ظروف الدورة هذه تتعرض للتغيير والتعديل وذلك لتأثير سطح الارض فيها وهذا مما يعكس آثاره في العمليات التي تقوم فوق سطح الارض مباشرة وخاصة الزراعية منها ولذا لايمكن الاعتماد على الظروف المناخيةالعامة فيتفسير العديد من الحالات المناخية التي تنشا فوق سطح الارض حيث ان تأثيرات ذلك السطح هي التي تكون العوامل الرئيسة المؤثرة في المناخ ، وعليه فانه من غير الممكن فصلها عن المناخ العام .

واستنادا الى الحقيقة السابقة الذكر يتكون فوق سطح الارض مباشرة نوع من المناخ يعرف بالمناخ التفصيلي او كما يعرف في بعض الاحيان بالمناخ الميكروسكوبي ويقصد به المناخ الذي يسود طبقة الهواء القريبة منسطح الارض او الامكنة صغيرة المساحة(١) .

---

(١)لقد ظهرت الدراسة المناخية التفصيلية لاول مرة في المانيا وكان ذلك في اواخر القرن ١٩ للحاجة المتزايدة لاستغلال الاراضي الزراعية ، وقد دعا اليها تزايد السكان . وكان في مقدمة الذين اهتموا بهذه الدراسة كريكور كراوزه الذي بين اثر الظروف المحلية الجغرافية في تنوع المناخ من محل الى اخر . ولذا اتجهت الدراسة الى الاهتمام بدراسة مناطق محدودة المساحة دراسة مناخية تفصيلية فظهرت على اثر ذلك مواضيع جديدة كمناخ المدن ومناخ الجبال ومناخ النبات الطبيعي ومناخ المياه الضحلة ومناخ المياه الشاطئية الى آخره .

ذكرنا ان الاختلاف بين انواع المناخ السابقة الذكر ترتبط بتأثيرات العناصر المناخية المختلفة ارتباطا مباشرا لا بل انها نتيجة حتمية لها . وعليه فان مايميز المناخ التفصيلي والمناخ المحلي او مناخ الامكنة هي تلك المعلومات التفصيلية الدقيقة الناجمة عن تأثير سطح الارض في عناصر المناخ المختلفة . ولما كان سطح الارض متباينا في تكوينه وغطائه لذا فانه يؤثر بما يتميز به من خصائص فيزياوية تأثيرا محليا مختلفا ، واذا ما تمكن الباحث من تحديد ومعرفة تلك التأثيرات امكنه تحديد نوعية المناخ السائدة تفصيليا ومحليا .

ولما كانت حدود المناخات التفصيلية تمثلها غالبا اشكال المناطق ، لذا فان اصطلاح مناخ الاماكن يستخدم عوضا عن المناخ المحلي احيانا ، هذا مع العلم بان كلا الاصطلاحين لا يتطابقان تطابقا تاما ، حيث يفهم من الاصطلاح الاول مناخ مكان جغرافي معين بينما يفهم من الثاني انه صنف من المناخ داخل المكان الجغرافي المعين . ويمكن القول عموما ان المناخ المحلي ماهو الا الخاصية المكانية للمناخ ، وعليه فاننا يمكننا رصد اشكال مختلفة من المناخ المحلي ضمن المنطقة الجغرافية الواحدة ذات المناخ العام . فالمناخ الذي يسود مناطق الاعشاب والغابات والمناطق المحروثة يختلف عن المناخ الذي يسود المناطق المستنقعية او البحيرية .

وقد تنتج من ذلك صعوبة ، هي ان كلا من المناخ العام والتفصيلي ثم المناخ المحلي لايمكن فصلها عن بعضها ، لذا فان كلا من المناخ التفصيلي والمناخ المحلي يمثلان انواعا لمناخ واحد . ولتجنب مثل هذه التعقيدات والصعوبات ، فاننا سوف نتكلم عن نطاقات كل من المناخات العامة والتفصيلية والمحلية . ففي نطاق المناخات العامة يلعب كل من دورة الهواء العامة ، والعرض الجغرافي وكذلك الموقع بالنسبة لليابسة والبحر ثم الارتفاع عن مستوى سطح البحر

دورا هاما . اما في نطاق المناخ المحلي فان شكل المنطقة ، ثم ميل واتجاه المنحدر ، وكذلك طبيعة سطح الارض ، تؤثر بصورة اساسية ، بينما في نطاق المناخ التفصيلي فان فعالية المساحات الاضافية ، والتي تمثلها بصورة رئيسة قشرة الارض بضمنها الغطاء النباتي ، هي التي تؤثر بدرجة كبيرة .

وعليه ، فان الاختلافات في المناخات المحلية تبدو ضعيفة عند مقارنتها بالخواص المناخية التي تتسبب بفعل العوامل الجغرافية ذات التأثير الشامل والواسع ، وما ذلك الا نتيجة ارتكاز الاختلافات المحلية على الاختلافات الناجمة عن بناء طبيعة سطح المساحات الصغيرة وخاصيتها .

ان الدور الذي تلعبه كل من وضعية السطح وزيادة او قلة درجة رطوبة التربة والتباين في طبيعة السطح في تحديد عملية امتصاص الاشعة ومن ثم في الميزان الاشعاعي لسطح الارض هو الذي يجعلنا نرصد اختلافات محلية في انظمة كل من الحرارة والرطوبة والتبخر في المنطقة الجغرافية الواحدة ، وتظهر تاثيرات وضعية سطح الارض فيما نلاحظه من اختلافات محلية في انظمة الرياح ونظام الغيوم والتساقط ، ويبدو الاخير واضحا في المناطق البحرية ذات السطوح المائية الواسعة التي تحدث فوقها غالبا غيوم تراكمية ، ويبدو الامر واضحا في تشكيلات الضباب المختلفة التي تعتمد على الاختلافات المكانية كما هو الحال في ضباب المدن ودخان البحر .

وتعمل التاثيرات المنبعثة من النطاقات المختلفة بصورة مشتركة ، كما لايمكن فصلها دائما بصورة واضحة .

طرق بحث المناخ المحلي والتفصيلي :

لما كانت التاثيرات المناخية المنبعثة من سطح الارض لاتشمل فوق سطح الارض الا طبقة رقيقة جدا من الهواء ، لذا فان هنالك طرقا للقياس تختلف عن تلك التي تستخدم في نطاق المناخ العام .

وعليه ، فانه من الضروري ان تكون اجهزة القياس المستعملة صغيرة جدا، وذلك لتفادي التغيرات في الظروف المقاسة والناتجة عن اجهزة القياس . كما ان الضرورة تقتضي توفر وتنظيم شبكة كثيفة من الرصدات في مساحات صغيرة لفترة معنية حتى ولو كانت قصيرة وذلك لصعوبة الرصد المحلي في نفس المكان لفترة تمتد بضع سنوات ، لاختلاف طبيعة دراسات المناخ المحلي والتفصيلي عن دراسات المناخ العام . ويتم رصد العناصر المختلفة من حرارة ورطوبة ورياح في مستويات مختلفة متدرجة مبتدئة من فوق سطح التربة ببضع سنتمترات . كما ان اختصار عملية الرصد على مساحات صغيرة وقليلة الارتفاع اوجب ان تكون الاجهزة المستعملة في هذا المجال من النوع الذي يسهل حمله ونقله وغالبا مانستعمل السيارات في عملية النقل هذه . والى جانب الاختلاف في طرق الملاحظة ، فان هناك اختلاف في مدة الملاحظة ايضا . وفي نطاق علم المناخ التفصيلي نجد ان تفضيل القيم الوسطى السنوية نتيجة القياسات لفترة قصيرة هو المتبع ، وذلك ان الانحرافات عن المناخ العام ، تعتبر من خصائص المناخ التفصيلي والمحلي .

وفيما يتعلق بالمناخ التفصيلي والمحلي هناك الكثير من الابحاث المتفرقة التي تقوم على ملاحظة التفصيلات المناخية نتيجة استفهامات خاصة . وقد اعطى كايكر في عام ١٩٥٠ ثم ١٩٥٧ النظرة الاولى عن المشاكل المناخية لكلا هذين النوعين من المناخ .

المناخ التفصيلي والمحلي كظاهرة في الطبقة الارضية :

ان العلامة المميزة للمناخ التفصيلي والى حد ما للمناخ المحلي تتطلب المعلومات الدقيقة عن تأثيرات العناصر المناخية المختلفة ، التي تتم بواسطة سطح الارض . يضاف الى ذلك ، ان سطح الارض نفسه يؤثر بواسطة خصائصه الفيزياوية من ناحية ، وما يغطيه من ناحية اخرى ، تأثيرا محليا هاما . ومن معرفة المعلومات عن التأثيرات المختلفة الاشكال يمكن معرفة ما يتميز به كل من المناخ التفصيلي والمحلي في الحالات المختلفة .

وتقوم أهمية الطبقة السفلى في كونها اماكن وجود الغطاءات النباتية بأنواعها المختلفة ، وان ظهور الاختلافات فيها يبدو اكثر وضوحا في حالة نمو الغطاءات النباتية المرتفعة ، ومن هنا اقتضت الحاجة اجراء الرصد في ارتفاعات بضع امتار لاحتمال نمو الغابات في هذا الارتفاع .

ظروف الحرارة والتحول الحراري :

نظرا لاقتصار المناخ التفصيلي على ظروف طبقة الهواء القريبة من سطح الارض ، لذا فانه من الضروري معرفة الموازين الحرارية « الشمسي والارضي » الخاصة بالاشعاع الساقط والمرتد على ذلك السطح دون الاعتماد على المعلومات الخاصة بالمناخ العام ، وما ذلك الا نتيجة لتأثير الميزان الحراري في تحديد الظروف المناخية لانطقة الاهوية القريبة من سطح الارض .

والمعروف عن الاشعاع الشمسي انه يتحقق وبشكل واضح في الفترة التي تلي الظهر مباشرة ، سيما اذا كانت الظروف ملائمة ، كسيادة طقس جيد ، أما الاشعاع الارضي فانه يظهر على احسن وجه اثناء الليل وعندما تكون نسبة التغييم صفرا . ويختلف كلا هذين الاشعاعين في طول موجات الاشعة التي تسودهما ، حيث تكون السيادة للاشعة القصيرة الموجات في ميزان الاشعاع الشمسي ، بينما تكون الاشعة الطويلة الموجات هي السائدة في ميزان الإشعاع الارضي وعليه فان الاشعاع الوارد صفة تغلب في ميزان الاشعاع الشمسي .

ويصل سطح الارض من الاشعة ذات الموجات القصيرة جزء يبلغ متوسطه ٤٣٪ ، ذلك ذلك تتسخن الارض بواسطته ، حيث ينتج عنه في العروض المعتدلة درجات حرارية تبلغ ٦٠ درجة مئوية ، واحيانا من ٧٠-٨٠ درجة مئوية أيضا، ويذهب جزء من هذه الحرارة في الارض، حيث يخزن هناك ، وجزء آخر يتحرر فيرتد ثانية الى الهواء . ويحدث هذا التحرر بأساليب مختلفة هي :

١ ـ بواسطة التبخر .

٢ ـ بواسطة تبادل الكتل .

٣ ـ بواسطة الاشعاع ذي الموجات الطويلة .

٤ ـ بواسطة التوصيل .

٥ ـ بواسطة التوصيل الظاهر للاشعة .

وهذه الاشكال المذكورة لعملية انتقال الحرارة من سطح الارض الى الهواء الذي يعلوه ، يمكن توضيحها على الوجه الآتي :

١ ـ تحتاج عملية التبخر التي تتم في سطح الارض وما يعلوه مباشرة الى طاقة حرارية كي يتم بموجبها التحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية ، وهذه الطاقة تستنفد من الطاقة الحرارية لطبقة الهواء التي تعلو سطح الارض مباشرة ، فتكمن تلك الطاقة في الرطوبة التي تأخذ بالارتفاع فوق سطح الارض الى الطبقات العالية ، وتبقى تلك الطاقة كامنة ومخزونة الى أن يتم تحررها مرة ثانية عن طريق حدوث التكاثف بصوره المختلفة ، لا سيما التكاثف الذي بموجبه يتم التحول من الحالة الغازية الى الصلبة . ومما يجدر ذكره أن عملية التبخر هذه لا يمكن ان تكون فعالة الا اذا كان الهواء القريب من سطح الارض لم يصل الى درجة الاشباع .

٢ ـ تفقد قسم من الطاقة الحرارية عن طريق العملية التي يمكن ان نسميها عملية تبادل الكتل والتي بموجبها تنتقل الطاقة من جزيئة الى اخرى في الهواء الذي ارتفعت درجة حرارته ، وبهذا الاسلوب تنقل الطاقة من طبقة هوائية الى اخرى تعلوها حيث تكون الحركة العمودية للاهوية هي الحركة التي لها صفة السيادة في أهوية الطبقات هذه .

٣ ـ ان الطاقة الحرارية المشعة الى سطح الارض لا يمكن ان تصل الى ذلك السطح بنفس النسبة ، اذ ان جزء من الاشعة الطويلة الموجات يتم امتصاصه من قبل المواد التي توجد في الهواء وذلك بصورة مباشرة ، كغاز

ثاني اوكسيد الكاربون وبخار الماء وغيره الا ان جزء الاشعة الممتص هذا سرعان مايشع الى سطح الارض ثانية حيث يطلق عليه في هذه الحالة الاشعاع المضاد او المقابل ، وهو يمتاز بكبره ، بينما يكون مقدار الطاقة التي تضيع في الفضاء عن طريق الاشعاع المرتد ذو الموجات الطويلة ضئيلا .

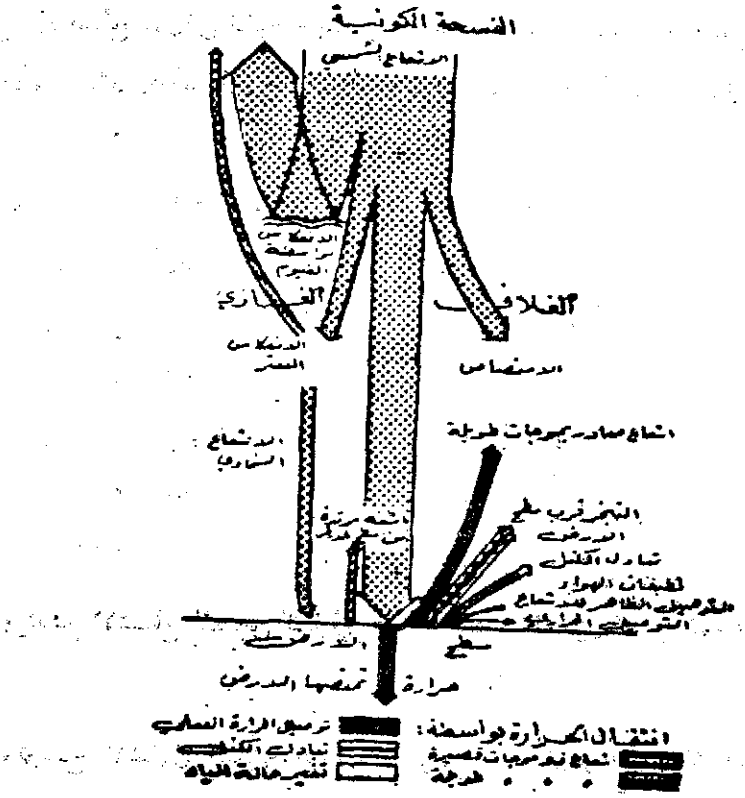
٤ – ان قسما من الطاقة الحرارية يتم تحرره عن طريق انتقاله من جزيئة صلبة الى اخرى وذلك في حالة الاتصال المتبادل للجزيئات

٥ – ينقل قسم من الاشعة الممتصة بوسطة الاشعاع المتحرر لجزيئات الهواء الاخرى سيما الاشعة الطويلة الموجات والتي يكون مداها قليل يتراوح بين ما يقرب من متر وبضعة أمتار ، وهذه العملية التي تدور حول التبادل القائم بين الاشعاع المتحرر والممتص هي التي يطلق عليها عملية التوصيل الظاهر للاشعة .

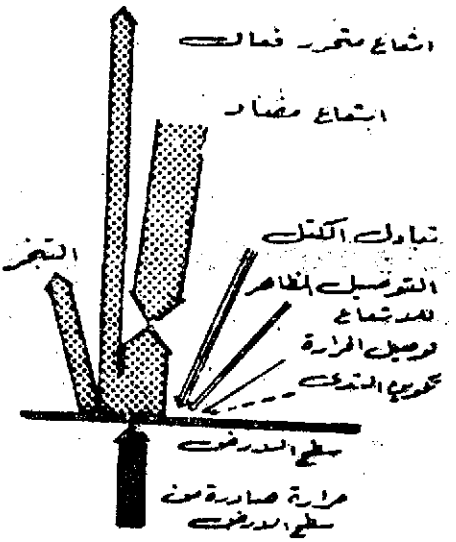
وينعدم الاشعاع الممتص كليا في حالة الاشعاع المتحرر كما يوضحه الشكل وعليه فان فقدان الحرارة لا يعوض الاشعاع الممتص اطلاقا .

وتوضح الاشكال التالية ايصال الحرارة الى الارض في حالة الاشعاع الممتص ، بينما في حالة الاشعاع المتحرر فان تصدير الحرارة يتم من الارض الى سطحها . ولذا يكون للمواد التي تتكون منها الارض اهمية كبيرة في الظروف الحرارية للهواء القريب من الارض . يضاف الى ذلك ان من الامور المهمة هي السرعة التي تتمكن بها الارض من ايصال الحرارة ، ثم كمية الحرارة التي يمكن خزنها ، ولذا فان مقدار قابلية ايصال الحرارة والحرارة النوعية تعتبر من المواد الثابتة والمهمة .

فكلما كانت الحرارة النوعية كبيرة كانت كمية الحرارة التي يجب اخذها او اضافتها اكبر ، وذلك بالنسبة لتغيرات حرارية معينة . اما فيما يتعلق بالاستفهام عن السرعة التي تستمر بها التبدلات الحرارية في جسم ما ، فان قدرة توصيل الحرارة او القدرة العددية للحرارة تلقي عليها ضوءا .



شكل الحرارة على سطح الارض ظهرا في فصل الصيف



شكل الحرارة على سطح الارض ليلا
مفهوم الاسهم كما في الشكل السابق

فكلما كان هذا العدد كبيرا ازدادت مثلا سرعة الاختلافات الحرارية التي تظهر على سطح الارض ، تلك التي تظهر اكثر وضوحا في الاعماق .

وبناء على ذلك ، تظهر المناخات التفصيلية التي تسود الاراضي الجيدة التوصيل نظاما حراريا متعادلا ، أما التي تسود الاراضي الرديئة التوصيل فانها تظهر تطرفا في هذا النظام .

قدرة التوصيل الحرارية والدرجات الحرارية في انواع مختلفة من الارض

نوع الصخور	قدرة التوصيل الحرارية	قدرة توصيل الدرجات الحرارية
رمل	٠ر٠٠٢٨	٠ر٠١١٢
صخور رملية	٠ر١٠٧	**٠ر٠٢٣١**
تربة غرينية	٠ر٠٠٤٠	٠ر٠٠٧٩
تربة ذات مواد غرينية		
بابسه	٠ر٠٠٢١	٠ر٠٠٢٢
كرانيت	٠ر٠٠٩٧	٠ر٠١٩٠

وفي حالة القدرة العالية لتوصيل الدرجات الحرارية تنفذ التغيرات التي تطرأ على درجة الحرارة من سطح الارض الى الارض بسرعة ولعمق كبير نسبيا . أما القدرة قليلة التوصيل للدرجات الحرارية ، فهي علامة مميزة على ان التغيرات في الدرجات الحرارية لا تنفذ من سطح الارض الا ببطيء والى عمق قليل .

ان كميات الحرارة التي تتحول الى سطح الارض تتوقف على التربة من ناحية ، وعلى العرض الجغرافي من ناحية اخرى . والى جانب ذلك فان الميزان الحراري يهتم بالمقادير المختلفة ، والتي هي بصورة رئيسة :

١ – كمية الحرارة الواصلة من سطح الارض (الاشعاع) .

٢ ـ الحرارة التي يطلقها سطح الارض الى الهواء .

٣ ـ الحرارة التي يعطيها سطح الارض الى الارض .

٤ ـ الحرارة المستنفذة في عملية التبخر .

ومن الطبيعي ان ظروف الدرجات الحرارية لطبقة الهواء القريبة من الارض تتأثر بظروف الاشعاع . لذا يظهر من اسلوب الدرجات الحرارية ان تذبذبها يأخذ بالازدياد مع زيادة القرب من سطح الارض ، وأن المناخ المحلي يظهر مع زيادة القرب منه تطرفا متزايدا في ظروف درجاته الحرارية .

ظروف الرياح والرطوبة :

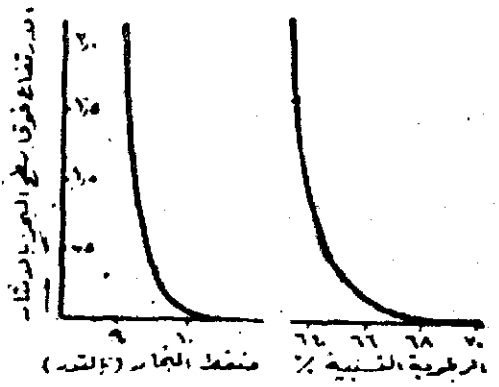
تتوقف ظروف الرياح السائدة فوق سطح منطقة ما على عدة امور منها :

١ ـ الاختلاف الجيومورفي لسطح المنطقة ، فسرعة الرياح عموما تظهر قلة مع تزايد الاقتراب من سطح الارض ، وذلك لتأثير عامل الاحتكاك والاعاقة حتى انها تبلغ حدا يجعلها في حالة سكون تقريبا اذا لم يطرأ عليها تبدل اضطراري ، بينما تأخذ سرعتها بالتزايد مع زيادة الابتعاد عن سطح المنطقة .

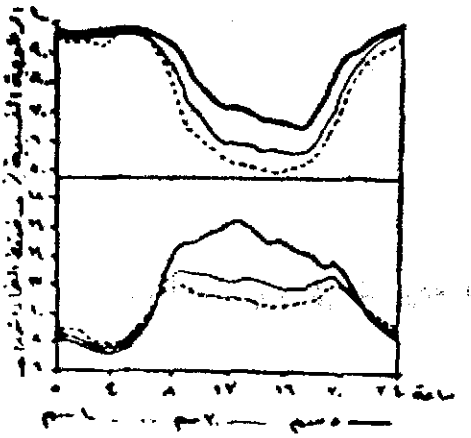
٢ ـ الاختلافات الحرارية ، وهذا ما يجعل سرعة الرياح وقوتها تتفاوت مابين الليل والنهار المختلفين حراريا ، فسرعتها تعظم اثناء النهار وحوالي الظهر وذلك بسبب عمليات التبادل العمودي مابين سطح الارض والمناطق التي تعلوها بينما تضعف تلك السرعة ليلا .

ونظرا لاختلاف سرعة الرياح فان المناخ التفصيلي قد لا يظهر بشكل واضح عندما تنطلق الرياح بسرعة عظيمة قريبا من سطح الارض مما يعمل على ازاحة ذلك المناخ . ولا يقتصر الاختلاف في الرياح على السرعة فحسب بل ان اختلاف درجة نقاوتها امر آخر يجب عدم اغفاله وذلك لاختلاف كميات ذرات الغبار والمواد الصلبة وجزيئات الثلج عندما تهب قريبا من سطح المنطقة ، وقد يؤثر ذلك على درجة الرؤيا في تلك الطبقة الهوائية الى حد بعيد .

الارتباط بين توصيل الحرارة والماء في التربة الرملية الخشنة



المتوسط اليومي لضغط البخـار والرطوبة النسبية
في طبقة الهواء القريبة من سطح الارض



السير اليومي للرطوبة النسبية ولضغط البخار في فنلنده

اما بالنسبة لظروف الرطوبة فانها تتوقف على حالة التبخر التي تحدث في سطح المنطقة واجسام النباتات . ونظرا لاقتصار المناخ التفصيلي على نطاق الاهوية التي تعلو المناطق بارتفاع قليل ، وبما أن الرطوبة تعظم على سطح الارض، وأن المنطقة هذه هي التي تكون أمكنة نمو النباتات ، لذا فان الرطوبة تعظم مع زيادة الاقتراب من سطح الارض وعكسه مقطوع بصحته . كما ان اختلاف مقدار الرطوبة هو الذي ادى الى تكون مايعرف النوع المبتل للرطوبة والنوع الجاف لها . فالأول منها يسود في الأمكنة التي ترتفع فيها الرطوبة بينما يبقى الثاني مقتصرا على الامكنة الاقل رطوبة .

والخلاصة : أن عدم الاستقرار في الظروف الحرارية والرطوبة يمكن اعتبارها صفة رئيسة تميز طبقة الاهوية التي تعلو سطح الارض مباشرة .

تاثير المنطقة في المناخ التفصيلي :

ان ارتكاز هذا المناخ على المنطقة التي يقوم فوقها يجعل تحديد نوعه يعتمد على الظروف الاشعاعية السائدة في تلك المنطقة والتي تتحقق بواسطة تكويناتها وما يعلوها من مياه او ثلوج او نبات .

اولا - تاثير التربة :

تختلف التربة من حيث امتصاصها وعكستها للاشعة الساقطة عليها وذلك استنادا الى الامور الآتية :

١ - تكوين التربة :

فالتربة الصلبة يمكنها امتصاص الاشعة الضوئية بنسبة تتراوح من ٧٥٪ الى ٩٠٪ وماتبقى منها تقوم بعكسه ، كما انها تمتص معظم الاشعة الحرارية ذات الموجات الطويلة. وعليه فان درجة الحرارة نهارا تتحدد الى حد بعيد بواسطة مقدار امتصاص سطح الارض للاشعة حيث ترتفع كلما كان الامتصاص كثيرا وعكسه مقطوع بصحته .

٢ ـ قابلية التربة للتوصيل الحراري :

تختلف قابلية التربة للتوصيل الحراري اعتمادا على نوعها فالتربة الرملية ذات قابلية ضعيفة للتوصيل الحراري ، وذلك لتوغل الهواء خلال ذراتها مما يضعف في تلك القابلية ، ومع ذلك فهي تعمل على تسخين سطح الارض نهارا بصورة تفوق التربة المستنقعية التي يكون توصيلها الحراري اضعف كثير من سابقتها . واستنادا الى هذه الحقيقة فان الغطاء الثلجي الذي يغطي سطح منطقة ما يتأثر الى حد كبير بقابلية التوصيل الارضي للحرارة حيث يتعرض ذلك الغطاء للذوبان بسرعة تفوق نظيرتها في حالة التوصيل الردىء . وعليه يتمكن الباحث من الاستنتاج في حالة وجود ذوبان مختلف للغطاءات الثلجية أن ذلك يعزى الى وجود تباين في قابلية التوصيل الحراري للتربة .

٢ ـ لون التربة :

تتفاوت التربة في لونها مابين فاتح وغامق ، ويلعب ذلك دورا هاما بالنسبة لعملية انعكاس الاشعة وامتصاصها . فالتربة ذات اللون الغامق تعكس جزء من الاشعة يقل عما تعكسه نظيرتها التربة ذات اللون الفاتح . وعليه يمكن معرفة لون التربة من ظروف الدرجات الحرارية السائدة على سطحها وهذا مما يعكس اثره على المناخ التفصيلي .

ثانيا ـ تأثير السطوح المائية :

تؤثر السطوح المائية في درجة حرارة الطبقة الهوائية ورطوبتها التي تعلوها وذلك نتيجة لنفوذ الاشعة في المياه وتأثيرها في درجة حرارتها تأثيرا يختلف تبعا للامور الآتية :

أ ـ اختلاف طول موجات الاشعة .

ب ـ اختلاف درجة نقاوة المياه .

ج ـ الحركة التبادلية للمياه التي تلعب دورا هاما .

وبصورة عامة فان ماينعكس من الاشعة الساقطة يبلغ مقدارا يتراوح بين ٦٠٪ الى ٩٠٪ وما يمكنه النفوذ من الاشعة فانه يصل عمقا قد يزيد على متر . وليس مقدار ما ينفذ من الاشعة هو الشيء الحاسم بل ان عملية الانعكاس التي تحدث في سطح الماء هي العملية الحاسمة . وتختلف درجة انعكاس الاشعة تبعا لمقدار الزاوية التي تشكلها اثناء سقوطها ، فمقدار الانعكاس يبلغ حده يتراوح من ٥٪ الى ٩٪ في الحالة التي تكون فيها الشمس بوضع عال، بينما يبلغ فوق الرمل الرطب ٢٥٪ والجاف ٣٢٪ الا انه يرتفع حتى يصل الى ١٠٠٪ عندما تكون الشمس ذات ارتفاع يبلغ صفرا .

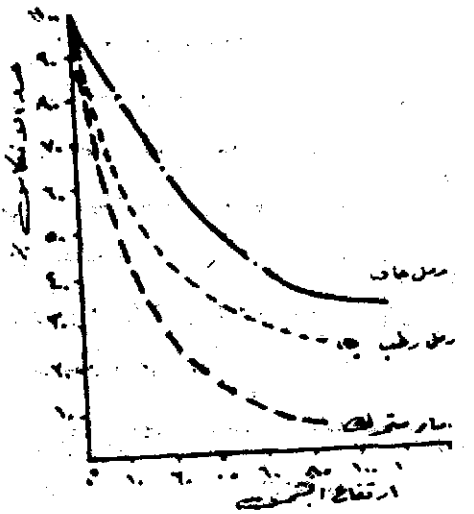
ولايكون السير الحراري اليومي منتظما بل انه يتذبذب في بعض الاحيان سيما في الطبقات العليا من السطوح المائية ويعتمد مقدار التذبذب هذا على عمق السطوح المائية . ومما نلاحظه على التذبذب في السير الحراري اليومي ما يأتي :

١ ـ اختفاء التذبذب فوق البحار المفتوحة .

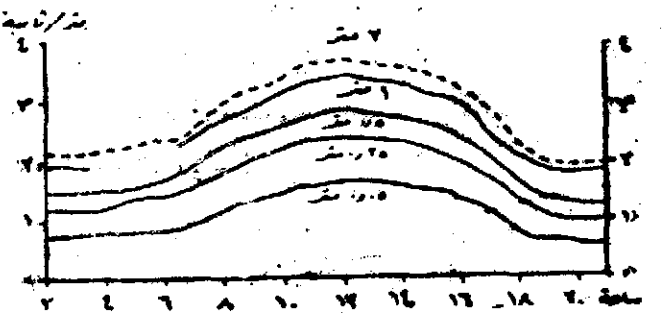
٢ ـ يتشابه التذبذب في المياه الضحلة ونظيره الذي يسود الاراضي المتماسكة .

والمتوقع في حالة بقاء الظروف المناخية السائدة على حالها ان توزيع الحرارة فوق السطوح المائية يجب ان يكون توزيعا منظما زمنيا ومكانيا وشريطة ان لايصل الى تلك السطوح هواء تميز بظروف حرارية مناقضة . كما ان نوع الرطوبة السائدة يجب ان تكون من النوع الرطب حيث تسجل الرطوبة فيها قيما عالية فوق السطوح المائية مباشرة كما ترتفع الرطوبة النسبية كلما اقتربنا من تلك السطوح .

أما حالة الهواء التي تسود السطوح المائية فهي الاخرى تتعرض للتغيير حيث تقل سرعة الاهوية المتحركة فوقها وذلك نتيجة تأثير ما يعرف بعامل الاعاقة والاحتكاك . وقد لوحظ ان سرعة الاهوية تصل الى ضعفها فوق السطوح المائية وعلى ارتفاع قدره ٢ متر اذا ما قورنت بسرعتها وهي على ارتفاع سنتمتر واحد .



انعكاس الاشعة وعلاقته بارتفاع الشمس
وخصائص الارض



السير اليومي لسرعة الرياح قرب سطح الارض

ثالثا ـ تاثير الغطاء الثلجي :

يؤثر الغطاء الثلجي في المناخ التفصيلي سيما ظروفه الحرارية تاثيرا واضحا ويتوقف ذلك على :

١ ـ اختلاف الاشعة الساقطة من حيث طول الموجة ، فالاشعة القصيرة الموجات لا يمتص منها سوى مقدار يتراوح بين ١٠٪ الى ٢٥٪ وما تبقى منها ينعكس ، بينما تمتص نسبة اعلى من الاشعة ذات الموجات الطويلة خاصة في حالة درجة التغييم البالغة صفرا . وعليه فان الحرارة التي تنطلق من الثلوج تكون كبيرة مما يعمل في خفض درجة حرارة الاهوية السائدة فوق المنطقة .

٢ ـ **اختلاف نوعية الثلوج ما بين ثلوج قديمة واخرى رطبة حيث أن هذا** الاختلاف يقود الى حدوث اختلاف في القيم الانعكاسية بحيث ان هذه القيم لاتتجاوز القيمة البالغة ٥٠٪ من الطاقة الواصلة . كما أن ارتفاع القيم الانعكاسية يعمل على سيادة الضوء فوق المنطقة بشكل قوي نتيجة سيادة الاشعة المنعكسة وسيادة ما يعرف المناخ الضوئي في نطاق المناخ التفصيلي .

والمعروف أن سطح المنطقة التي يغطيها الغطاء الثلجي تسوده ظروف حرارية تبعده عن حالة التبرد ، وما ذلك الا نتيجة لزيادة فاعلية الغطاء الثلجي بالنسبة للاشعاع بحيث يكون دوره في حماية سطح المنطقة رئيسيا وليس سطح الاخيرة هذه ، واذا ما اضفنا امكانية دخول الاهوية ما بين ذرات الثلوج التي تتجمع ولم يمضي عليها فترة طويلة فان قابلية التوصيل الحراري تصبح ضعيفة جدا وهذا يقود الى توفير عامل الحماية لسطح المنطقة .

رابعا ـ تاثير الغطاء العشبي :

ان الطبقة المهمة بالنسبة للاشعاع تتضخم في حالة الارض المغطاة بغطاء عشبي قصير ، حيث لا تتمكن الاشعة فيها من النفوذ الى الارض بكاملها بل الى جزء منها . وبما أن الحرارة تتوزع على طبقة سميكة ، لذا لا ترتفع درجات الحرارة حوالي الظهر بشكل عال كارتفاعها فوق الارض الجرداء ، وينطبق

هذا على الاشعاع الارضي ليلا حيث ان سطح الارض يبدأ بعملية التبادل مع النباتات اولا ، وبهذه الواسطة يتعدل السير الحراري فوق الغطاء العشبي بشكل يفوق ذلك الذى يتمثل فوق الارض الجرداء .

ان نظرة في ظروف الحرارة السائدة فوق غطاء عشبي قصير وكذلك في ارتفاع قدره متران ايضا ، تظهر أن الحد الادنى لها في هاتين النقطتين المقاستين ، يكون ليلا ، وتكون درجات الحرارة فوق منطقة عشبية في الليالى اللطيفة نوعا ما وعلى ارتفاع خمس سنتمترات اقل مما هي عليه فوق ارتفاع قدره متران ، حيث يبلغ الفرق ٥ر٢ درجة تقريبا في معظم الاحوال الا انه يصل ٥ر٦ درجة في الحالات المتطرفة . اما في الليالي المكفهرة فعلى نقيض ذلك حيث تظل درجات الحرارة على ارتفاع ٥ سنتمترات الى ١ر١ درجة فوق تلك الدرجات الحرارية السائدة على ارتفاع مترين .

وتحصل مثل هذه الحالة في الغالب ، حتى ان الحرارة على ارتفاع مترين تزيد حوالي ٥ر٠ درجة على تلك التى تسود على ارتفاع ٥ سنتمترات والنتائج المذكورة هذه يمكن استخدامها بصورة جيدة في التنبؤ بحالة الحرارة في طبقة الهواء القريبة من سطح الارض ، اذا تمكن الشخص تقدير درجة الغيوم . كما ان ظروف الرطوبة لطبقة الهواء القريبة من سطح الارض تتغير هي الاخرى أيضا بصورة قاطعة وذلك بواسطة الغطاء النباتي كما يلاحظ من الجدول الآتي :

درجة التبخر بالملمتر في اليوم في الفترة من مايس ـ اب

	من منطقة رملية	من منطقة عشبية	من مسطح مائي
في أيام اثر امطار	٢ر٣٨	٢ر٨	٢ر٢٤
في ايام صافية	٠ر٤٧	٢ر١٥	٣ر٦١
في ايام منجدبة	٠ر٢٦	١ر١٤	٣ر٨

وتتميز الايام المجدبة بدرجات حرارة عالية ورطوبة نسبية قليلة. اما اذا وقعت درجة الحرارة القصوى في اربعة ايام متتالية فوق متوسط الدرجة القصوى ، وفي رطوبة نسبية حدها الاقصى ٤٠٪ عند الساعة الثانية ظهرا عندئذ يطلق عليها فترة الجدب ، كما يعرف مجموع ايام الجدب لفترة زمنية بعدد الجفاف.

وتعمل النباتات على تبخر الماء بصورة اكثر من التربة الجرداء ، ويتوقف التبخر عندما تكون الرطوبة فوق السطوح الرملية غير متوفرة تقريبا ، الا انه يستمر من قبل النباتات ، وتبلغ كمية الماء المطلقة بالتبخر بواسطة النباتات في الايام المجدبة اضعاف الكمية التي تطلقها الارض الرملية الجافة ، كما ان السطوح العشبية تحتل في تأثيرها من حيث التبخر مركزا يقع بين المناطق الجرداء والسطوح المائية.

نتائج تأثير المنطقة :

١ - تكوين بحيرات الهواء البارد :

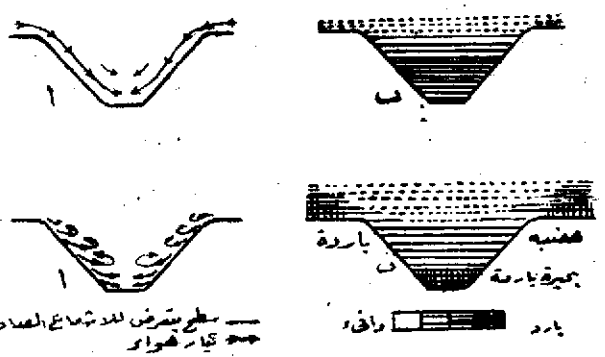
ان شكل المنطقة الذي يظهر اثره في المناخ العام يؤثر وبشكل خاص في درجات حرارة الهواء القريب من سطح الارض تاثيرا قويا (نطاق المناخ التفصيلي) . وهذا التأثير يتميز بسير حواري يتصف بصورة عامة بأنه اكثر تطرفا منه على ارتفاع مترين. ويظهر هذا التأثير في تكوين مايعرف بحيرات الهواء البارد . ولتوضيح هذه الظاهرة يمكننا ان نتصور اولا ان الهواء البارد قد تحرك نحو الاسفل بسبب ثقله فانحصر امام عائق عرضي كوجود سد ما اعترض سيره ، وعليه فان النباتات التي توجد اعلى منطقة السد (كما هو الحال في سدود طرق المواصلات) تتعرض لمخاطر الصقيع بصفة خاصة ، ولغرض احداث تغيرات في مثل هذه الاحوال يمكن التوصل اليها بسهولة نسبيا عن طريق توفير الإمكانية للهواء البارد التسرب خلال ممر خاص . اما اذا كانت المنطقة المراد حمايتها قائمة في واد ، عنده يمكن (كل حسب المكان) تحويل الإهوية الباردة بواسطة زرع اسيجة من الاشجار على

السفح او سياج من النباتات المتوسطة الارتفاع . ومما يجب ملاحظته في حالة تكون بحيرات الهواء البارد في حوض او واد ، ان الهواء يستمر بشكل او بآخر كالماء مثلا ، (لاحظ الشكل) حيث انه في حالة تحوله على السفح نحو الاسفل يحدث التسخين المعروف بالتسخين الادياباتيكي اي تسخين الهواء ، دون اكتساب حرارة من مصدر خارجي ، وبهذه الواسطة فان الاهوية الدائرة تتحرك بصورة مستمرة على السفح ، ويتكون في هذه الحالة ما يعرف منطقة السفح الدائرة حيث ترتفع درجة الحرارة الى حدها الاقصى سيما في النصف الاعلى من السفح ، بينما يحدث التبرد في الوديان وفي الهضاب الجانبية .

٢ – مناخ السفوح :

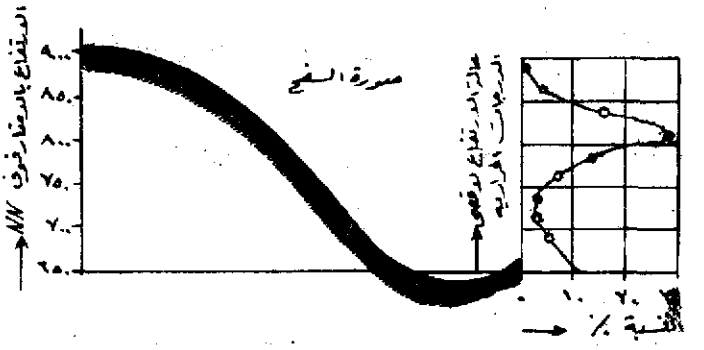
يعتبر الاشعاع الوارد الى السفوح من الامور المهمة جدا في تكوين مناخها ، ويتوقف الاشعاع الشمسي المباشر الذي يلتقي بالسفح على موقع وانحدار السفح اولا ودرجة التغييم ثانيا .

ان توزيع اشعة الشمس هذا ينعكس ثانية في المناخ التفصيلي الذي يتمثل في السفوح . والحقيقة انه يظهر على السفوح مبدئيا تحركات هوائية دائرة ومثلها هابطة باردة ، الا انه تتكون على السفح ايضا طبقة رقيقة من الهواء قريبا من سطح الارض ذات طبيعة خاصة ، كما يمكن ملاحظتها على السفوح المنحدرة ايضا . وفي حالة وجود جبل بصورة منفردة تتكون طبقة هوائية على اتجاهات سفح الجبل كافة قريبة من سطحه وفيها تاخذ درجات الحرارة بالقلة مع زيادة الارتفاع نهارا وبالازدياد ليلا ، وهذا التوزيع الحراري يماثل ذلك الذي فوق الاماكن المستوية . ومما يعرقل عملية تبادل الاهوية نمو النباتات على السفح ، لذا تظهر الاختلافات بارزة على السفح الذي تغطيه النباتات ، وتنعدم هذه على السفح الاجرد . اما توزيع التساقط فيتعين بواسطة ما يسمى حقل الرياح وانحدار الارض ، فاذا ما اجرى الفرد قياسات له باستخدام مساحة استقبال عمودية فعنده يصل الى النتيجة وهي « قلة التساقط في الجهة المحجوبة عن الرياح وشدته في الجهة المواجهة لها » .

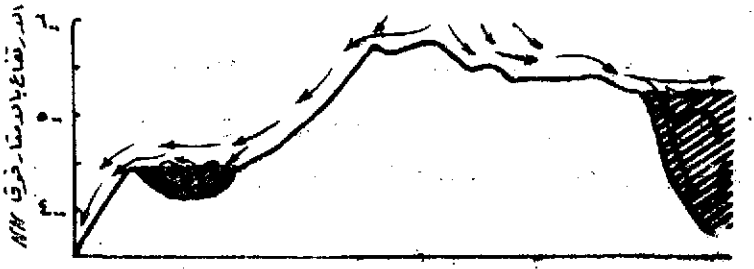


نشوء منطقة السفح الدافئة

أ ـ سير التبرد الليلي في أحد الوديان ب ـ توزيع الدرجات الحرارية الدنيا ليلا



حالة منطقة السفح الدافئة



مخطط لبحيرات الهواء البارد

اما اذا اردنا تقدير التساقط في مساحة استقبال ليست افقية بل موازية للسفح عندئذ نجد أن المنطقة المائلة في الجهة المحجوبة عن الرياح تتسلم تساقطا اكثر من المنطقة الافقية ، وكلما كانت الرياح اكثر نشاطا كانت مساحة الاستقبال المائلة مقابل الافقية ذات ظروف اكثر تشجيعا . وعلى العكس تتسلم مساحة الاستقبال الافقية في الجهة المواجهة للرياح كميات اكبر من التساقط من المساحة الموازية للسفح .

تكوين الغشاء الهوائي فوق سفح أ ـ نهارا ب ـ ليلا

اما اذا طبقنا الاعتبارات المذكورة هذه على مناطق اكبر مبتدئين بطبقة الهواء القريبة من سطح الارض عند ذلك تتجاوز طبقة الهواء الرقيقة الى ما يسمى بالغلاف الغازي للسفح والذى يصل في امتداده عاليا فوق الارض اعلى من طبقة الهواء الرقيقة على السفوح السابقة الذكر . وهنا نجد اننا قد انتقلنا لا الى ما يسمى المناخ المحلي فحسب بل الى المناخ العام ، وتظهر في مثل هذه الحالة سهولة الانتقال من المناخات التفصيلية والمحلية الى المناخ العام ايضا .

أنواع المناخ المحلي والتفصيلي

منـــاخ المدينـــة

ذكرنا سابقا ان وضع حدود فاصلة قاطعة بين انواع المناخ امر لا يمكن الاخذ به في بعض الاحايين . ومناخ المدينة هنا يوضح لنا هذه الظاهرة بأجلى صورها ، اذ أن المدينة لا يمكن فصلها عما يجاورها من تخوم . ونظرا لاختلاف الظروف المناخية بين المدينة (في اجزائها المختلفة) وما يجاورها بشـــكل جوهري سيما اذا ما عمد الباحث الى البحث في تلك الظروف بدءا بمناطق المدينة وخصائصها اولا ثم المدينة كاملة والمناطق المجاورة اخيرا يظهر عندئذ ان مناخ المدينة يحتل مركزا وسطا بين انواع المناخ ، التفصيلي منها والعام . ومـــع ذلك فان اتساع بعض المدن وشمولها على احياء ومناطق واسعة متباينـــة يخلق بعض الظروف المناخية المكانيه الخاصـــة مما يدفعنا الى افراد منـــاخ للمدينة هو الذي اسميناه بمناخ المدينة التفصيلي . ولغرض توضيح المناخ التفصيلي للمدينة لابد لنا من تناول ظروفها المناخية بشيء من التفصيل .

هـــواء المدينـــة :

ان الميزة الرئيسة الذي يمتاز بها هواء اية مدينة هي الظاهرة المسماة بظاهرة الوشاح ، تلك الظاهرة التي تمثل لنا اهوية على شكل اغطية تتركـز فوق المدينة مسببة ظاهرة العتمة ، وذلك نتيجة حتمية لعدم نقاوة هواء المدينة الذي يحوي على كمية متفاوتة من المـواد الناجمة عـن عمليات الاحتراق (١)

---

(١) لوسائط المواصلات دور هام في زيادة تلوث هواء المدينة ، فقد قـــدر ما يدخل الى هواء مدينة لوس انجلس في يوم واحد ما مقداره ٤٠ طن من المواد الصلبة و ٤٥٠ طن من اوكسيد الكبريت و ١٩٠٠ طن من اوكسيد الازوت حيث يوجد في هذه المدينة ما يزيد على ٣ مليون واسطة نقل .

والذرات واخرى غيرها . وسبب تفاوت كمية المواد العالقة في الهواء ناتج عن اختلاف طبيعة منطقة نشوء الذرات والاختلاف في احجامها ، حيث أن زيادة ثقل الكبيرة منها يعمل في نزولها الى سطح المنطقة والحيلولة دون نقلها مسافة طويلة وذلك على نقيض نظيرتها الخفيفة والصغيرة حيث تتمكن الاهوية من نقلها بعيدا عن أقاليمها المصدرية .

ان عدد الذرات التي تنتج في المدن يكون كبيرا ، ويظهر ذلك واضحا عند اجراء المقارنة مع المحيطات ، وكما يلاحظ من الجدول التالي :

عدد الذرات في السنتيمتر المكعب الواحد

	المعدل	متوسط الحد الاعلى	متوسط الحد الادنى	الحد الاقصى المطلق
مدن كبيرة	١٤٧٠٠٠	٣٧٩٠٠٠	٤٩١٠٠	٤٠٠٠٠٠٠
مدن صغيرة	٣٤٣٠٠	١١٤٠٠٠	٥٩٠٠	٤٠٠٠٠٠٠
يابس	٩٥٠٠	٦٦٥٠	١٠٥٠	٣٣٦٠٠٠
سواحل	٩٥٠٠	٣٣٤٠٠	١٥٦٠	١٥٠٠٠٠
جبال من ٥٠٠ ـ ١٠٠٠م	٦٠٠٠	٣٦٠٠٠	١٣٩٠	١٥٥٠٠٠
جبال من ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠م	٢١٣٠	٩٨٣٠	٤٥٠	٣٧٠٠٠
جبال اكثر من ٢٠٠٠م	٩٥٠	٥٨٣٥	١٦٠	٢٧٠٠٠
محيط	٩٤٠	٤٦٨٠	٨٤٠	٣٩٨٠٠

وقد لوحظ ان معدل عددها يبلغ في المدن الكبيرة حوالي ١٥٠ الف/السنتمتر المكعب وفي المدن الصغيرة ١٣٥ الف/السنتمتر المكعب ، كما لوحظ ان ذلك المعدل يبلغ في مناطق الجبال التي تعلو في ارتفاعها الى ١٠٠٠

متر ما يقرب من ٦٠٠٠ ، وفي الجبال التي يتراوح ارتفاعها ١٠٠٠-٢٠٠٠ متر حوالي ٢٠٠٠ ، وفي الجبال التي ترتفع اكثر من ٢٠٠٠ متر حوالي ١٠٠٠ ، بينما لا يزيد معدل هذا العدد فوق المحيطات على ٩٠٠/السنتمتر المكعب .

ولا يكون عدد الذرات والاجسام التي يحتويها هواء المدينة متشابها وعلى شاكلة واحدة وذلك تبعا للامور الآتية :

١ - قرب المدينة وبعدها عن الاقليم المصدري لنشوء الذرات ، فكلما كانت المدينة قريبة منه ازداد عدد الذرات في اهويتها وعكسه مقطوع بصحته اذ يأخذ عددها بالتناقص .

٢ - حالة واتجاه الرياح الهابة ، ويعتبر هذا العامل مكملا لما سبقه ، اذ ان عدد الذرات يزداد في الاهوية التي تقع في مواجهة الاتجاه العام للرياح ، ثم يأخذ ذلك بالتناقص مع الاتجاه العام لها .

٣ - يلعب الاختلاف الوقتي اليومي دورا هاما في التباين في عدد الذرات ، اذ يلاحظ ان عددها يزداد نهارا وبصورة خاصة قبل الظهر وذلك بسبب الانتاج المتزايد لها ، ثم يأخذ ذلك بالتناقص ظهرا وفي الفترة التي تلي الظهر مباشرة حيث تقوى عملية خلط الاهوية ، الا ان عددها يعاود الازدياد مساء لضعف عملية خلط الاهوية ثم يأخذ بالتناقص التدريجي ليلا .

٤ - للاختلاف الفصلي دور مهم في زيادة وقلة عدد الذرات كما لوحظ في ازدياد عدد البكتريا الذى تظهر في عددها حد اقصى وادنى شتاء .

اما مكونات الهواء الرئيسة فهي :

١ - البكتريا التي يحتوى الهواء على نسبة متفاوتة منها .

٢ - الغازات المختلفة التي يرتبط وجودها والصناعات القائمة في المدينة او في المناطق المجاورة ، كما ان كثرتها وقلتها يتوقف على شدة وضعف عملية خلط الاهوية .

٣ ـ الذرات بمختلف انواعها ، كذرات الملح والتربة والرماد البركاني والذرات الناتجة عن الحرائق وذرات الشهب والنيازك وتلك الخاصة بالتلقيح وما شابه ذلك .

ظروف الحرارة :

ان سيادة الوشاح البخاري(١) الذي يرابط فوق المدن يقود الى تقليل مدة شروق الشمس سيما في حالة ارتفاع درجة التغييم ، وذلك على عكس المناطق المجاورة التي لا تكون لذلك الوشاح نفس نسبة السيادة . اضف الى هذا ان الوشاح البخاري ينجم عنه ما يأتي :

١ ـ زيادة كمية بخار الماء في هواء المدينة مما يقوى ظاهرة العتمة .

٢ ـ زيادة فاعلية عامل تبعثر الاشعة والضوء مما يسبب تغييرا في اللون السماوي .

٣ ـ قلة الاشعاع الشمسي المباشر وبالمثل الاشعاع السماوي والارضي .

والحقيقة التي يجب التأكيد عليها ان الظروف المناخية التفصيلية للمدينة تتحدد وتتأكد بواسطة تأثير ما يأتي :

١ ـ مصادر الحرارة المختلفة داخل المدينة تلك التي تتميز بكثرة عددها ، فتعمل هذه الى احداث التغاير في الظروف الحرارية ما بين داخلية المدينة وما يجاورها من مناطق ، وقد وجدت ان مثل هذه المصادر تعمل على رفع معدل درجة حرارة المدينة بنحو درجة واحدة اكثر من المناطق الواقعة في تخومها .

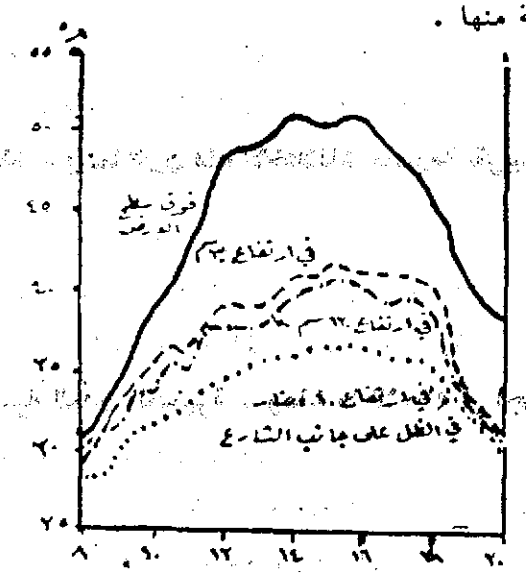
---

(١) طبقة مكدرة تحوي بخار ماء ، ذرات غبار ، غازات وما يشابه ذلك وهي ظاهرة مصاحبة للرياح في حالة سيادة جو عالي الضغط وغالبا ما يكون ذلك في المدن الكبيرة والمناطق الصناعية .

٢ ـ الوشاح البخاري الذى يرابط فوق المدينة والذى لا يقود الى احداث ضعف في مقدار الاشعاع الشمسي حسب (كما أسلفنا) بل الى احداث ضعف في مقدار الاشعاع الارضي أيضا ، وهذا مما يعمل في عرقلة نفوذ الحرارة المنبعثة من سطح الارض ومنعها من التبعثر في الجو العالي ، وبالتالي ارتفاع درجة حرارة هواء المدينة . كما نلاحظ اختفاء ضباب داخلية المدينة بشكل يفوق نظيره في اقسامها الاخرى وذلك على نقيض تخوم المدينة التي يخلو جوها من ذلك الوشاح .

٣ ـ الوضع الجيومورفي للمدينة وما ينتشر في اقسامها من مناطق سكنية وابنية ومنشآت مختلفة الارتفاع فتتعرض هذه لعملية الاشعاع الشمسى بدرجات مختلفة تتحدد ووضعها القائم . وقد اثبتت الدراسات والقياسات على أن وضعية جدران الابنية وعرض الشوارع التي تخترق المدينة ومن ثم اتجاهها يلعب دورا فعالا في تقليل او تقوية فاعلية الإشعاع، ومن ثم تحديد الظروف الحرارية بالتبعية ، وهذا ما نلاحظه عندما تكون الشوارع ضيقة فان ذلك يحدد من فاعلية الاشعاع الشمسي .

٤ ـ يلعب الموقع الجغرافي للمدينة دورا رئيسا في تحديد ظروفها المناخية سيما الحرارية منها .



السير الحراري اليومي فوق شارع مرصوف بالاسفلت

٥ ـ الاختلاف في تكوينات وبنية منطقة المدينة التي تخترقها الشوارع المبلطة بمادة الاسفلت بنسبة تفوق مناطق المدينة الاخرى ذات الظروف الحرارية المغايره . ويظهر هذا الاختلاف بشكل جلي وواضح بعد غروب الشمس ، اذ تسجل الاهوية التي تعلو المناطق المبلطة قيما حرارية تفوق تلك التي تسجلها اهوية المناطق الاخرى التي تنتشر فيها البقع الخضراء أو تلك المناطق التي تقوم مجاورة لمنطقة المدينة . والنتيجة الختامية لهـــذا التغاير الحراري بين مثل هذه المناطق نجدها تنعكس في المدى اليومي لدرجات الحرارة اذ نجده فوق سطوح شوارع المدينة يفوق نظيره الذى يسود الجهات الاخرى .

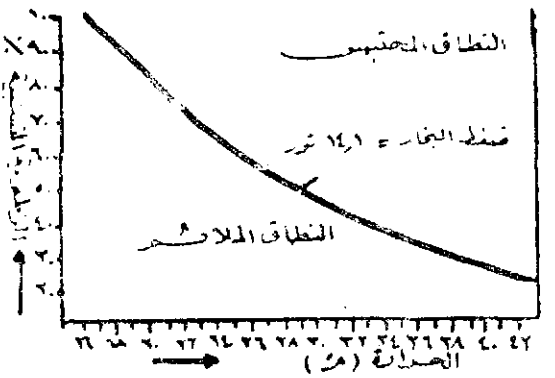
٦ ـ توفر الغطاءات الثلجية المتفاوتة السمك والمختلفة في مدة بقائها ما بين غطاءات حديثة السقوط واخرى قديمتها . اما اثر الغطاءات الثلجية بصورة عامة فيظهر في تقوية فاعلية انعكاس الاشعة الشمسية في المناطق التي تغطيها بدرجة تفوق غيرها من المناطق التي يخلو سطحها من اي غطاء ثلجي .

٧ ـ حالة الاهوية من حيث حركتها ، اذ يعمل ســـكون الاهوية او ضعف حركتها على ظهور اختلافات في الظروف الحرارية بين المدينة وما يجاورها من مناطق ، بينما تكون تلك الاختلافات معدومة تقريبا في حالة سيادة جو عاصف .

والخلاصة فان المتوسط السنوي لدرجة الحرارة لا يكون على شـــاكلة واحدة بين المدن بل انه يختلف باختلاف اتساعها ، فهو في المدن الكبيرة يتميز بارتفاعه بالنسبة للمدن الصغيرة . وهذا ما نلاحظه لو اجرينا قياسا لذلك في مدينة كبيرة واخرى صغيرة تجاورها كمدينةلندن مثلا «حيث تتوفر القياسات» والمناطق المجاورة لها ثم المناطق الزراعية ، فقد بلغت القيم المسجلة بهـــذا الصدد ١٢ ، ٥ر١٠ ، ٥ر٩ درجة على التوالي .

واستنادا الى كمية الحرارة المعطاة ينتج هناك ما يسمى بدرجة الشعور او الاحساس . ففي حالة قلة كمية الحرارة المعطاة فان الحالة توصف بانهـــا شديدة الحرارة جدا او حارة جدا محتبسة الهواء ، أما في حالة زيادة كمية الحرارة المعطاة فانها توصف أما بكونها باردة او باردة فوق المعتاد او غـــير محتملة البرودة .

ونتيجة للتاثير المشترك لكل من حرارة الهواء ورطوبته ينتج عنه مايسمى الشعور بالمناخ الحار المحتبس الهواء والمناخ الملائم والتي تتكيف او تعـــدل في تمثيلها العددي بواسطة تحركات الاهوية. وتتحدد الحدود بين النطاقات ذات الهواء الحار المحتبس والنطاقات الملائمة أو المناسبة بضغط البخـــار البالغ (١٤,١ تور(١) وينتج عن هذا التحديد ان الشعور بالحرارة ذات الهواء المحتبس يظهر في حالة ارتفاع رطوبة الهواء في النطاق ذي القيـــم الحرارية الواطئة نسبيا ، بينما لا تظهر الحرارة المحتبسة الهواء في حالة قلـــة الرطوبة الا في الحالات العالية القيم .



تحديد المناخ المحتبس والمناخ الملائم

(١) وحدة قياس الضغط وقد سميت بهذا الاسم على اساس اسم العـــالم تورشـــلي .

ظروف الريـــاح :

ان الظروف المناخية التي تسود جو المدينة هي التي تحدد وضعيـــة الاهوية فيها ، اذ ينشأ نظام خاص للرياح ناجم عن :

١ ـ اختلاف عمليات التسخين بين مناطق المدينة الواحدة نتيجة التكويـــن المتباين لتلك المناطق ، حيث تتباين تلك المناطق من حيث توفر نطاقات الامكنة الخضراء والجرداء والتي تؤثر في الظروف الحرارية بشـــكل محسوس .

٢ ـ حالة الرياح العامة من حيث قوتها محليا ، اذ تعمل على تغيير نظـــام الرياح في المدينة اذا ما اندفعت بشكل عاصف .

٣ ـ اختلافات التشكيل السطحي «الجيومورفي» للمدينة ، مما يخلق امكانات لتحديد نظام الاهوية في المدينة . فنظام الشوارع واتساعها وارتفـــاع الابنية يؤثر في نطاق رياح المدينة تاثيرا كبيرا اذ ينشأ نوع من الرياح هو الذي يعرف برياح الممرات كما نلاحظ ذلك في الطرق الضيقة لمدينـــة بغداد .

٤ ـ الاختلافات في الظروف الحرارية بين المدينة وما يجاورها يعمـــل على اختلاف حالة الضغط بينهما فتندفع الاهوية بقوة من المناطق التي يعلو ضغطها الى المناطق ذات الضغط الاقل . وتتولد مثل هذه الظروف عند نشوب الحرائق داخل المدينة اذ ترتفع الاهوية الدافئة نحو الاعلى ممـــا يتسع المجال لاهوية المناطق المجاورة بالهبوب نحو المناطق التى حدثت فيها الحرائق .

٥ ـ يؤثر عامل الاعاقة في المدينة في تحديد وتقليل سرعة الاهوية المندفعـــة خلالها وذلك بسبب اختلاف الاشكال الجيومورفية فيها ، وهذا ممـــا يساعد على تكوين الوسادات الهوائية فوق المدينة التى تتحرك اهويتهـــا بسرعة تقل عن سرعتها فوق المناطق الخلوية . ويمكن ان نشبه التأثـــير

الجيومورفي هذا على سرعة الرياح بتأثير الانطقة الغابية كما سيرد ذكره في محل اخر .

ظروف التساقط والتكاثف :

يعتمد مقدار التساقط وحدوث عملية التكاثف على الظروف الحرارية التي تسود جو المدينة ، ونظرا لاختلاف المدن في اتساعها ما بين كبيرة واخرى صغيرة ، فان ذلك ينعكس في الاختلاف في عمليات التسخين ومن ثم ظهور **فروق حرارية واضحة . فالمدن الكبيرة مثلا ذات ظروف تسمح لرفع درجة حرارة الهواء الذى يعلوها مما يخلق ظرفا ملائما لتكوين ما يسمى بالغيوم** التراكمية ذات السمك العمودي الكبير وذلك بصورة تفوق الصورة التي تتشكل بها تلك الغيوم فوق المدن الصغيرة أو المناطق التى تجاورها ، فتظهر لدينا اختلافات في عدد ساعات شروق الشمس وفي عدد الايام الصاحية . اما **الظروف التى تعمل على** خلق امكانية رفع درجات الحرارة فمنها :

١ ـ **الحرائق باشكالها .**

٢ ـ عمليات التسخين الناجمة عن المصانع سيما الكبيرة منها .

٣ ـ مصادر الحرارة الاخرى في المدينة .

٤ ـ عدم استقرار الهواء الذى يعلو جو المدينة بشكل يفوق الهواء الذى يسود جو المناطق المجاورة فتتولد الامكانية لارتفاعه مما يفسح مجالا لاهوية المناطق المجاورة بالهبوب نحو داخلية المدينة .

والاختلاف في الظروف الحرارية ينجم عنه اختلاف في مقادير الرطوبة **النسبية منها والمطلقة ، وبما ان درجة حرارة هواء المدينة تفوق درجة حرارة هواء المناطق المجاورة كانت الرطوبة بصورة عامة اقل في الاولى منها في الثانية .**

ومع ذلك فقد يظهر الضباب في داخل المدن بشكل واضح كما هو الحال بالنسبة لضباب مدينة لندن المزعج والذى يسبب اعاقة الرؤيا كثيرا . الا ان تكوين الضباب فيمثل هذه الاحوال ناجم عنزيادة ذراتالتكاثفوزيادة الرطوبة فيها مما يعجل في احداث عملية التكاثف قبل الوصول الى درجة التشبع وهذا مانلاحظه في المدن الساحلية او القريبة من السواحل ، الصناعية منها وغيرها .وبصورة عامة فان ما نلاحظه على التساقط والتكاثف الذى يحدث في جو المدينة مايلي

١ ـ تأخر نزول الثلوج في المدينة اذا ما قورن بنزوله في المناطق المجاورة وربما كان ذلك متسببا عن ارتفاع درجة حرارة هواء المدينة مما يخلق ظرفا يزوده بقوة تعمل في اذابة الثلوج . وقد يبدو الامر اكثر وضوحا عندما نقارن مدة بقاء الغطاء الثلجي الذى يسود المناطق المجاورة بنظيره في داخل المدينة . اضف الى ما سبق ان التيارات الهوائية قد تعمل على دفع كميات كبيرة من الثلوج بعيدا عن المدينة فتنزل فوق المناطق المجاورة .

٢ ـ **زيادة نزول الامطار فوق المدن وبصفة خاصة المدن الساحلية التي** يتوفر في جوها عدد كبير من الذرات والوسادات الهوائية . الا انه يحدث في بعض الاحيان ان تسجل المدن قيما للمطر النازل اقل من الجهات المجاورة لها وهذا يرجع الي تأثير الظروف التضاريسية كما ان موقع **جهاز قياس المطر هو الآخر امر يجب عدم اغفاله .**

٣ ـ اختلاف فاعلية التساقط بين المدينة والمناطق المجاورة ، اذ اننا نجد أن هذه الفاعلية بالنسبة للمناطق الاخيرة اكبر وذلك لطول فترة بقاء التساقط ، بينما نجد اثره يضعف في داخل المدينة وذلك لتوفر الامكانات لتصريفه عن طريق مجاري المياه الممتدة في جهات المدينة وبذا تتولد **الامكانيات لخلق ما يعرف بمناطق الجفاف في تخوم المدينة .**

المنهـــاخ التفصيلي
للمستنقعات والمياه الضحلة والسواحل البحرية

ظروف الرطوبة والحرارة في المستنقعات :

لقد وجدت الكثير من وجهات النظر المتعارضة حول الظروف الهيدرولوجية والمناخية في المستنقعات وهذا ناتج عن وجود انواع مختلفة منها ، ومن الاراء الواردة في هذا الصدد ان مستنقعات الاعشاب تبخر كمية لا بأس بها من المياه تعادل تلك الكمية التي تتبخر من طبقة مائية مكشوفة او من مناطق المروج ، اما في مستنقعات الطحالب التي تتمكن من خزن كميـة كبيرة من المـاء في الطحالب والمواد النباتية الاخرى ، فان التبخر فيها يكون قليـلا نسـبيا .

وتتمكن نباتات المستنقعات بصورة عامة خزن كميات كبيرة مـن الميـاه ، فحشائش المستنقعات تتمكن خزن كمية من الماء تعـادل ٨٠٪ من وزنها ، وطحالب المستنقعات اكثر من ٩٠٪ . ومن صفات المستنقعات الاخرى وجود رطوبة عالية في الاهوية الكائنة فوقها ، الا ان هذا لا ينطبق الا على مستنقعـات الحشائش ، اما فوق مستنقعات الطحالب فان الرطوبة لا تكون عالية الا في ساعات الليل ، حيث تبرد بشدة فينجم عنها تكوين الضبـاب قريبـا من سطح الارض .

ولقد اظهرت المقارنة بين حالة الرطوبة النسبية للنوع الانتقالي « النوع الكائن بين مستنقعات الحشائش ومستنقعات الطحالب » وفي احد الوديـان الجافة ، اختلافات كبيرة وذلك على ارتفاع قدره ٢ متر ، كما ظهر ان متوسط الرطوبة فوق المستنقعات أعلى قليلا ايضا . ان الرطوبة نهارا فوق مستنقعات الطحالب اقل منها فوق المروج ، لـذا فان التأكيد على قلـة التبخر فـوق

المستنقعات اصبح ثابتا . اما في الليل فان الصورة تصبح عكس سابقتها حيث ان الرطوبة العالية فوق المستنقعات ترتبط بانخفاض درجات الحرارة . وتتميز ارض المستنقعات صيفا ببرودتها وذلك لقلة قابلية الغطاء الذى يغطيها على توصيل الحرارة كما يظهر تأثير قلة قابليـــة النباتات التى تكون منطقـــــة المستنقعات لاخذ الحرارة في المستنقعات التي صرفت مياهها . وبينما تسخن الطبقة السطحية كثيرا في النهار فان ظاهرة الصقيع الشديدة يمكن ملاحظتها ليلا ولذا فان استغلال المستنقعات في زراعة الخضر والحبوب يستلزم اضافـــة ليلا ، ولذا فان استغلال المستنقعات في زراعة الخضر والحبوب يستلزم اضافة بعض الرمل والجير ومواد اخرى يمكن بواسطتها تحسين خصائص تربـــة المستنقع .

الخصائص الحرارية والظروف الهوائية :

ان الصفة الرئيسة للظروف الحرارية الخاصة بالمياه هـــو الخلط غير المنتظم للسطوح المائية (ديناميكيا وجزئيا حراريا) والتي تظهـر اثناء السنة اختلافات حرارية صغيرة نسبيا . ولقد اثبتت التجارب ان المياه اعتياديـــا ادفأ ، ليس في العروض المعتدلة بل في المناطق المدارية ، من الارض، ويستثنى من ذلك البحيرات التي توجد في المناطق الجافة والتي يكون تبخر اراضيهـــا قليلا ، أما البحيرات التي يحدث التبخر فيها بشدة (مثـال ذلك في وسط اسيا) ، فهي في المتوسط السنوي أبرد من الارض الواقعة حولها .

وفي الحقيقة ان الميزان الحراري للمياه السطحية اكبر بصورة عامة منه في سطح اليابس ، ويقل تأثير المياه على الدرجات الحرارية في حالة قلـــة مساحتها ، وفي حالة كون المياه عميقة ايضا كما في بحيرة بايكال ولادوكـــا وغيرهما ، ومن ثم فان التغيرات الحرارية في اثناء السنة فوق البحيرات الكبيرة لها صفات تقارب تلك التي تظهر فوق البحار .

وعندما تكون المياه قليلة العمق تنتج حالات اخرى حيث تقل الامكانية

وتنتج عن مثل هذه البحيرات او الانهر صفات مناخية اخرى خاصة .

ويضعف الخلط غير المنتظم صيفا في المسطحات المائية الضحلة والصغيرة جدا ، وفي البرك والبحيرات الصغيرة ، وحيث تكون الرياح فوقها غير قوية الى حد كبير ، وذلك خلال ساعات النهار ، ولذا تسخن الطبقات المائية السطحية كثيرا . وقد يحدث احيانا ان ترتفع درجات الحرارة في السطح العلوي اكثر بحوالى ١٠ درجات من الطبقة المائية التى تقع الى اسفلها ببضعة سنتمترات .

ويؤثر شكل المنطقة المقعرة على المياه الموجودة في المنخفضات بصورة واضحة . وبالنسبة لدرجة الحرارة فان تأثير المنطقة يكون اقل من تأثير المياه بينما في حالة تكوين دورة محلية فان هذين التأثيرين يعملان في نفس الاتجاه ويلاحظ بصفة خاصة ان انسياب الهواء البارد من المضايق الى الانهار او البحيرات كنسيم خاص بها ، ويساعد هذا الانسياب ليلا فوق الانهار والبحيرات في فصل الخريف على تكوين الضباب . وقد اثبتت الملاحظات على أن درجة حرارة الماء في مثل هذه الحالات وكذلك فوق البحيرات الصغيرة قد تزيد بحوالي ٧ درجات على درجة حرارة الهواء .

دورة الهواء المحلية في السواحل البحرية :

ان الاختلافات التي تظهر في السير اليومي للحرارة ، بين البحر واليابس تعمل تحت شروط معينة على تكوين دورة محلية هي التي يطلق عليها نسيم البر والبحر حيث تهب هذه الرياح في طبقات الهواء السفلى من النطاقات التي تكون درجات حرارتها منخفضة . ولذا يهب النسيم نهارا من البحر الى البر ، واما ليلا فمن البر الى البحر وتتكون هذه الدورة باحسن صورة عندما تكون الرياح التي تنشأ بسبب ما ضعيفة او معدومة .

ونسيم البحر على راي كونراد V. Conrad يبدأ مباشرة في المناطق القريبة من السواحل حيث يضم في البداية بعض الطبقات العمودية قليلة السمك والتي تتطور بعده الى عمودية وافقية الحركة ، وهي في السواحل البحرية المنبسطة تتمكن من الامتداد على جانبي خط الساحل ببعد يصل الى عشرات او مئات الكيلومترات أحيانا . ومثال ذلك تهب رياح البحر في اثناء النهار على سواحل البحر الاسود وتتوغل في اليابس في بلغاريا من ٢٠-٣٠ كم ، ويصل سمك تيارات الرياح السفلى درجة تتراوح بين ٧٠٠-٩٠٠ متر ، بينما لا يكون هناك اتجاها معينا للرياح على ارتفاع ١٥٠٠ متر ، وأما الارتفاعات بين ١٥٠٠-٣٠٠٠م فيلاحظ ان اتجاه الرياح يكون بصورة معكوسة

ولا تكون سرعة رياح البر واحدة بل تختلف ، كما تتذبذب بين درجات صغيرة (بصورة خاصة فوق البحار الشمالية) واخرى كبيرة في العروض المنخفضة ، ومثال ذلك سواحل افريقيا الجنوبية الغربية . ويبدأ نسيم البحر في المناطق المدارية متاخرا عن بدئه في العروض المعتدلة .

وقد يزاح مرور الرياح البحرية جانبا وذلك في حالة هبوب نسيم البحر والرياح بصورة متعاكسة ، وفي هذه الحالة تنحرف الرياح عندما تكون اختلافات القوة بين الهواء الكائن فوق اليابس ونظيره فوق البحر كبيرة ، ويكون هجوم الهواء البارد واضحا وبصورة ظاهرة .

ويمكن ملاحظة أمثلة كثيرة لمثل نسيم البحر هذا منها الرياح البحرية في Joal (سنيغامبيا) التي تقع الى الجنوب قليلا من الراس الاخضر وعلى الحدود الجنوبية للصحراء .

وقد تشتد دورة الرياح البحرية في السواحل الجبلية وذلك في حالة اندماجها ودورة نسيم الجبل والوادي . ويكون السمك العمودي للرياح البحرية كبيرا فوق السواحل الجبلية بصورة عامة بينما تضعف سرعتها اثناء ساعات النهار . والظروف الملائمة لنشاط هذه الرياح نهارا هي في حالة عدم

مجاورة الجبل للساحل مباشرة وانما يبعد عنه وان قليلا ، ولهذا اهمية كبرى بالنسبة للرياح نهارا لان التيارات الهوائية البحرية السفلى لا تتمكن لوحدها من المرتفعات يتطابق والرياح الهابة من اليابس ، ولذا يظهر التأثير بشدة بالغة وبدون تسخين من الصعود على المنحدرات ، أما ليلا فان انسياب الهواء البارد

ويظهر على سواحل البحر الاسود الجبليـــــة ، ومثال ذلك سوخومي Suchumi ، أن التبدل اليومي للرياح يبدو واضحا على بعـد كبير مـن السواحل طول السنة امـــا في السواحـــل المنبسطة كما هو الحـــال في منطقة بوتي Poti فعلى نقيض ذلك فان هذا التبدل يندر مـلاحظته شـتاء ففي المثال الاول نجد ان نشاط الرياح الهابة من اليابس ليلا يرتبط بانسياب الهواء البارد من المرتفعات ، بينما تتقوى الرياح البحرية نهارا لارتفاع درجة حرارة السفح الجنوبي للجبال وعلى هذا فانه من الطبيعي ان نجد ان حدوث هذه النسائم يكون غير قوي في السواحل المجاورة للمناطق المغطاة بالغابات ، وتلك التي تكون حرارتها قليلة وذات سطح كثير التضرس .

وهذه النسائم لا تلاحظ فوق البحار فحسب وانمـــا فوق البحيرات والانهار الواسعة ايضا ، كما ان سرعة الاهوية وسمكها العمودي وامتدادهـــا الافقي فوق المسطحات المائية الصغيرة هو اقل مما وجدناه في الجهات الاخرى بداهة ، واحسن الاماكن للملاحظة مثل هذه الاهوية هي مناطق المياه في الليالي الهادئة وذلك في حالة اتصال مضيق بالنهر ، حيث تكون الرياح الهابة اليـــه واضحة تقريبا .

السير اليومي للحرارة والرطوبة على السواحل البحرية :

تسبب الرياح البحرية على السواحل عند مقارنتها بداخلية اليابـــس (نهارا) والبحار المفتوحة (ليلا) انخفاضا في المتوسطات الحرارية اليوميـة بمقدار يتراوح بين ٥ر٠ الى ١ درجة ، الا ان هذه الاختلافات يمكنها الوصول في بعض الحالات الخاصة الى درجات حرارية أعلى من ذلك .

وتزداد الرطوبة النسبية على السواحل على نقيض داخلية اليابس ، الا انه لا يشترط ان ترتفع درجة الرطوبة المطلقة . وعندما يكون الهواء الذى يعلو البحر ابرد من اليابس فان الهواء البحري لا يمكنه ان يستوعب رطوبة اكثر من الهواء الذى يعلو فوق اليابس ومثال ذلك ما لوحظ على رياح البحر الهابة من بحيرة لادوكا صيفا حيث لا تسبب اضافة بخار الماء الى اهوية السواحل . ويكون تاثير الرياح البحرية على السير اليومي للحرارة والرطوبة النسبية قويا ، ويحدث غالبا بعد بدء الرياح البحرية وانخفاض درجة الحرارة ارتفاع جديد في درجة الحرارة سببه التسخين اثناء النهار . ويمكن ملاحظة ذلك على بعد من خط الساحل ، بينما تاخذ درجة الحرارة بالهبوط عند المساء ، الا انه بعد ان تتغير الرياح الهابة ، من رياح بحرية الى رياح هابة من اليابس ، فانها قد تجدد ارتفاعها وان قليلا . وسير الرطوبة النسبية بصورة عامة هو نقيض السير الحراري .

خواص الرياح الساحلية :

ينتج عن الاختلافات بين الماء واليابس من حيث التشكيلات السطحية ان التيارات الهوائية التي تتحرك فوق الماء لا تلاقي مقاومة الا بنطاق ضيق (عند هبوبها بزاوية معينة نحو اليابس) ، وتظهر عند وصولها خط الساحل ميلا لمطابقة اتجاهها له فينتج عنه هبوب الاهوية الكثيرة على طول السواحل فيؤثر هذا على السفن الراسية هناك . ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة عندما تكون السواحل منبسطة ومنخفضة ، كما تظهر قوية بصفة خاصة على السواحل الجبلية ، هذا من ناحية ، ومن ناحية اخرى تتكون عند هبوب الرياح من البحر بشكل متعامد على خط الساحل حركة تصاعدية نتيجة لتاثير توقف الهبوب تقريبا في الطبقات السفلى من التيارات ، بينما يحدث عكس ذلك عند هبوبها من اليابس الى البحر ، حيث تظهر تحركات هوائية نحو الاسفل .

وعند هبوب الرياح على راس ما (خاصة عندما يكون جبليا) فهي اما ان تدور حوله او تعلو فوقه ، حيث تتقوى الرياح في هذه الحالة . وعليه يلاحظ

أن سرعة الرياح في منطقة الراس اكثر منها فوق البحار المفتوحة ، وهنـــا يتوضح التأثير الاجماعي لكل من المسطحات المائية واليابس والاشكال الارضية.

تأثير السواحل المنبسطة في الغيوم والتساقط والتقلبات الجوية :

تسبب دورة الرياح البحرية فوق السواحل انقلابا واضطرابا في الاهوية **الصاعدة ، ويظهر ذلك بوضوح بصفة خاصة اثناء ساعات النهار عندما تسخن الطبقات الهوائية السفلى** بسرعة فوق اليابس . اما ليلا فان تأثير الانقلاب في حالة الرياح البحرية وتلك الهابة من اليابس يكون اقل لسببين هما :

أ ـ ان سطح الارض في هذا الوقت ابرد من الهواء على الاطلاق ، ولذا فان الحركة التصاعدية في الاجزاء السفلى من الغلاف تظهر ضعيفة بصفة خاصة .

ب ـ ان الهواء الدافيء الـذي يتدفق ، فوق منطقة الانقـــلاب من البحر يسبب حركة تصعيدية واضحة مشابهة لتلك التي تحدث فوق سطح **الجبهة .**

ويلاحظ في المناطق الساحلية المنخفضة ان هناك زيادة في عدد ســاعات شروق الشمس بنسبة قدرها ١٠٪ (واحيانا اكثر من ذلك) وقلة الغيـــوم الناتجة عن عملية التصعيد اثناء النهار . وهذا يظهر في قلة الغيوم الموجودة فوق البحار والاجزاء الساحلية (خاصة اثناء النهار) ، بينما يسود داخليـة **اليابس على عكس ذلك ، جو صاف او مغطى بالغيوم . ويحدث التساقط في الغالب اما في الصباح الباكر ، قبل هبوب الرياح البحرية ، واما بعـد المسـاء** او في الليل . وكمية التساقط الكلية اقل بمقدار مرة ونصف احيانا عنـــد **مقارنتها بداخلية اليابس ، وبالمثل فان عدد الظواهر التي تحدث فيها تقلبات جوية هي اقل وتظهر غالبا اثناء ساعات الليل .**

المنـــاخ التفصيلي للنبات الطبيعـــي

ظروف الحرارة والرطوبة :

تجعل النباتات عملية تبادل الحرارة والرطوبة في طبقات الهواء القريبة من سطح الارض عند مقارنتها بالمناطق الجرداء عملية معقدة . وقبل كل شيء فان النباتات تؤثر في الطبقة السطحية الفعالة ، وهذا يظهر واضحا في أنواع الحبوب بصفة خاصة ، حيث نجد ان وضعية الاوراق والسيقان تكان تكون بشكل عمودي ، كأن تكون من الاعلى الى الاسفل ذات شعيرات كثيفة تسبب امتصاص الاشعة تدريجيا في اجزائها الداخلية . وقد لوحظ في بعض المناطق المغطاة بنباتات كثيفة والتي يبلغ ارتفاعها حوالي ٥٠سم ، أن ما يقرب من ٢٠٪ من الاشعاع الساقط يمكنه الوصول الى سطح الارض ، بينما لوحظ في حقول الحنطة السوداء (جويدار) والتي يصل ارتفاعها ٧٥سم ، انها تسمح لما يقرب من ٩٪ ــ ١٠٪ من الاشعة الساقطة فقط . ومن الممكن ، بالنسبة للنباتات ذات الاوراق العريضة التمييز بين طبقتين فعالتين هما :

١ ــ الطبقة العلوية للاوراق .

٢ ــ طبقة سطح الارض ، حيث تصلها الاشعة التي لم تمتصها الاوراق .

الا أن ظهور هاتين الطبقتين يتوقف على كثافة النباتات ، وقد تظهر طبقة واحدة فقط احيانا بينما تظهر طبقات اكثر احيانا اخرى .

ونلاحظ ان العلاقة بين التوزيع الحراري العمودي وبين خصائص التبادل ضيقة نوعا ما ، ففي المناطق التي تنمو فيها الحبوب الكثيفة والعالية يتعقد التيادل العمودي ، وعليه فان الدرجة الحرارية القصوى تلاحظ في

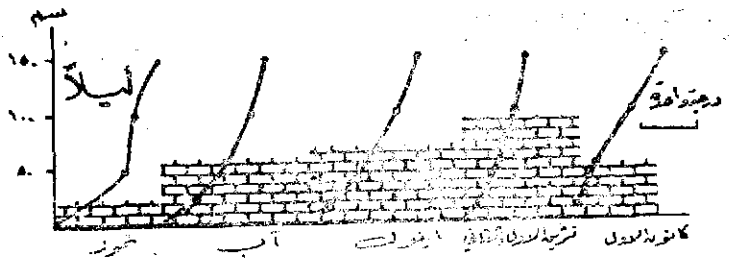
الوسط وبين النباتات على ارتفاع معين . اما ليلا فان ادنى درجة حرارية بين النباتات تلاحظ على ارتفاع معين فوق سطح الارض ايضا ، ومن المحتمل أن عملية الاحتكاك بسيقان النباتات تعرقل انسياب الهواء والوصول الى الارض . وبالمثل فان اكبر مدى حراري يومي يكون في الوسط بين النباتات .

وقد اظهرت التجارب أن تغيرات الحرارة بسبب الارتفاع ، والاختلافات الحرارية بين مناطق الحشائش الداخلية وارتفاع مقداره ٢ متر ، يتوقف على كثافة الحشائش الموجودة . فكلما كانت الحشائش النامية كثيرة الكثافة كانت درجات الحرارة بين محطة واقعة تحت التأثير المحيطي واخرى تحت التأثير مقداره ٢ متر . اما في الجهات القليلة الحشائش ، وفي حالة عدم تعرضها لسقوط المطر ، فان سطح الارض وكذلك الاجزاء السفلى من النبات تسخن بصورة ملحوظة

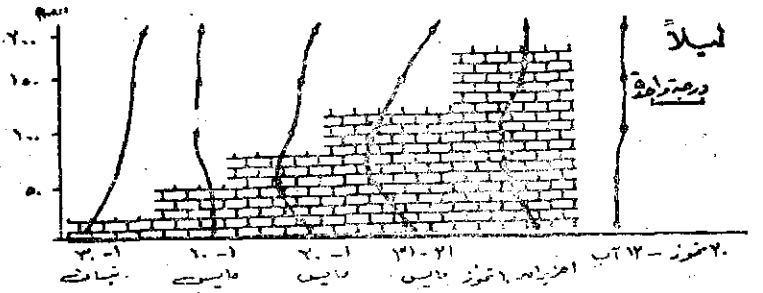
ويلاحظ اعتياديا ان الدرجات الحرارية القصوى تظهر فوق المنطقة الجرداء قريبا من سطح الارض وذلك لان الطبقة الهوائية في وسط الغابة وبين النباتات تمتد نحو الأعلى كثيرا ، ولان النباتات تستهلك في عملية التبخر الكثير من الحرارة ايضا .

وتعمل الغطاءات القليلة الكثافة التي تتخللها بعض الشجيرات ، والتي لا تعرقل الاشعاع الشمسي ، على تقليل التبادل العمودي كما انها تؤثر بدرجة اكثر من المناطق الجرداء ، يضاف الى هذا انها تعمل على رفع درجة حرارة الهواء والارض ايضا . وفي الليل تتسوى الحرارة الارضية المرتدة بواسطة التبادل الضعيف ، وعليه فان الهواء تحت هذه الظروف يكون ادفأ طول النهار منه فوق الارض الجرداء .

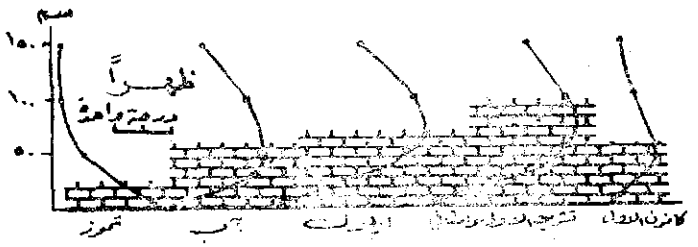
وهناك اسلوب اخر للحرارة نجده بين النباتات ذات الاوراق العريضة ، ففي اثناء النهار يكون تسخين الطبقة العليا للنباتات على اشده ، اما في الليل فانها تتبرد بصورة شديدة ايضا . الا ان التبادل ، ضمن مثل هذه المناطق ،



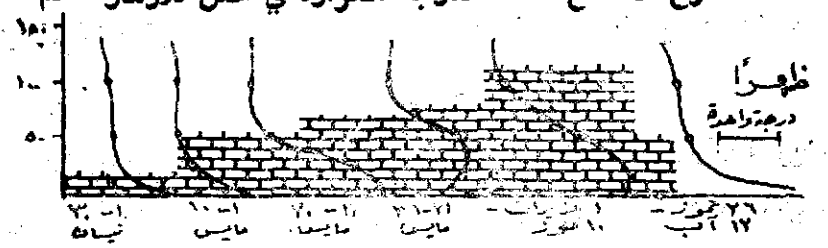
نوع الاشعاع الصادر لدرجة الحرارة في حقل للازهار



نوع الاشعاع الصادر لدرجة الحرارة في حقل للجويدار الشتوى



نوع الاشعاع النافذ لدرجة الحرارة في حقل للازهار



نوع الاشعاع النافذ لدرجة الحرارة في حقل للجويدار المشترى

يكون اقوى مما هو عليه في وسط الحشائش ، حتى ان الهواء البارد غاليا ما ينساب من الطبقة العليا للنباتات نحو الارض ، لذا فان طبقة سطح الارض ذات درجات حرارية قليلة نسبيا اثناء النهار ، اما ليلا فهي قد تكون **ادفأ او ابرد من المناطق الجرادء .**

ونلاحظ ان التبخر الذى يحدث في سطح الارض بصورة مباشرة يكون قليلا اذا ما قورن بوضعه في المناطق الجرداء . أما التبخر الذى يحدث في الطبقة العلوية للاوراق وفي الحقول الواسعة فانه يقترب ويفوق (في حالة وجود رطوبة كافية في التربة) التبخر الذى يحدث في المسطحات المائية **الضحلة الواسعة وذلك لان قسما كبيرا من الحرارة ، في الظروف الحرارية** العالية ، يستهلك في التبخر ، وجزءا صغيرا في التبادل الشديد غير المنتظم . كما ان التبخر الذى يحدث في عالم النباتات ، والذى يرتبط بتغذيته ، قد يقل في حالة استعمال الاسمدة .

وتكافح النباتات في المناطق الجافة عملية النتح الشديدة عن طريق جعل مساحات الاوراق صغيرة أو بواسطة تكيفات اخرى . اما اذا استمرت عملية التبخر رغم هذا الى درجة تفوق الرطوبة الارضية تبدا النباتات عندها **بالذبول ، ويؤدي هذا الى تدمير المنطقة تدميرا كاملا ، وعليه فان الفحولة في الاراضي الجافة هي اخطر فيما لو كانت الارض رطبة . والنتح الذى يحدث في عالم النبات يزيد في حالة ما اذا كان تبادل الرطوبة بين النباتات قليلا بصورة** ملحوظة ، ويبدو ذلك من الملاحظات التي سجلت في محطة جبلية في بعض الايام الصافية .

هدية
الاستاذ الدكتور ماجد السيد ولى محمد

الرطوبة النسبية (بالمئة) في ارتفاعات مختلفة (في حقل مزروع بالحنطة السوداء) وفوق منطقة جردا

منطقة القياس	الحنطة السوداء			المنطقة الجرداء		
	الساعة ٧	الساعة ١٣	الساعة ٢١	الساعة ٧	الساعة ١٣	الساعة ٢١
١٠ سم فوق سطح الارض	٨٩	٧٢	٩١	٨٩	٥٢	٩٢
الطبقة العلوية للغطاء النباتي	٧٣	٥٤	٨٧	٧٠	٤٦	٨٥
٦٠ سم فوق النباتات	٧٥	٥٢	٧٨	٦٩	٤٤	٧٧
٢ متر	٦٧	٤٤	٧١	—	—	—

ففي النهار تصل الاختلافات في الارتفاع البالغ ١٠ سم حوالي ٢٠٪ ، واما في الارتفاعات التي تزيد عن ذلك (فوق النباتات) فهي أقل من ٨٪ .

وتتمكن النباتات العشبية من منع بعض التساقط من الوصول الى سطح الارض ، ولذا فهي تحتفظ بقسم منه . ورغم قلة الاحصاءات المتعلقة **بهذه الظاهرة ، يمكن القول بانه رغم صغر هذه الكمية فان لها اهمية لا بأس بهـا** وخصوصا عندما تكون الأمطار قليلة .

والتكاثف الذي يكون بشكل صقيع او ندى أو قطرات الضباب والتي تتحول الى ما يشبه الجليد البلوري في حالة تبردها ، قد تكون ذات احجـام

كبيرة ، كما ان بعض انواع معينة من الحشائش يمكنها الاحتفاظ بالثلـــــوج وهذا يؤثر طبعا في ظروف رطوبة الارض .

والجدول الاتي يوضح لنا كميات التساقط التي تكون باشكال ســـائلة والتي تتمكن بعض النباتات من خزنها .

جدول يوضح تخزين التساقط بواسطة بعض أنواع النباتات

نوع النبات	الكمية القصوى للرطوبة المخزونة بواسطة بعض النباتات بالملمتر
مروج يابسة متوسطة الكثافة	٠ر٧٣
مروج مغمورة كثيفة	١ر٢٠
نبات البسلي(١) متوسطة الكثافة	٠ر٤٣
انواع مختلفة من الطحالب الكثيفة	**٣ر٧٦–٤ر٣٩**
طبقة من المواد النباتية اليابسة	٥ر٦٤
غابات خليطة من اشجار التنوب والبلوط	٤ر٨
غابات مكونة من اشجار التنوب واشجار	
تغطية عمرها ٤٥ سنة	**٦ر٣**

وعند ملاحظة هذا الجدول نســـــتنتج ان النباتات العشبية تحتفظ بالرطوبة السائلة بنسبة تعادل اقل من ٥–١٠ اضعاف الكمية التي تحتفظ بها الغابات ، وهذا يكون ما يقرب ٢١٪ من كمية التساقط السنوي . اما نباتات الطحالب فهي تكون حالة استثنائية تقريبا ، حيث انها تقارب الغابات من حيث احتفاظها بالتساقط وهذا معناه انها تحتفظ بما يقرب من ١٢–٢٠٪ من كمية التساقط السنوي .

(١) نبات تحتوي اغنانه على حبات كالحمص ويعرف بالبازاليا .

وتتمكن النباتات العشبية الحديثة النمو ، الاحتفاظ بكمية اكبر من التساقط (وربما كمية تعادل الكمية التي تحتفظ بها طبقة الطحالب) وذلك نتيجة لوجود طبقة سفلى من اجزاء النباتات الكثيفة الميتة ، وخاصة ان هذه الطبقة من النباتات تعرقل انسياب الماء الناتج عن الذوبان او الامطار الغزيرة المتقطعة .

اما المناخ التفصيلي للغابات فانه بصورة عامة يشابه نظيره الخاص بالنباتات العشبية ، الا انه يختلف عنه فقط بواسطة امتداده العمودي الكبير، وحيث تتكون سلسلة من الظواهر الخاصة بها « الغابات » عند مقارنتها بالظروف المتعلقة بالنباتات العشبية .

وتظهر في الغابات كما وجدنا في نطاق النباتات العشبية طبقتان فعالتان في الاقل هما : الطبقة العلوية والتي تشمل منطقة قمم الاشجار او ما يسمى تاج او قمة الغابة . والاخرى هي الواقعة فوق سطح الارض ، وذلك اما فوق الحشائش او طبقة الطحالب التي تغطي سطح الارض ، او في منطقة الاقسام السفلى من جذوع الاشجار . اما فعالية كل طبقة من هذه الطبقات فيتوقف على كثافة الغابة اولا ونوعية اشجارها ثانيا .

ففي حالة الغابة الكثيفة التي يتراوح ارتفاعها من ٢٠-٣٠ متر فانها لا تسمح الا ما يقرب من ٢٪-٧٪ من الاشعة الساقطة بالنفوذ ، اما الغابات المكونة من اشجار التنوب الكثيفة فانها لا تسمح الا لما يقرب من ٠٫٧٪-١٪ من الاشعاع الساقط بالنفوذ . وتؤدي قمم الغابات المفتوحة الى زيادة كمية الاشعة النافذة بصورة سريعة ، وعندما تكون الغابات النفضية على العكس جرداء فان قمم الغابات المغلقة منها لا تتمكن الامنع ما يقرب من ٤٠٪ من الاشعاع الساقط ، ولذا تنخفض عملية الاضاءة تحت ستار الغابة . ونتيجة لامتصاص الاشعة في مناطق قمم الغابات فان سطح ارض الغابة يسخن بدرجة اقل منه في الاراضي المكشوفة . وتكون الاختلافات

صيفا كبيرة بصورة خاصة ، حيث ان المتوسط السنوي لحرارة ارض الغابة اقل مما هو عليه في المناطق المكشوفة اي الخالية من الغابات .

وفي اثناء النهار قد تتقدم ، أو قد تتأخر ايضا ، الدرجات الحرارية القصوى في الغابات وذلك عند مقارنتها بالاراضي المكشوفة ، حيث ان الاشعاع الشمسي في الغابة يتوغل بسهولة في حالة ارتفاع الشمس القليل . اما شتاء **فان الغابة تقلل من تبرد الارض نتيجة لاشعاع الحرارة من الاشجار اولا ، ولوجود الغطاء الثلجي « في بعض المناطق » القليل الكثافة ، والذي يسبب** ضعف الرياح بصورة غير مباشرة ، ثانيا . ويقل المدى الحرارى اليومي للارض في الغابات عند مقارنته بالمناطق المكشوفة بحوالي ٣٠٪ – ٤٠٪ .

وتأثير الغابة في درجة حرارة الارض يمتد الى أعماق كبيرة تقريبا . فقد **لوحظت درجات الحرارة في احدى الغابات الابرية فوجد ان الطبقة التي يكون عمقها مترا واحدا في الفترة من مايس حتى حزيران تكون ابرد منها في المناطق المكشوفة ، وان الاختلافات بينهما تصل الى مايقارب ٧ درجات او ما يزيد على ذلك . أما شتاء ، وفي الفترة من تشرين الثاني حتى آذار ، فان درجة حرارة ارض الغابة اكثر من ذلك بما يقارب نصف درجة .**

وتستخن قمم الغابات ، في حالة تذبذب درجات الحرارة بصورة كبيرة ، بشكل غير متساو ، وذلك ناتج عن تغيير سرعة الرياح في مناطق القمم بشكل كبير ، وبالعكس فان درجة الحرارة في اثناء النهار في نفس الغابة تكاد تكون متساوية . وبسبب ضعف التبادل العمودي بين منطقة القمم ، والمناطق الواقعة أسفلها ، يتعرقل توغل الاختلافات الحرارية الى داخلية الغابة .

وتظهر خلال ساعات اليوم الدرجة القصوى الرئيسة في الغابة الكثيفة قرب ذروة القمة ، بينما يندر ملاحظة ارتفاع درجة الحرارة على سطح **الارض اما في الغابة القليلة الكثافة فتظهر درجة الحرارة القصوى على سطح**

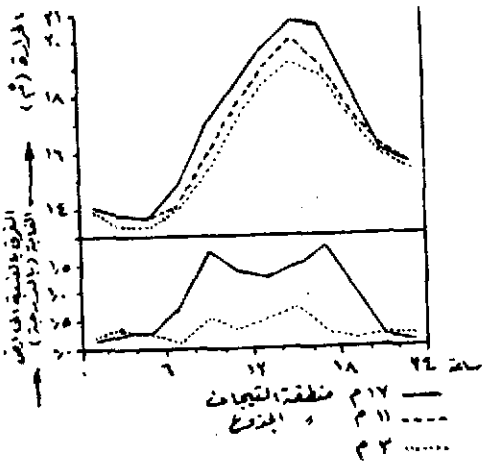
الارض . ويحدث أقصى تبرد في ذروة القمم مساء ، ومع ذلك فان مثل هـذا التوزيع الحراري يندر بقاؤه ليلا ، حيـث نجد ان الهواء البـارد يتسـاب اعتياديا نحو الاسفل ، ولذا ، قد تظهر في الغابة حرارة ثابتة أو أن درجـة حرارة ارض الغابة تأخذ بالانخفاض . والجدول الآتي يوضـح مـا سـبق ذكـره :

الوقت	الشهر	نوع الغابة	على سطح الارض	في منطقة القمم	درجة الحرارة في ذروة منطقة القمم	فوق منطقة القمم
١٣	٦	تنوب	١٩ر٧	١٨ر٨	٢٣ر٢	٢٠ر٥
٢١	٦	تنوب	١٢ر٥	١٢ر٢	١١ر٨	١٣ر٦
١٣	٧	بلوط	١٩ر٢	٢٠ر١	٢٢ر١	٢١ر٦
٢١	٧	بلوط	١٤ر٢	١٣ر١	١٢ر٦	١٥ر١

تكون الغابة في اشهر الصيف اكثر برودة من الحقل ، وفي اشهر الشتاء اكثر دفئا ، ولكن بمقدار قليل ، اما المتوسط الحراري السنوي للغابة (وبالمثل ايضا درجة حرارة الارض) فهو أقل مما هو عليه في الاراضي المكشوفة ، وهذه الاختلافات للمتوسطات الحرارية اليومية للهواء بين الغابة والحقل تتوضـح من ملاحظة القياسات التي اخذت في احدى الغابات .

السنة	٢١	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
	١ر٠ ـ٢ر٠	١ر٠ ـ٢ر٠	صفر صفر	١ر٠ ـ٣ر٠	٢ر٠ ـ٥ر٠	٧ر٠ ـ٤ر٠	٢ر٠ ـ١ر٠					

وتختلف الخصائص الحرارية للغابات النفطية عنها في الغابات الابرية ، ففي الشتاء تؤثر الغابات النفطية في المدى الحراري اليومي بدرجة اقل من تأثـير الغابات الابرية . ففي ساعات النهار تتوغل الاشعة الشمسية في الغابـات النفضية حتى طبقة الثلوج السطحية بسهولة . اما الاشعة الساقطة والاشعة المرتدة نتيجة للغطاء الثلجي ، والتي تمتصها جذوع واغصان الاشجار فانها تعمل على رفع حرارة التربة نهارا . اما الغابات الابرية فان تأثيرها في السير

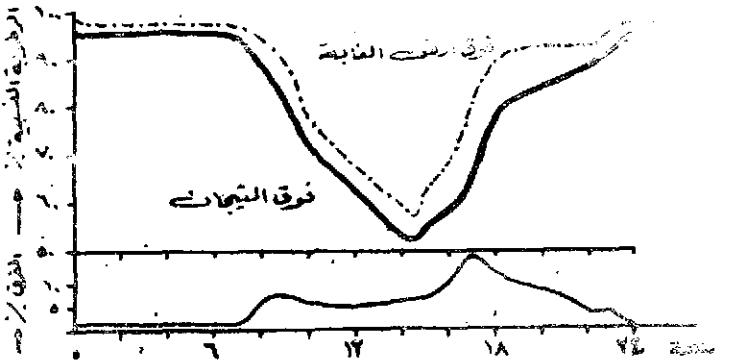


السير اليومي لدرجات الحرارة صيفا

الحراري اليومي متساو على طول السنة. وفيما يأتي جدول بظروف الاختلافات في المدى اليومي بين الغابات النفضية والابرية والحقول في اشهر الربيع ، والذي وضع على اساس الملاحظات التي اجريت في المانيا .

غابات ابرية ـ حقول	١	٥ر١	٢ر٢
غابات نفضية (اشجار الزان) حقول	١ر٠	٦ر٢	١ر٣

وبالنسبة لوضعية الرطوبة في الغابات فانها تتوقف على عملية التبخر من الارض ومن الطبقة العلوية الواقعة في القمم كذلك . وكمية الرطوبة في **داخلية الغابات عالية وذلك بسبب التبادل الضعيف بينها وبين طبقات الهواء الواقعة في اعلى الطبقة العلوية في القمم . ويظهر اقوى اختلاف بينها وبين الحقول** في اثناء ساعات النهار في الطقس الصيفي الذي يمتاز بصفائه . وتكون الرطوبة النسبية ايضا اعلى فوق الغطاء النباتي منها في الاماكن المكشوفة بصورة غير **مباشرة وهذا يتوضح عند ملاحظة الجدول الذي وضع على اساس الملاحظات** التي اجريت في غابة مكونة من اشجار التنوب ذات ارتفاع يقرب من ٥ر١ متر .



السير اليومي لدرجات الحرارة صيفا في غابة لاشجار التنوب

الرطوبة النسبية بالمئة بين اقسام الغابة في الساعة ١٣

	متوسط كل الايام الشهر					في الايام الصافية الشهر				
منطقة القياس (الملاحظة)	٥	٦	٧	٨	٩	٥	٦	٧	٨	٩
في أرض مكشوفة	٥٤	٦٢	٦٧	٦٨	٦٩	٤٥	٤٩	٥٥	٥٩	٥٨
في ارتفاع ٢م في الغابـــة										
في غابة بمقدار ٢٠سم فوق القمم	٥٩	٦٥	٦٩	٦٩	٧١	٥١	٥٢	٥٦	٦٣	٥٨
في سطح القمم	٥٧	٦٦	٧٥	٧٣	٧٨	٤٩	٥٣	٦٢	٦٤	٦٩
في منطقة القمم	٦٧	٨١	٨١	٨٤	٨٦	٦٠	٧١	٧٢	٨٠	٧٩

ويمكن ملاحظة اعلى رطوبة نسبية في القمم ، بينما تقل عن ذلك في الطبقة السطحية للقمم ، وتكون في علو ٢٠سم فوق القمم اقل ايضا ، الا انها تبقى اكبر من المناطق المكشوفة وبنفس الارتفاعات بصورة ملحوظة .

ولما كانت درجة الحرارة في سطح القمم اعلى ما تكـــون ، فان ازدياد الرطوبة النسبية يطابقه نقص كمية الرطوبة المطلقة . ونجد في خلال ســاعات الليل ان توزيع الرطوبة النسبية فوق الغابات وخارجها لا يختلف اختلافـــا كبيرا ، وذلك لظهور ظروف في كلتا الحالتين ، تعمل على رفع الرطوبة النسبية عند انخفاض درجات الحرارة ، وكذلك نشاط عملية التبادل الضعيفة . ورغم كل ذلك فان الرطوبة النسبية تبقى في المناطق الواقعة فوق القمم مباشـــرة وفي منطقة القمم اعلى منها فوق الاراضي المكشوفة ، وذلك في نفس الارتفاعات ، لان القمم تكون منطقة فعالة . كما ان تغيرات الرطوبة ، في المناطق الغابيـــة الواسعة الامتداد والكثيرة الاشجار ، تتوقف على الرياح والتبادل الشديد غير المنظم فوق الغابة وداخلها ومقدار التبخر الذى يتم عن طريق نباتات الغابـة ايضا .

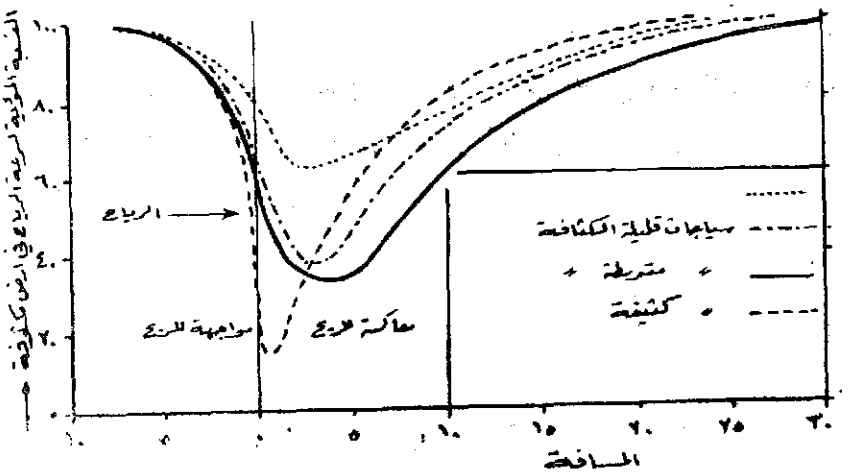
تأثير الغابات على الرياح :

ان الغابات الواقعة في مواجهة الريح تؤدي الى اضعافها بصورة تدريجية، وهذا الاضعاف يمكن ملاحظته في المتوسط على بعد يتراوح من ٢ الى ٤ اضعاف ارتفاع الاشجار . وعندما تصطدم الرياح بالغابات فان سرعتها تضعف تقريبا ولا يتوغل منها الا جزء ضئيل ، بينما يتصاعد القسم الاكبر من التيـــارات ويمر فوق الغابة ، وعندها تتقارب خطوط التيارات ، فتصبح التيارات فوق الغابة ، عند مقارنتها بالاماكن المفتوحة ، اكثر قوة .

وتؤدي التيارات المندفعة فوق الغابة الى تقوية عملية التبادل العمودي غير المنتظمة ، ويمكن ملاحظة ذلك في ارتفاع بضع مئات من الامتـــار فـــوق الغابة . وفي الجهة المحجوبة عن الرياح فان ضعف سرعة الرياح يمكن ملاحظته من بعد يزيد حوالي ١٠ اضعاف ارتفاع الاشجار عما هو عليه في الجهة المواجهة للرياح . وتأخذ سرعة الرياح في داخلية الغابات مع ازدياد البعد عن حافـــة الغابة بالقلة حتى درجة الصفر تقريبا .

تضعف الرياح بسرعة في منطقة القمم بصفة خاصة حيث أن العلاقة بين

التيارات الهابة فوق منطقة القمم وتحتها تنعدم ، بينما تلاحظ رياحا ضعيفة في داخلية الغابات وفي كل الارتفاعات . ولقد لوحظ ان سرعة الرياح في منطقة مكونة من اشجار التنوب ، وبعض الشجيرات الى الاسفل منها ، وعلى بعد ٥٠ متر في حافة الغابة ، انها تبلغ من ٥٥٪ – ٧٥٪ وعلى بعد ٧٠ متر من ٢٣٪ – ٢٧٪ وعلى بعد ١٠٠ متر ٧٪ وعلى بعد ٢٠٠ متر من ٢٪ – ٣٪ فقط من السرعة المقاسة عند حافة الغابة .



اعاقة تيارات الهواء بواسطة نطاق الحماية المختلفة الكثافة

تبخر الرطوبة في الغابة :

ينشط التبخر في الغابة بواسطة نظام جذري يمكنه الوصول الى الاعماق، ثم بواسطة اوراق الاشجار الكثيرة .

ويتوقف تذبذب التبخر على العوامل الآتية :

١ – نوع الغابة : فاشجار اليوكالبتس تعتبر من الاشجار التي يكون التبخر بواسطتها عكس اشجار البلوط .

٢ – الميزان الحراري : الذى يحدد التبخر في العروض .

٣ ـ ايراد رطوبة الارض التي تحـــدد الاستهلاك المائي في المناطق الجافـــة والكثير من انواع الاشجار .

والتبخر في الغابات يرتكز على حقيقتين هما :

١ ـ ان التبخر من الارض في مناطق الغابات الكثيفة ليس كبيرا ، اذ تـــدل حسابات مختلف الباحثين ان التبخر يبلغ اقل من ربعه فوق الاراضي المفتوحة ، ويظهر ان هذه الارقام مبالغ فيها ايضا وذلك لان انجاز مثـل هذه القياسات سابقا امر لا يركن اليه كثيرا .

٢ ـ ان تبخر الرطوبة في منطقة القمم مصدره اما ان تكون الرطوبة قد سحبت من الارض او انها نتجت عن الرش الذى اصاب منطقة القمم بواسطة الامطار ، وهذا التبخر هو الذى يكون القسم الاكبر من تبخر الغابة . وفيما يلي بعض الحقائق التي تنطق بالدور الكبير نسبيا الذى تلعبـه الغابة بالنسبة للتبخر .

ـ لقد اصبحت بعض المناطق في العروض العليا مستنقعية وذلك بعـــــد عمليات قطع الاشجار وحرقها وبعد ان كانت مناطق جافة . وهـــذه الظاهرة يمكن توضيحها بعدم كفاية الحرارة لحدوث عملية التبخـر . يضاف الى هذا ان هناك الكثير من العوامل الاخرى والتي يجب الاخـذ بها بنظر الاعتبار بدون قيد او شرط ، وهي :

أ ـ ان تربة الغابة والجذور الميتة واقسام النبات الاخرى تحتـــوي وتمتص الماء بصورة جيدة وتاخذ به الى الاعماق ، الا ان التربـة بعد عملية قطع الاشجار تصبح اكثر تماسكا ، الامر الذى يكون ظرفا ملائما لجمع الماء فوق سطح الارض .

ب ـ ان عملية قطع الاشجار في الغابة يســـبب حدوث تغيرات في الظروف الضوئية على سطح الارض ، وهذا يساعد على نمو بعض النباتات المستنقعية ، والتي لا تحدث فيها عمليـــة التبخر الا

بنطاق قليل فيساعد ذلك على توسع المستنقعات .

ج ـ عند نمو بعض الشجيرات في المنطقة التي قطعت اشجارها فان ذلك يعمل على اعاقة الجريان ونمو الحشائش السريع في الفترة الاولى ، وبعد ذلك فان التبخر الذى يتم بواسطة الاشجار لا يمكن ان يتساوى مع التبخر الذى يتم بواسطة الحشائش .

٢ ـ تجف السهوب بعد ما يقرب من ٣٠ـ٥٠ سنة من زراعتها بالاشجار وتحويلها الى غابات . وهذه الظاهرة يمكن تعليلها عن طريق التبخر الشديد في الغابة . وتمتص الغابة في الفترة ٣٠ـ٥٠ سنة جميع الرطوبة الموجودة في الطبقة التي يكون عمقها ٣متر ، وتكون هناك في الاسفل ما يسمى بالافق الميت حيث لا تتمكن المياه الجوفية النفوذ خلالها والوصول الى سطح الارض حيث منطقة الجذور . ولقد تسبب التدمير الكلي لاقسام الغابة في مناطق السهوب في نهاية القرن التاسع عشر ، وبمقياس كبير، نتيجة عدم القدرة لتعويض الغابات واختيار انواع الاشجار المناسبة كانواع الاشجار المحبة للضوء (كاشجار الدردار او اشجار السنط البيضاء) بعدم اعاقة نمو اعشاب السهوب في الحقول ، والتي تعتبر العدو اللدود للغابة التي تأخذ القسم الاكبر من الرطوبة . وهذا يؤدي الى مضايقة وجفاف قمم الاشجار ثم الى تعجيل هذه الظاهرة وشمولها مناطق اخرى ، واخيرا الى ظهور الامراض التي تؤدي الى تدمير ما تبقى منها . واقسام الغابة المكونة من اشجار البلوط التي تكون اما كثيفة واما خليطة ببعض اشجار الدردار (من ٢٠٪ ـ ٣٠٪) او اشجار الدولب لا تتمكن من النمو بصورة جيدة في المناطق الرطبة وتعتبر زراعة اشجار البلوط حلا لتلك المشكلة في مناطق السهوب والمناطق الزراعية الاخرى وذلك لأن شجيرات البلوط الكثيفة لاتفسح المجال لنمو الاعشاب في بداية فترة النمو . اما في الصحاري فان شجيرات الملح لا تتمكن من النمو وتحل مكانها مجموعات نباتية اخرى ، ليس بستيب

قلة الرطوبة في الارض ، وانما لشدة تماسك الطبقة العلوية الامر الذى يترتب عليه تبدل وضعية الرطوبة فيها .

وبما ان تربة المناطق الغابية بصفة خاصة تسمح للماء بالنفوذ لذا تنعدم الامكانية لتكوين المنطقة الافقية الميتة . ويقع مستوى المـــاء الافقي تحت غابات مناطق تقسيم المياه في نطاق السهوب (وكذلك السهوب الغابية) على عمق قليل ، لذا فان نباتات الغابات لا تتمكن من استغلاله بصورة مباشرة . **الا ان هذا الماء يظهر خاصة في الاماكن المنخفضة المجـــاورة للغابات ، حيث** تعرقل الغابة انسياب مياه الامطار كما تقلل جريان كمية المياه الناتجة عـــن الذوبان ، ويكون هذا مصدر المياه الجوفية ، التي تظهر فوق ســطح الارض بشكل ما .

ويلاحظ أن وجود بعض التعارض في النتائج مرجعه التعقيدات التـي ترتبط بالظواهر التي اجريت فيها التجارب ، اضف الى ذلك انه ينقصهـــا الكثير من العوامل التي يظهر انها لم تؤخذ بنظر الاعتبار ، لذا فانه يصعـــب تقدير الدور الذى تلعبه الغابات بالنسبة للتبخر تقديرا دقيقا . ومما نلاحظه على الغابات انها في وقت ارتفاع منسوب القاعدة المائية تمد المناطق المجاورة بالماء الجوفي ، وعليه فان الانتقال السفلي للمياه الجوفية قد يكون اكبر من كمية التبخر بدرجة تستحق الاعتبار .

ولغرض اكمال التوضيحات هذه نستطيع القول جازمين أن التبخـــر الرئيس للغابة هو تبخر الرطوبة من طبقات عميقة ، ولـذا فـان الطبقـــة الارضية العليا في الغابة هي في العادة اكثر رطوبة مما هي عليه في الحقل . وتتمكن أرض الغابة من خزن كمية كبيرة من الرطوبة ، ولذا فان الانسياب على سطح الارض يقل الى حد كبير . ولقد اجريت بعض التجارب لبيان مقدار الخزن فظهر ان طبقة الارض البالغ سمكها ٥سم تتمكن من خزن التساقط البالـغ ٢٠ ملم في غابة تتكون من اشجار التنوب عمرها ٤٣ سنة . وقلة الانسياب **تتوقف بدرجة كبيرة ، في فصل الربيع وفي حالة نزول الامطار القوية القصيرة ،**

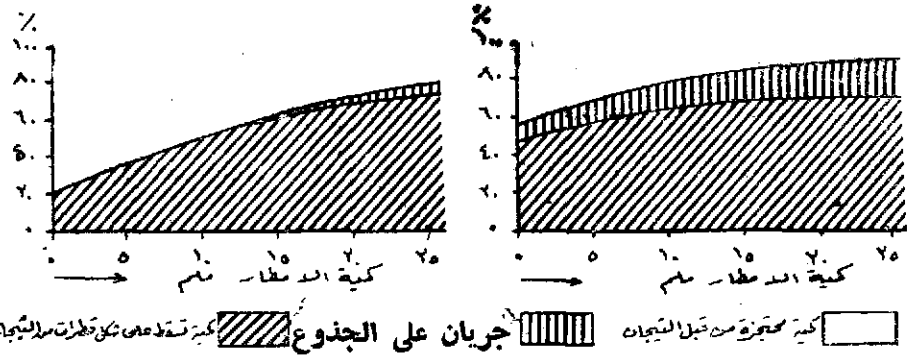
على قابلية النفاذ الكبيرة لارض الغابة . وقد سجلت سرعة النفاذ في أرض غابة مكونة من اشجار البلوط فبلغت من ١٠-١٥سم في الساعة بينما بلغت **سرعة النفاذ في ارض حقل حدا تراوح بين ٢ - ٣سم في الساعة .**

تاثير الغابة على التساقط :

وتعتبر هذه المشكلة من المشاكل المعقدة حقا اذ نجد ان قسما من التساقط سواء اكان بحالة سائلة أم صلبة لا يمكن وصوله الى سطح الارض **بل يعاق في منطقة القمم ويتعرض للتبخر .**

وفي العروض المعتدلة تعوق الغابات في المتوسط ٢٥٪ من كمية التساقط، **أضف الى ذلك ان هذه الكمية تتوقف كثيرا على نوعية الغابة ، ففي الغابات المدارية يعاق ما يقرب من ٦٥٪ من كمية التساقط وذلك بواسطة القمم فلا يتمكن** الوصول الى سطح الارض .

وعلى أساس هذه القاعدة فان ما يتبقى لارض الغابة من كمية التساقط **يكون عجزا في ميزانها المائي ، ولذا فان الغابة وخاصة تلك التي تقع في مناطق تقسيم المياه تتسلم مقدارا كبيرا من التساقط الافقي كالضباب والصقيع** وغيرهما . **ومن الممكن ان تكون هذه الكمية في الاراضي الجبلية كبيرة الا انه** قد يكون للتساقط الافقي في المنخفضات ايضا اهمية عملية . وقد وجد ان كمية التساقط السنوي في احدى الغابات والذى هو بشكل صقيع ليس اقل من ٣٥ ملم أو ما يقرب من ٩٪ من كمية التساقط السنوي .



ا - في غابة الاشجار الصنوبر

ب - في غابة لاشجار الزان

خزن التساقط السنوي بواسطة الاشجار

منطقة القياس	فترة القيـاس	نوع الغابـة	العمر بالسنة	التساقط المخزون في منطقة القمـم ٪
البرازيل	١٩٠٧–١٩٢٠	اشجار البتولا	٨٠–١٠٠	٩
٧٦ ٢١ جنوبا				
٤٠ ٤٤ غربا	١٩٠٨–١٩٣٥	غابات شـبه مدارية	—	٦٨
موستكو	١٩٠٩ – ١٩٢٩	اشجار التنوب	٣٢ – ٦٠	١٢
		اشجار التنوب	٨٠ – ١٠٠	١٤
		اشجار الشوح	٤٠ – ٦٠	٣٦
	١٩٠٧ – ١٩٢٠	اشجار البتولا	٨٠ – ١١٠	٩

ولقد سجلت أجهزة قياس المطر في منطقة تاونس الالمانية والموجودة في ارتفاع ٨٠٠ متر فوق سطح البحر في يوم كثير الضباب تحت منطقة القمم ، قيما اكثر من كمية التساقط التي سجلت في الاراضي المكشوفة بحوالي ٦٦٪

والواقع ان اهم مشكلة تستحق الذكر هي معرفة مقدار تأثير الغابة على **التوزيع الفمودي للتساقط حيث أنها ما تزال حتى عهد قريب محل جـــدل** الكثير من الباحثين .

الغطاء الثلجي في الغابات :

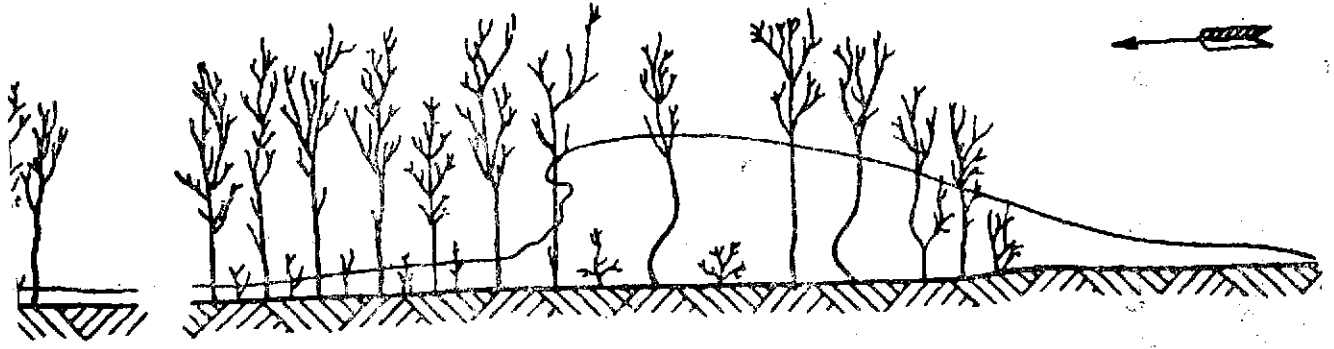
توزع الثلوج الساقطة في الغابات بشكل اكثر تعادلا مـــن توزيعها في **الاماكن المكشوفة ، كما انها أقل تماسكا وذلك بسبب سرعة الرياح الضعيفة .** أما ارتفاع **الغطاء** الثلجي في الغابات فهو بصورة عامة اكبر ، ويستثنى مـــن **ذلك الغابات الابرية الكثيفة ، حيث أن قسما كبيرا من الثلج المتساقط يعاق** في منطقة القمم ، ومن ثم فهو يتعرض اما للتبخر او تذروه الرياح . وفيمـــا **يأتي جدول بتوزيع الغطاء الثلجي في اقسام مختلفة من الغابة ، والذى سجل** في اليوم الثامن والتاسع من اذار ١٩٠٥ قرب دائرة عرض ٥٥ درجة شـمالا (موسكو) .

مجاميع أشجار الغابة	العمر بالسنوات	متوسط ارتفاع الغطاء الثلجي بالسنتمتر	نسبة الماء بالملمتر
اشجار البتولا	٣٥–٧٥	٥٦	١٢٨
اشجار البلوط	٢٥	٦٠	١٤١
اشجار التنوب	٢٥–٣٥	٣٩	٧٨
اشجار ابرية مـن نوع اشجار الشوح	٢٥–٣٥	٢٥	٥٤
غابات حديثة ، شجيرات ومناطق مفتوحة من الغابات	٢ – ٤	٥٥	١٢٩
حقول تجريبية	–	٣٣	٧٩

ومن هذا الجدول نستنتج ان الغابات النفضية تتمكن من خزن الرطوبة بنسبة تعادل مرة ونصف الى ضعف الكمية المخزونة في الحقول المكشوفة ، حيث ان جزءا من الثلج ينقل بواسطة الرياح الى المضايق والمناطق الشبيهة بالحياض بصورة ملحوظة بينما الجزء الآخر يضيع بالتبخر . ونجد في الغابات الابرية ان قسما كبيرا من الثلوج يعاق في منطقة القمم ، وعليه فان الايراد المائي لغابات الاشجار الابرية لا يزيد عن ٦٨٪ من الايراد المائي الذى يصل الحقول . كما يلاحظ ان الثلج المتساقط فوق المناطق المفتوحة الغابية ، وذات المساحة الكبيرة ، يتجمع بدرجة اقل منه في الغابات ، كما انه لا يتوزع بصورة منتظمة ، ففي وسط الغابة نجد ان الثلوج تنقل وتتجمع في حافات الغابة على ارتفاع بضعة أمتار .

ويبدأ الذوبان في الغابات النفضية والمناطق المفتوحة الغابية في وقت واحد تقريبا ، بينما نجده في الغابات الابرية وخاصة في مناطق اشجار الشربين يتأخر عن ذلك في الكثير من الاحيان بسبب التبادل العمودي الضعيف وكذلك الظلال .

المجموعة	مدة الذوبان بالايام	السمك المذاب يوميا بالسنتمتر
غابات ابرية (شربين)	٣٥–٤٠	٣
غابات ابرية (تنوب)	١٤–٢٨	٥
اشجار نفضية	٢٥–٣٣	٤
مناطق مكشوفة في غابة مكونة من اشجار التنوب	١٣–١٨	٩ر٥
مناطق مكشوفة في غابة مكونة من اشجار نفضية	١٣–١٨	٨
اراضي زراعية	١٢	٤



تراكم الثلوج في حافة احدى الغابات

اما في الغابات النفضية وحيث تتمكن الاشعة الشمسية من النفوذ بدون عائق والوصول الى سطح الارض فان عملية الذوبان قد تتعجل بواسطة امتصاص جذوع الاشجار للاشعة ، ولذلك تظهر بعض المناطق الدائرية الشكل الخالية من الثلوج ، وهذه بدورها تؤدي الى زيادة امتصاص الاشعه . **والجدول الانف الذكر يبين متوسط فترة ذوبان الثلوج قرب دائرة عرض ٥٥ درجة شمالا .**

ومن هذا الجدول يلاحظ ان مدة اذابة الثلوج في الغابات الابرية (شربين) هى اطول من تلك التى يتطلبها الذوبان في الاراضي المكشوفة بنحو من اثنين **الى ثلاثة اضعاف . اما الانواع الاخرى من الغابات فهي تأخذ مركزا وسطيا .** كما ان هذه الظاهرة تتوضح بصورة اكثر من ملاحظة **الجدول الاتي :**

جدول يبين تاخر نهاية الذوبان في الغابات والحقل لمنطقة موسكو

نوع الغابة	العمر بالسنة	تأخر اختفاء الغطاء الثلجي بالايام
غابة ابرية (تنوب) قليلة الكثافة	٦٠	٥
غابة اشجار البتولا	٤٠—٥٠	١٠
غابة ابرية من نوع تنوب	٤٠—٥٠	١٣
غابة ابرية من نوع شربين	٣٠—٣٥	٢٥
غابة ابرية من نوع شربين	٤٠—٤٥	١٩
مناطق غابية مكشوفة		٦

ومن هذا الجدول نلاحظ ان اختفاء الثلج في المناطق الغابية المكشوفة **يتاخر بحوالي اسبوع من اختفائه في الحقول ، اما في الغابات النفضية فهو بحوالي اسبوع ونصف ، وفي الغابات الابرية (تنوب) فهو بحوالي ٣ اسابيع .**

الفصل الثاني

التطبيقات العمليـــة للابحاث المناخية

تعتبر محاولات الانسان المتمدن في الوقت الحاضر لتحرير نفسه مـــن سلطان العوامل الطبيعية بشكل عام ـ حيث تعتبر الظروف المناخية جـــزءا منهـ**خطوة كبيرة فياستغلال بيئته استغلالا يتفق وخطط التنمية التي يضعها الى حد بعيد ، وبخاصة بعد ان تطورت الدراسات التي رافقت مختلف الميادين ، هذا من جهة ، ثم التطور التكنولوجي الذى طرق كل الابواب من جهـــة** اخرى ، فسلح الانسان نفسه بوسائل مكنتـــه من ازالة الكثير من العقبات **الطبيعية ، وعند ذلك بدا يتسلط على بيئته تدريجيا محاولا تغيير ما يعترض طريقه خاضعا كل ذلك في سبيل تحقيق خطط التنمية ، وسوف نلحظ هـــذا** بشكل محسوس في الكثير من الامور التي سوف نتطرق اليها .

لقد كانت الظروف المناخية تتحكم في الانتاج الزراعي والمزارع الى حد **بعيد ، حتى انه لا يمكن تكران امكانية استحالة نشر زراعـــة محاصيل بعض** المناطق في جهات اخرى كاستحالة تعميم زراعة المطاط في الجهات البـــاردة حيث تكون الظروف المناخية غير ملائمة لنموها ، كما لا يمكـــن تكران اثر الظروف المناخية بتحكمها في الانظمة الزراعية ومن ثم في الانتاج الزراعـــي **وخطط التنمية الزراعية ، لا سيما زراعة المناطق(المطرية) ذات الامطار المتذبذبة**، الا ان هذا التحكم في الوقت الحاضر قد قل عما كان عليه سابقا، كما انه لم يمنع **الانسان من تحدي الطبيعة ، وتعديل الظروف المناخية لمصلحته وخطـــه** التنموية . والحقيقة ان للانسان في عصرنا هذا بعض السلطان على بيئته وانه **ليس كما كان يظن من انه لا شيء ، وان الطبيعة هي كل شيء**

ادعائنا ان الانسان قد استطاع التحرر من القيود المناخية الى حد ما ، فـان **انتاج غلاته لا يزال مقيدا وغير مطلق رغم مقدرته وما لديه من تكنولوجيـا** متقدمة .

اننا لا نبالغ في القول اذا اكدنا ان النباتات بشكل عام سواء اكانت طبيعية أم مزروعـة ، هي من الوجهة الجغـرافية وثيقـة الصـلة بالجغرافيـة المناخية وان كلا منها بامكانه تفسير وجود الاخر . وقد لاقت دراسات العلاقة **بين الامكانية المناخية** والنباتات اهتماما كبيرا من لدن جمهرة الباحثين كدراسة شمبر **A.Schimper** التي نشرت في برلين عام ١٨٩٨ في كتاب (جغرافية **النباتات**) ، **ثم دراسة كبن التي نشرت عام ١٩٣١ في برلين تحت عنوان (اسس** علم المناخ) مظهرا فيها اثر كل من الحرارة والرطوبة في النباتات .

كما لا نبالغ اذا اكدنا على أن الدراسات المناخية قد اصبحت في الوقت **الحاضر ذات اهمية كبرى ، سيما وانه قد تبين قيمة ابحاثها الكبيرة بالنسبة** لبعض الخطط التنموية كالتي تخص الزراعة التي تكون ركنا هاما في حياتنـا الاقتصادية ، وهي لا تقل اهمية عن بقية الاركان الاخرى رغم وجود من يدعي **ان العوامل المناخية تعتبر سيدة العوامل المؤثرة في النباتات . والدليل عـلى** مدى قيمة الدراسات المناخية في الانتاج الزراعي ان الدراسات هذه قـد تطورت في المانيا في اواخر القرن التاسع عشر بسبب تزايد السكان والحاجة **المتزايدة لاستغلال الاراضي الزراعية على احسن وجه ، لذا فقد اتجهت هذه** الدراسات الى تبيان اهمية الظروف الجغرافية المحلية في تنوع المناخ واثـر ذلك في الاستغلال الزراعي ، ويعتبر كريكور كراوزه **Gregor Krause** من اتجهوا هذا الاتجاه .

ويقتضي الامر هنا ان نؤكد – عند استخدام نتائج الابحاث المناخية في **الانتاج الزراعي – على امرين مهمين هما :**

١ – استغلال الامكانات المناخية على اتم وجه من جهة .

٢ ـ تغيير الظروف المناخية السائدة من جهة اخرى .

وهذان الامران يرتبطان ببعضهما الى حد بعيد ، الا انه يجب عدم التغاضي عن ان اجراء اي تغيير في احد العناصر المناخية يتبعه تغير في العناصر والظواهر المناخية الملائمة ، ثم تكوين ظروف مناخية مناسبة من طريق احداث تغييرات في الامكانات المناخية .

ان ما ذكرناه يوجب علينا عدم اغفال التاثير المتبادل بين النبات والمناخ ، فالظروف المناخية تؤثر على النباتات بشكل مباشر ويظهر ذلك في اثر كلٍ من الحرارة والرطوبة ، وفي ايجاد انواع من التربة التي تؤثر عليها بصورة غير مباشرة ، حيث ترتبط بمميزاتها الفيزياوية ، اما النبات فهو الآخر ذو دور مهم في احداث تبدلات في الظروف المناخية المحلية السائدة كما يتضح ذلك مما يرد الآن .

وتواجه النباتات بشكل عام والمزارع منها بشكل خاص جملة مشاكل مناخية تحدد امكانات زراعتها كما تلحق بها من الاضرار التي تزيد في نفقة الانتاج الزراعي بشكل اكثر مما لو تدبر الانسان اسبابها ومن ثم تغلب عليها ، ومن جملة هذه المشاكل :

مشكلة البرد :

والبرد هو كرات صغيرة من الجليد المتساقط اثناء العواصف الرعدية Thunder Storms ، وفي اثناء الاضطرابات الجوية وهو خطر كبير يهدد المزروعات عموما سواء ما كان منها خفيفا في تكوينه او قويا ، لذا يتطلب الامر استخدام كل الطرق والمحاولات للتخلص منه ، ولا سيما تلك الجهات التي ينزل فيها البرد بكثرة وباحجام كبيرة كجهات العروض الوسطى .

ونظرا لارتباط تكون البرد والغيوم الركامية المزنة Cumulonimbus او ما يعرف بغيوم التقلبات الجوية Cb المتسببة عن انخفاض درجة الحرارة

في الطبقات العليا دون درجة التجمد ، لذا يمكن التغلب على هذه المشكلة بيسر وسهولة ، وذلك عن طريق خلق ظروف تحول دون تكون هذا النوع من الغيوم أو العمل على تبددها في الاقل . والمعروف ان حماية المزروعات من اخطار البرد لاقى في السنوات الاخيرة اهتماما كبيرا من قبل الدوائر ذات العلاقة بالانتاج الزراعي في الدول المتقدمة وذات الامكانات الواسعة حيث قامت باجراء الدراسات للتخلص من هذه المشكلة . والجدير بالذكر ان الاضرار الناجمة عن هذه المشكلة والتي تلحق بالمزروعات لا تقتصر على سقوط الزهور والاثمار فحسب بل تتعداه الى تكسير الاغصان ثم تعرض الاشجار للاصابة بالامراض الفطرية التي تتسبب عن طريق الجروح التي تحدث في قشور الاغصان . ولو توفرت لدينا ارقام عن قيم الانتاج الزراعي الذى يتعرض للتدمير بسبب هذه المشكلة بالاضافة الى الاضرار التي تلحق بالمزروعات، وذلك في الدول التي تحدث فيها هذه الظاهرة بكثرة ، ادركنا سبب اهتمام هذه الدول بالتغلب على هذه المشكلة .

ان التغلب على هذه المشكلة يتطلب العمل على ابطال اسباب تكونها ، ولما كانت درجات الحرارة المنخفضة سببا مهما من اسباب تكون حبات البرد في الغيوم المشحونة بها ، لذا يقتضي الامر العمل على رفع درجة الحرارة في نطاق تلك الغيوم وتحويلها من غيوم مشحونة بالبرد الى غيوم مطرية في الاقل . ولانجاز مثل هذه الخطوات ابتكرت طريقة تتلخص باطلاق بعض القذائف الحرارية ذات المدى البعيد والمحملة ببعض المواد الكيمياوية ، وذلك بواسطة مدافع خاصة ، حيث تنفجر تلك القذائف في الغيمة نفسها فتتولد حرارة كافية تحول تلك الغيمة من غيمة برد الى غيمة مطر .

ويمكن انشاء عدد من محطات المدافع هذه في جهات مختلفة من القطر وبعدد يتناسب ومساحته . اما تحديد موقع الغيمة فان ذلك يتم بواسطة بعض الاجهزة الكاشفة والتي تعمل بشكل الكتروني . وتتبع هذه الطريقة في الوقت الحاضر في القطر اللبناني للمحافظة على زراعة اشجار التفاح التى تشكل مصدرا مهما من مصادر الدخل القومي .

مشـــكلة الصقيع :

اما البلورات الثلجية الصغيرة المتكونة بسبب انخفاض درجة الحرارة دون التجمد بشكل مفاجيء وسريع فهي الاخرى تشكل مشكلة مهمة ذات نتائج سيئة على الانتاج الزراعي ، لاسيما في المناطق المنخفضة التي تنحدر اليها الاهوية الباردة من المناطق المرتفعة ، وبخاصة اذا ما ظهرت هذه المشكلة في الربيع ، ففي هذه الحالة تكون شديدة الخطورة وبالذات في البيوت المتدلة وذلك بسبب بدء عملية النمو بالنسبة للنباتات والازهار بالنسبة للاشجار ، لا بل كثيرا ما تؤدي الى القضاء عليها اذا ما تجمد الماء في خلايا النباتات . ومما يدل على خطورة الصقيع Frost على المزروعات هو ان محطات الاذاعة الخاصة بالانواء الجوية في البلاد المتقدمة والتي تظهر فيها هذه المشكلة بشكل ضار وواضح لا تفتا تنبيء وتنذر الناس والمزارعين بتوقع ظهور الصقيع لاتخاذ الاحتياطات اللازمة للتخلص منه او تخفيف حدته .

ان هذه المشكلة تزداد اذا ما توفرت ظروف تسبب نشاط عملية التبرد كقلة او انعدام الغطاء السماوي حيث ان ذلك ينشط عملية الاشعاع الارضي Terrestrial radiation في حالة خلو السماء من الغيوم ثم هدوء الهواء او قلة الغطاء النباتي الذي يعمل على عرقلة الاشعاع الارضي واضعاف القدرة على توصيل الحرارة .

ان تطبيق نتائج الابحاث المناخية في هذا المجال امر سهل وبخاصة بعد معرفة الطريقة التي يتكون بها صقيع المنطقة ، فعندئذ يمكن استخدام بعض الاحتياطات واتخاذ الوقاية للقيام بعرقلة ظهور هذه المشكلة بشكل مؤقت او بشكل دائم .

فمن الاحتياطات العملية المؤقتة استخدام ما يعرف بالمظلات او البيوت

الزجاجية(١) التي تعمل على عرقلة تبعثر الحرارة المنبعثة من الارض وبقائها محصورة بين سطح الارض والغطاءات المستخدمة . وقد طبقت هذه الطريقة في القطر العراقي ونجحت نجاحا هائلا مما شجع على تعميم تطبيقها ، وهنـــاك طريقة التبخير وهي طريقة لعرقلة عملية الاشعاع الارضي في المناطق المزروعة على شكل بساتين في الغالب وذلك عن طريق استخدام مدافىء يطلق عليهـــا Smadge Pots او حـرق بعض مـواد الاشـتعال في جهات مختلفة مـن المنطقة السفلي في المزرعة والعمل على خلق حركة للاهوية ينجم عنها تولـــد تيارات تساعد في خلط الاهوية ، والطريقة الاخيرة هذه هي التي تتبع في القطر السعودي . وهناك طريقة ثالثة يطلق عليها طريقة الغمر التي تتلخص بغمر المزروعات بالماء ليلا وتخليتها نهارا للتخلص من عملية التبرد السريع . ومن الطرق الاخرى الحديثة التي تتميز بتعقدها واستنفاذها جهودا ونفقـــات كثيرة هي العمل على استمطار السماء اصطناعيا بعد انخفاض درجة الحرارة. اما الاحتياطات التي يمكن للانسان القيـام بها لتخفيف حـدة هذه المشكلة بشكل دائمي فهي العمل على عرقلة انسياب تيارات الهواء الباردة من المناطق المرتفعة الى بطون الاودية او الجهات المنخفضة الحوضية الشكل ، ويتـم ذلك عن طريق انشاء السدود او السياجات النباتية في مناطق السفوح . والجدير

---

(١) لقد جاء وصف كامل لوضعية البيوت الزجاجية في احـدى المجـــلات الالمانية تحت عنوان « ادغال في بيوت من الزجاج » هي صحراء جافـة وفي نفس الوقت خضراء يانعة ، ويتميز جوها برطوبة وحرارة احراقي المناطق الاستوائية ، تلك هي الحالة في البيوت الزجاجية في Palmengarten بمدينـة فرانكفورت/ماين . ففي هـــذه الحديقة تنمـــو وتزدهـــر نبـاتات مـن جميـــع انحـــاء العـــالم بمختلف انـــواعها بـــدءا من نباتات الصبار المتناهي في الصغر حتى الاشجار الضخمة العالية ، هنا تزدهر وتزهو آلاف الالوان من الازهار الغريبة ، وكل يتبع وقت نموه وازدهاره بفضل جو صناعي ملائم اعد مطابقا للظروف الحيويـــة اللازمة للنباتات في كل فصول السنة .. الخ . ان هذا المثل يوضح لنا امكانية الانسان بالتحكم في الطبيعة وتغيير الظروف المناخية الســـائدة وخلق ظروف تلائم الانتاج الزراعي الجديد وهذا ما اخذ به القطـــر العراقي كاسلوب لتعميم الزراعة العلمية الحديثة .

بالذكر ان حل المشكلة بهذا الاسلوب قد تنجم عنه مساوىء غير منتظرة ، وهي خلق ظاهرة جديدة للهواء هي ظاهرة الحصر ، وهذا امر غير مقبول ويجب العمل على تفاديه من طريق ايجاد تصريف للهواء المتجمع . ويمكن تشبيه هذه الحالة بوضعية انحصار الهواء في مناطق السدود المنشأة في طرق المواصلات الحديدية او طرق السيارات حيث تتجمع الاهوية في منطقة السد ، فيتولد عنها ضغط دفعي يعمل على دفع الاهوية بعنف نحو الاعلى ، ومن ثم انسيابه فوق السد مما يتسبب عنه الكثير من المشاكل وخاصة بالنسبة للمواصلات . وقد امكن التغلب على مثل هذه المشكلة الثانوية بالعمل على احداث فتحات في السدود في الجهات التي ينحصر فيها الهواء والسماح له بالدخول ، ثم الانسياب من الجهة الاخرى بحرية ، وبذا قضي على المشكلة بذاتها ».

مشكلة الثلوج :

وهذه المشكلة تظهر واضحة جلية في الجهات التي تسقط فيها الثلوج بكثرة ، ورغم اهميتها كما تبدو لاول وهلة الا ان اتخاذ الاحتياطات واستخدام بعض الطرق في هذا المجال لاستغلال الامكانات المناخية على احسن وجه ينجم عنها حدوث تغير في العناصر الاخرى مما يترتب عليه بعض المساوىء ».
والخطورة في هذه المشكلة ناجمة عن عدم بقاء الثلوج في بعض الاحيان بسبب تعرضها للانهيارات Avalanches الناتج عن تجمعها في المناطق المرتفعة المنحدرة او انتقالها بواسطة الرياح . وتؤدي الانهيارات الثلجية لا الى تدمير المناطق الزراعية التي حدثت فيها الانهيارات فحسب بل الى تدمير المناطق الزراعية كافة التي تمر بها سواء اكانت زراعية ام غير زراعية .

ولذا ، فان المشكلة هنا هي مشكلة عامة ، وانه لايمكن التغلب عليها اطلاقا بل الحد منها ، وذلك عن طريق منع احداث الاصوات العالية بل ومنعها كليا كعدم السماح باطلاق العيارات النارية او استعمال منبهات الصوت العالية وما شاكل ذلك في المناطق التي يحتمل حدوث الانهيارات فيها .

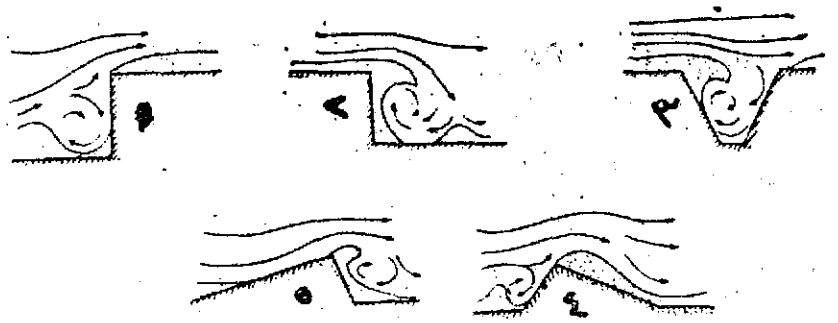
واما نقل الثلج بواسطة الرياح فاننا نجد ان عدم مقدرة الرياح على حمله عاليا واختلاف الاشكال الجيومورفية يتسبب عنه سوء في توزيعه وهنا تكمن المشكلة نفسها . والواقع ان تكون غطاء ثلجي يمتاز بانتظامه وحسن توزيعه لا ينجم عنه خطر كبير ، وهذا يحدث في المناطق المفتوحة بينما نجد الجهات ذات الاسيجة النباتية مهما كانت صورتها فانها تعمل في احداث تجمع للثلوج في المناطق المحمية بالنسبة لهبوب الرياح الحاملة لها بشكل يفوق تجمعه في الجهات الاخرى ، وذلك راجع الى عدم تمكن الرياح من القيام بعملها بحرية تامة ، وهذا مما يتسبب عنه الكثير من الاضرار بالنسبة للمزروعات .

وهنا يجب ان لا يفوتنا ان تكوين غطاء ثلجي سميك يؤثر هو الاخر على ارض الأسيجة النباتية المتمثلة بالغابات اولا ، وعلى مستوى الماء الباطني فيها ثانيا ، كما أن بقاءه يعرقل انسياب المياه السطحية فيساعد بذلك على امتصاص التربة لمقادير كبيرة منها ، ويعمل على خفض مستوى المياه الباطنية اذا طالت مدة بقائه . واستنادا الى ما تقدم ذكره يجب العمل على خلق غطاء ثلجي لغرض توفير حماية متساوية للمزروعات لان هذا النهج يعمل على ابعاد سطح الارض عن استمرار عملية التبرد .

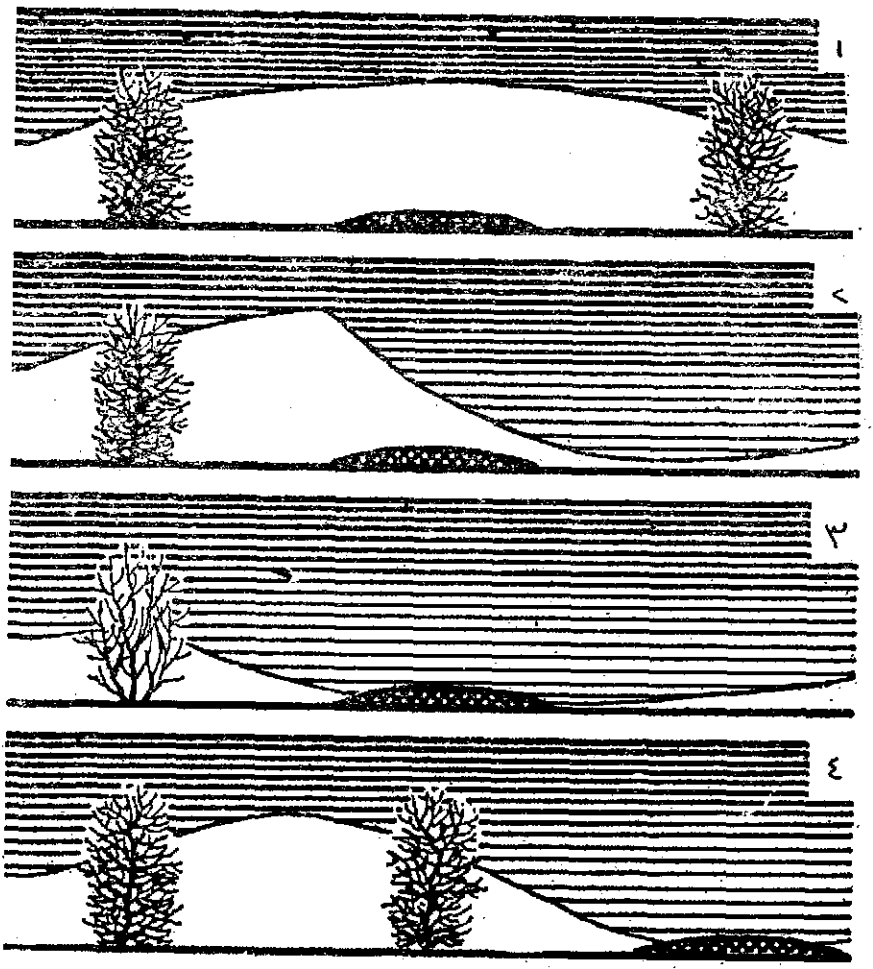
وقد ثبت من الملاحظات في مقاطعة اونتاريو بكندا ان الغطاء الثلجي يعمل في حماية بذور القمح الشتوي من البرودة السائدة في فصل الشتاء وعلى تموين المزروعات بالمياه اللازمة بعد انتهاء فصل الشتاء .

مشكلة الحرارة :

ورغم أن درجة الحرارة لا يمكن اعتبارها مشكلة خاصة بمنطقة معينة الا أن ارتفاعها في بعض المناطق وانخفاضها في اخرى امر يجب الاحتياط منه سيما ما يتعلق منه بالتأثير على الايرادات المائية والارواء وعلى ما يتعلق بتأخير أو تبكير نضوج بعض الحاصلات الزراعية كالخضراوات .



توزيع الثلج على اشكال طبوغرافية مختلفة



حالة الثلج في نطاق سياج نباتي مابوضع مختلف لطريق للسيارات

فغيما يتعلق بالنقطة الاولى ، نجد ان الايراد المائي يلعب في الكثير من الجهات التي تتميز حرارتها بالارتفاع دورا مهما في الحياة الاقتصادية ، كما ان الماء يعتبر مهما بالنسبة لاستمرار العمليات الزراعية ، بل ان اهميته قد تجعل كل قطرة منه ذات قيمة واضحة في دفع عجلة نمو النبات نحو الامام ومن ثم النضوج . ونظرا لارتفاع درجات الحرارة في مثل تلك الجهات فان كميات كبيرة من الايرادات المائية تضيع عن طريق عملية التبخر وقد تذهب تلك الكمية دون فائدة في الوقت الذى تشتد الحاجة اليها .

ولقد دفعت هذه المشكلة البعض الى التفكير في احداث تغيير في المسبب الاول لها وذلك عن طريق تخفيف الحرارة التي تتعرض لها الايرادات المائية من جهة وعدم زيادة المساحة المعروضة منها من جهة اخرى لتأثيرات العوامل المناخية التي يلعب فيها تحرك الاهوية ومدة سطوع أشعة الشمس عليها دورا مهما في المحافظة على كمياتها او عدمه . وقد جرت المحاولات في هذا الصدد لتخفيف حدة هذه المشكلة عن طريق تبطين القنوات الناقلة للمياه بواسطة مادة تمنع ضياع كميات من المياه عن طريق تسربها الى المناطق التى لا يستفاد منها ، كما هو متبع في بعض القطع الزراعية من وادي فاطمة قرب مكة المكرمة في القطر السعودي او استخدام القنوات الصخرية كما هو الحال في جزيرة كوزو قرب مالطة هذا من جهة ، ثم العمل على جعل القنوات مسقوفة كي لا تتعرض المياه المنقولة الى التاثير المباشر لاشعة الشمس القوية من جهة اخرى .

اما فيما يتعلق بالنقطة الثانية فقد حاول الانسان تكييف الظروف المناخية كي تتناسب ظروف نضوج الحاصلات الزراعية في وقت النضوج المحدد او بشكل مبكر وهذا ما نلاحظه فيزراعة الخضراوات. وللوصول الى هذا الهدف يعمل الانسان على خلق جو ملائم يساعد في زيادة التفاعلات في جسم النبات وايجاد وضع تكون فيه درجة الحرارة اكثر من صفر النمو Zero Point of Growth في الجهات الباردة ، وتطبيق ما يعرف بقانون

Van Hof التضمن مضاعفة سرعة نمو النباتات في حالة زيادة متوسط درجة الحرارة ١٠م ، وهذا معناه زيادة التفاعلات مع زيادة درجة الحرارة . ولقد وجدت لهذا الغرض طريقة تحايلية هي البيوت الزجاجية او البلاستيكية والبيوت التي تستعمل فيها الاغطية المصنوعة من النايلون ولقد ابعت هذه الطرق جميعها في القطر العراقي على نطاق واسع. كما ان هناك طريقة تناسب تعجيل نضوج بعض الحاصلات الزراعية ، سيما الكمثرى والخوخ في الجهات الباردة . وهي عبارة عن انشاء الكثير من الجدران التي تعمل على انعكاس الاشعة الشمسية مما يساعد في توليد حرارة كافية . وقد امكن بمثل هذه الطرائق انتاج محاصيل زراعية واحدة في جهات مناخية مختلفة . كما ان الظروف الطبيعية نفسها تلعب دورا مهما في تعجيل نضوج الفواكه ، والمثل الذى يوضح ذلك ارتفاع درجة الحرارة Adeibatic Heat.n نتيجة هبوب رياح الفهن Fohn على المنحدرات الشمالية لجبال الالب الاوربية ورياح الشنوك Chinook المنحدرة على السفوح الشرقية للمرتفعات الغربية لامريكا الشمالية .

مشكلة الرياح :

نظرا لاتساع ظهور هذه المشكلة في العديد من المناطق المتباينة عن بعضها من الوجهة المناخية والطوبوغرافية ، فان ذلك يقتضي تحديد المشكلة وبيان الاثار التي تتركها في مناطقها اولا ، ثم ذكر امكانية استخدام الابحاث المناخية في كل منطقة من مناطق ظهورها ثانيا ، مع بيان النتائج غير المتوقعة نتيجة التاثير المتبادل بين النباتات والاحتياطات المتخذة حيال هذه المشكلة ثالثا .

وتحديد هذه المشكلة امر يتعلق بالعمل الذى تقوم به الرياح فهو عبارة عن نقل ذرات التربة من المناطق التى قست عليها الظروف المناخية فجعلتها جافة او شبه جافة ، ثم الاثر الذى تتركه الرياح عند هبوبها في المناطق الاخرى كقدمات الجبال وغيرها . وايضاح هذه المشكلة يتطلب النظر فيها من هاتين

الوجهتين بشكل منفصل لنرى ما هي الحلول التي يمكن استخدامها في كل من مجالات ظهورها .

وتعتبر الصحارى مثال المناطق الاولى التي قست عليها الطبيعة فجعلتها جافة او شبه جافة، بسبب قلةالامطار او قلة الامطار المصحوبة بزيادة مسامية التربة .

ونظرا لاعتبار الصحارى الرملية(١) ظاهرة مناخية بحتة، لذا فاندراستها جزء من الدراسة المناخية، والامثلة عليها عديدة فيبلاد الشرق الاوسط، اذ ان جهات واسعة من القطر السعودي وبعض الاقسام الغربية والجنوبية من القطر العراقي ثم الاقسام الشرقية من القطر السوري والاقسام الغربية من القطر المصري كلها مناطق تظهر فيها هذه المشكلة بوضوح . واذا ما انتقلنا في كلامنا هذا من النطاق الاقليمي الى النطاق العالمي فسوف نجد ان بعض جهات الولايات المتحدة كجنوب اريزونا ونيومكسيكو وبعض جهات افريقيا كالصحراء الافريقية الكبرى وبعض اقسام استراليا وآسيا ، كلها امثلة تعاني المشكلة نفسها لاسيما الجهات القليلة المطر الخالية من اي غطاء نباتي يحميها ، مما يتوجب معه ايجاد حلول سريعة وعملية لتفادي اضرار المشكلة هذه .

والمشكلة نفسها قائمة على اساس انتقال ذرات التربة من الجهات الصحراوية الى اخرى مجاورة لها وهي ليست بصحراء مطلقا ، كما تفعل الرياح بنقلها الاتربة من الصحراء الافريقية الكبرى الى فرنسا وايطاليا ، وما مطر الدم الا دليلا على امكانية الرياح في نقل ذرات التربة بعيدا عن اقاليمها المصدرية وربما من المناطق التي نحتاج اليها الى مناطق اخرى لا نرغب في وجودها فيها لانتفاء الحاجة اليها ، كما هو الحال فيتراكم الرمال قربعض المناطق في الطريق

---

(١) ان الصحارى على انواع ، فمنها ما هو صخري ، لاكتساح الرياح كل ماهو موجود فيها من رمال ، ومنها ما هو حصوي ، لحمل الرياح ذرات الرمال الخفيفة وترك القطع الحصوية فقط التي لا تقوى على حملها .

البري الوديي من بغداد الى الموصل . ان اثارة ذرات التربة وحملها بكميات متفاوتة يتوقف على عدة عوامل منها :

١ ـ مدى تفكك ذرات التربة وحالة الغطاء النباتي ـ

٢ ـ قوة الرياح المندفعة .

وتجد الرياح استجابة طبيعية وعملا سهلا ممكنا في حالة هبوبها بقوة وبشكل افقي اذا كانت التربة جافة ومفككة الذرات فتحمل الرمال ذات الذرات الكبيرة وتقوم بدفع قطع الحجارة الصغيرة . وينشط عملها اذا كان الغطاء النباتي ضعيفا او معدوما كليا ، وهذا الاخير هو الذي يهمنا اكثر من غيره .

ان الرياح تستمر حاملة هذه التربة ـ التي تعتبر موردا طبيعيا لا ينضب لا بل موردا طبيعيا متجددا اذا امكن استغلاله ـ من منطقة الى اخرى حتى تضعف قوتها في رفع ونقل حملها ، كان يعترضها عائق متمثل في مرتفع من الارض او كتلة من النبات او حاجز ، وعندها تلقى بحملها او بمعظمه .

والجدير بالذكر ان عملية نقل التربة لا تقتصر على المناطق السابقة الذكر بل وتشمل المناطق الساحلية ، حيث تتمكن الرياح من حملها والقائها في مناطق اخرى من الساحل مكونة كثبان وقتية متنقلة او دائمة اذا ثبتت في اماكنها .

والسؤال الذى يظهر امام الباحث هو : ما هي النتائج المترتبة على هذه العملية بالنسبة للمجال الزراعي ؟ وللاجابة على ذلك يمكننا ايراد ما يأتي :

١ ـ حدوث تغير في الاشكال الجيومورفية في المنطقة التي تتعرض لهذه المشكلة وهذا ما نجده في الاشكال المختلفة(١) كتلك الكثبان الرملية

(١) يتوقف شكل هذه المظاهر على وضعية هبوب الرياح فاذا كانت منتظمة اتخذت المظاهر الطوبوغرافية أشكالا نظامية ، اما اذا هبت بوضع متضاد او مختلف الاتجاه تكونت مرتفعات رملية مستطيلة او مستديرة ممتدة في مساحات هائلة ، ومثلها تلك الممتدة الى جنوب منخفض واحة سيوة .

المنتشرة في الصحراء الافريقية الكبرى ، وكذلك الصخور المعلقة وغيرها ، بالاضافة الى عدم ثبات تلك الاشكال بل وتغيرها وانتقالها بحيث لا يمكن للعين التعود على رؤية نفس المظاهر الطوبوغرافية ، وما انتقال الكثبان وزحف الرمال في اقليم الاحساء من القطر السعودي وغيرها والاقسام الغربية من العراق الا مثال على ذلك .

٢ – تدمير المناطق الزراعية بسبب زحف الرمال عليها كما حدث ذلك في منطقة الاحساء والاراضي الزراعية في حوض نهر الكارون ومنطقة اكويتين أي في المنطقة المسماة لاند Lande الفرنسية ، ثم طغيان الكثبان على بعض مناطق الانتاج في الصحراء الغربية للقطر المصري اي في الواحات المنتشرة هناك .

٣ – ان شدة الرياح المندفعة تؤثر تأثيرا سيئا على المزروعات في الجهات الجافة ، وذلك بالعمل على زيادة النتح في الاوراق وزيادة مقدار الماء الفاقد بفعل التبخر وبذا فهي تعجل عملية اتلاف نسيج النبات .

٤ – أن نقل ذرات التربة (١) من منطقة الى اخرى يجعل عملية الاستفادة منها أمرا غير مؤكد ، فقد لا نحتاج اليها في الجهات الصناعية ومراكز الاستيطان وغيرها حيث تنتفي الحاجة اليها ، وهذا ما حدث فعلا في الكثير من الجهات التي ازيل غطاؤها النباتي كبعض مناطق الولايات المتحدة فوجدت الرياح مجالا سهلا ممكنا كي تفعل فيها فعلها السيء .

أن النتائج السابقة الذكر ليست هي الوحيدة والنهائية . فهناك الكثير من النتائج السيئة الاخرى التي تشمل نواحي اخرى غير المجال

---

(١) وهذا يكون اما عن طريق القفز Saltation او التعلق Suspension او الجر Traction

الزراعي ، ولذا فلا حاجة لتفصيلها بل نكتفي بذكرها كالنتائج المتعلقة بالمواصلات (١) والنتائج المتعلقة بالناحية الصحية (٢) واخرى غيرهما .

فالمشكلة كما يبدو من اثارها يجب معالجتها معالجة جذرية لا نستهدف من ورائها القضاء التام على المشكلة لتعذر ذلك بل التخفيف من حدتها فقط .

اما المناطق الاخرى التي تتعرض لنفس المشكلة فهي المناطق الجبلية القائمة عند قدمات الجبال او المناطق المرتفعة المنفصلة عن بعضها باوديـة او حياض منخفضة يتمثل فيها الرياح المحلية او النظام اليومي للرياح ، فهذه المناطق تتعرض هنا لعمل الرياح ولكن بوجه يخالف الوجه السابق ، اذ هي تتعرض للاهوية الباردة الهابطة ليلا حيث تنزلق الاهوية الى الاسفل فتتراكم في الاجزاء المنخفضة بسبب زيادة كثافتها فيتسبب عنه هبوط درجات الحرارة الى حد يكون مضرا ببعض الحاصلات الزراعية في بعض الاحايين وبخاصة المحاصيل الحساسة ضد البرودة كما هو الحال في زراعة الموالح في ولاية كاليفورنيا وزراعة البن في البرازيل حيث تقتصر على السفوح . ومما يزيد في ضخامة هذه المشكلة انعدام التصريف الهوائي Air Drainage وخاصة اذا كانت بطون الاودية ضيقة بسبب تجمع تلك الاهوية النازلة واقتران مثل هذه المناطق المكشوفة بالتربة الفقيرة وبالغطاء الثلجي ، وقد لوحظ ان معظم المصحات السويسرية تقوم في سفوح المرتفعات وليس في بطون الاودية للسبب المار ذكره .

ان معالجة هذه المشكلة يعتبر امرا ممكنا طالما عرفت مسبباته ، وهنا تبرز قيمة الابحاث المناخية في الميدان العملي التي تستهدف خلق ظروف مناخية مناسبة تحل المشكلة وهذا يتم بالعمل على المحافظة على الغطاء النباتي

---

(١) خير مثل يوضح ذلك عرقلة المواصلات على طريق مكة ـ جدة او مكة ـ الرياض .

(٢) ويوضح ذلك جو بعض الاقسام الوسطى في العراق .

محافظة جيدة ثم احداث مصدات الرياح بايجاد نطاقات من الغابات والاسيجة النباتية لاضعاف قوة الرياح كما طبق ذلك في اقليم الاحساء .

والواقع ان عملية تثبيت الرمال بواسطة الاسيجة العشبية منها والغابية هي من افضل طرق القضاء على هذه المشكلة(١) فهي تعمل بالاضافة الى حماية المناطق المجاورة من زحف الرمال في توفير المراعي والاخشاب وتوسيع الرقعة الزراعية .

ويتلخص انشاء الاولى منها (الاسيجة العشبية) بتقسيم المنطقة الى اشكال متشابهة متساوية الابعاد محاطة بالاسيجة الخشبية ثم العمل على زرعها بالنباتات السريعة النمو وتهيئة الظروف لامكانية استمرار نموها ، وبذا نخلق حاجزا جيدا في وجه زحف الرمال . اما الثانية (الاسيجة الغابية) فهي زراعة المنطقة باشجار الغابات والاحراش السريعة النمو لتكوين

---

(١) ومما تجدر الاشارة اليه ان هناك طرقا اخرى تتبع في تثبت الرمال ويمكن تطبيقها وملاحظة مدى نجاحها لاختيار ما يلائم البيئة التي يراد القضاء على مشكلة زحف الرمال فيها ومنها : العمل على شل حركة ذرات الرمال القابلة للنقل برشها بالاسفلت او النفط الخام الشمعي بشكل أشرطة متوازية وباتجاه معاكس للرياح ، الا أن عدم تمكن الاسفلت من النفوذ الى الاسفل وتعرضه للتكسر بمجرد الضغط عليه يعمل في اضاعة الفائدة منه ، كما أن النفط الشمعي مضر بالمزروعات . وقد يعمل على تثبيت الرمال باحداث صبات رقيقة من الاسمنت أو من الحصى والطين أو من الاسمنت والحصى والطين ثم نشرها فوق المنطقة ذات المشكلة . ويعاب على هذه الطرق انها تقود الى ضياع الفائدة من المنطقة المغطاة أولا ، وتعرض الطبقة للتشقق نتيجة الضغط عليها والحرارة ثانيا ، وعدم تمكنها من ايقاف زحف الرمال القادمة من جهات اخرى ثالثا . وهناك طريقة اخرى هي التثبيت بواسطة الحصى والنفط الخام أو بالحصى والاسمنت والنفط الخام ، وتتلخص الطريقة الاولى بنشر الحصى على المثلث العلوى من قمة الكثيب ورش النفط في الثلث الثاني واحاطة الكثيب بالحواجز الخشبية بشكل دائري لمنع وصول الحيوانات ، أما بالنسبة للطريقة الاخرى فهي عملية معقدة وتتطلب وقتا ونفقات كثيرة .

خط دفاعي امام زحف الرمال والعمل على شل حركتها بعد تسوية المنطقة الرملية وخلط رملها بالتربة ، والعمل على تثبيتها بريها ريا خفيفا لمعرفة مدى استوائها ، ثم تقسيمها الى حياض متساوية الابعاد وتجهيزها بقنوات للري .

والجدير بالذكر ان اتخاذ مثل هذه الخطوة يستهدف منها :

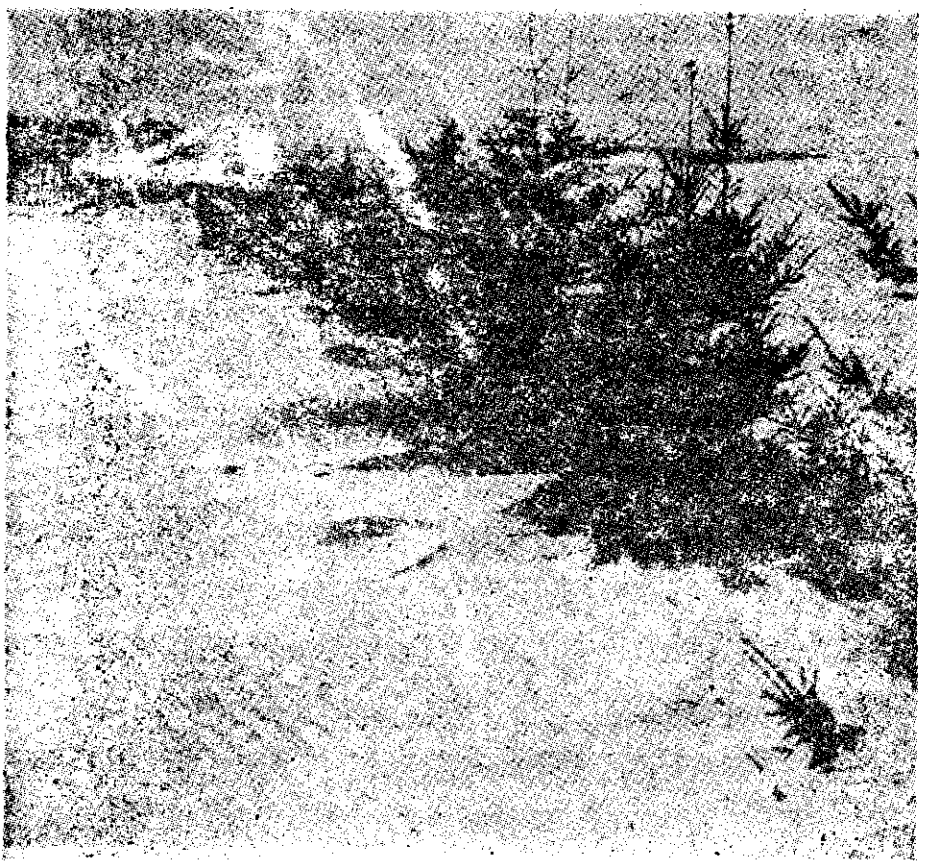
١ ـ منع او عرقلة تذرية الرياح تربة المناطق الجافة ، وفي الجهات الساحلية يمكن زراعة الاشجار التي يمكنها النمو في الرمال بسهولة كما فعلت ذلك فرنسا حيث بذلت جهودا كبيرة في تثبيت السواحل الرملية عن هذا الطريق .

٢ ـ العمل على زيادة تضرس سطح الارض في وجه تيارات الهواء التي تضطر في هذه الحالة الاتجاه نحو الاعلى، وبذا تعمل على خلق نطاق قريب من سطح الارض تكون فيه خفيفة الحركة .

٣ ـ امكانية حماية المزروعات في المناطق الجبلية من اخطار الاهوية الباردة حيث تقل سرعتها الى حد بعيد نتيجة اصطدامها بالاسيجة واحتكاكها بها كما تخف حدة برودتها ، بالاضافة الى عدم تمكنها من ازالة الغطاء الناعم من التربة وحمله ونقله الى بطون الاودية .

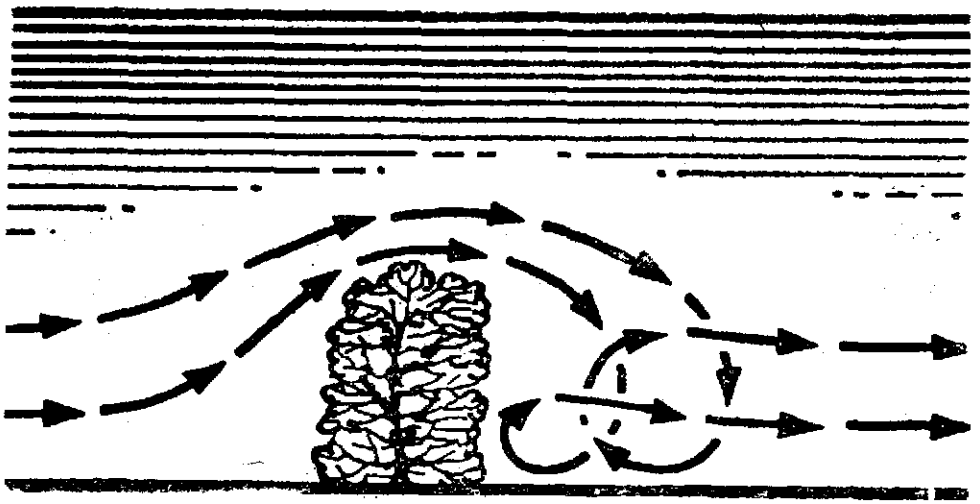
٤ ـ العمل على زيادة الرطوبة النسبية في هواء المنطقة التي جرى فيها انشاء المصدات على نطاق واسع ، ولا يمكن تكران الاهمية الجغرافية لزيادة الرطوبة في الجهات الجافة وذلك عن طريق عملية النتح Transpiration التي تتم في الغطاءات النباتية التي تعين كمية الابخرة المتحررة ، وقد جرى تقدير لكمية المياه المتحررة من شجرة متوسطة الحجم بمقدار ١٢ لتر في اليوم الواحد ، كما وجد ان بعض النباتات في الجهات الحارة يمكنها في اليوم الواحد اعطاء ماء الى الهواء يعادل وزنها .

ان انشاء مثل هذه الاسيجة يتطلب معرفة بالاحوال المناخية السائدة وباحوال النبات الذي سوف تتكون منه تلك الاسيجة . ففيما يخص المناطق



زحف الرمال امام احد الحواجز النباتية

الجافة مثلا يمكن الاستعانة بانواع معينة من الاشجار والشجيرات التي يمكنها تحمل الظروف المناخية السائدة، بالاضافة الى بعض النباتات الصحراوية التي يمكنها النمو مهما كانت شدة الجفاف اذ انها تتمكن من استغلال الندى الذي يتكون عليها في نموها . وهنا يتوقف الامر على حسن اختيار النباتات المستديمة Perennials التي تتصف بعظم تكوينها الجذري وبتباعد نموها كي تحصل على اكبر قدر ممكن من رطوبة التربة ، وكذلك النباتات التي لها قدرة على اختزان المياه كنبات الصبير Cactus وما شابه ذلك .



تأثير الاسيجة النباتية على سرعة الرياح واندفاعها وتشكيها للدوامات

وبهذا الاسلوب يمكننا استغلال المناطق الصحراوية لاسيما اذا توفرت لها الاحتياجات المائية، ومثال ذلك تحول صحراء كولورادو في امريكا الشمالية الى ارض مزروعة ايضا وذلك ببعض الحاصلات المناسبة للظروف السائدة كزراعة التمور ثم الكروم الذي يتسلق على جذوع النخيل ثم الحاصلات الاخـــرى كالرمان والتوت والمشمش والبطيخ .

ومما تجدر الاشارة اليه ان انجاز الخطوة السابقة الذكر سواء أكان ذلك في المناطق الجافة ام غيرها للحد من هذه المشكلة، تظهر لنا انها عملية ذات حدين، احداهما يقضي على معظم النتائج الناجمة عن هذه المشكلة ، واما الآخر فيترتب عليه ظهور نتائج قد لا نتوقعها الا وهي :

١ ـ حدوث تغير في التوزيع الحراري للنطاق الذي تصبح فيه الرياح ضعيفة حيث تأخذ درجات الحرارة نتيجة التسخين اليومي بالارتفـــاع نهارا وبالانخفاض بسبب التبرد ليلا ، بوضع يفوق ما هو عليه في الجهات الواقعـــة بعيدا عن هذا النطاق ، لابل ان درجات الحرارة قد تنخفض الى حد يحتمل فيه ظهور اخطار الصقيع الليلي بشدة .

والواقع ان السياجات النباتية تعمل في عرقلة عملية التبادل العمودي لدرجات الحرارة في الطبقة الهوائية القريبة من سطح الارض ، اذا ان وضعية

النباتات بشكل عمودي وسيقانها واوراقها تسبب زيادة امتصاص الاشعة الساقطة كما ان الاحتكاك بسيقان النباتات يعمل في عرقلة انسياب الهواء والوصول الى الارض . والملاحظ على التوزيع الحراري في السياجات النباتية أن القسم الاعلى المسمى تاج او قمة الغابة والسياج يكون حارا اثناء النهار حيث لا يسمح هذا القسم الا لجزء قليل من الاشعة بالنفوذ بينما يكون القسم الاسفل باردا ليلا ولذا تنساب الاهوية من القسم الاعلى نحو الارض .

٢ – يعمل انشاء السياجات النباتية في اضعاف سرعة الرياح فيالجهة المواجهة للرياح . ويمكن ملاحظة هذا الوضع على بعد يصل الى ضعفي ارتفاع النباتاتاو يزيد لذا فان مايتوغل من الرياح في السياج يعتبر قليلا بالنسبة لما يندفعمنالتيارات القوية من فوق السياج ، اما الجهة المحجوبة من السياجات فان سرعة الرياح فيها تضعف الىدرجة تعادلاكثر منثماني أضعاف ارتفاع السياجات .

٣ – يؤثر انشاء السياجات النباتية على التساقط ولا سيما الامطار ، حيث يمنع القسم الاكبر منها الوصول الى سطح الارض لاعاقته في منطقة القمم ومن ثم تعرضه للتبخر ، وتتوقف الكمية المعاقة على العرض الجغرافي أولا ، وعلى نوعية النطاق النباتي ثانيا . وبذا فان ما يتبقى لارضالغابة يكون عجزا في ميزانها المائي Waterbalance وقد يمكن التعويض عن هذا العجز بما تتسلمه السياجات من تساقط افقي .

٤ – تعمل السياجات في اختلاف توزيع التساقط الصلب الممثل بالثلوج اذ ان قسما منه يعاق في منطقة القمم متعرضا للرياح الذي تذوره او للتبخر، وهنا نجد ان الامر رهين بنوعية السياجات الغابية ، فالسياجات المكونة من الاشجار النفضيه لا تعيق الثلوجبنفس الدرجة التيتعوقها السياجات ذات الاشجار الابرية ، ويتبع هذا الوضع اختلاف فصيلة ذوبان الثلوج ، ففصل الذوبان نجده مبكرا في الخط الاوسط ، لامكانية نفوذ اشعة الشمس والوصول الى ارض الغابة وبذا تذوب الثلوج مكونة مناطق دائرية

الشكل هنا وهناك بينما نجده يتاخر بالنسبة للخط الثاني بسبب الظلال وضعف التبادل الحراري العمودي .

٥ ـ ان العمل على زيادة رطوبة الهواء بواسطة الاسيجة له اثره بالنسبة للنباتات. وهذا لايمكن ان يتم الا بالعمل على زيادة وتحسين وضعية الغطاء النباتي باية طريقة كانت ومهما كان نوع النبات ، الا انه يترتب على هذا الامر نفاذ رطوبة التربة ، اذ ان السياجات تعمل رغم شدة التبخر فيها على امتصاص رطوبة الارض كافة على عمق غير قليل وذلك بعد مدة تزيد على ٣٠ سنة فتتكون في هذه الحالة طبقة في الاسفل تسمى الافق الميت لا تسمح للمياه الجوفية السطحية النفوذ خلالها والوصول الى التربة السطحية وعنده تحدث النتائج السيئة غير المتوقعة من تدمير كلي للنطاقات النباتية وذلك عن طريق حدوث الجفاف في منطقة القمم وحدوث الامراض التي تقود الى تدمير النطاق النباتي .

ومن الواضح ان مشكلة الرياح وما تقوم به من سفي الرمل قد اصبحت من المشاكل الكبرى التي باتت تهدد الكثير من المناطق الزراعية والسكنية في بعض جهات الشرق الاوسط كمنطقة الاحساء(١) فحولتها من منطقة ذات ارض خصبة كثيرة الانتاج (التمور والرز) الى اخرى ذات قدرة انتاجية ضعيفة بسبب زحف الرمال عليها ، كما تقلصت مساحة الارض الزراعية لغمر الرمال مناطق واسعة منها . ولقد استدعى هذا الامر القيام بالدراسات لايقاف ذلك الطوفان الرملي عنها والذي يتمون بدرات الرمال مندفعا نحو الجهة الشمالية عاملا على تدمير مراكز الاستيطان والزراعة .

---

(١) يمكن تحديد هذه المنطقة بالنطاق الواقع بين خطي طول ٥٠-٥٢ شرقا ودائرتي ٢٤-٥ر٢٦ شمالا وهي منطقة منخفضة نوعا ما تقوم صحراء الدهناء غربها وصحراء النفوذ ، وأبي الحمام شمالها ، وسبخة الطرفة والصفراء وصحراء الجافور شرقها .

وبعد الدراسات والتجارب التي اجريت ، تقرر القيام بمشروع لحجز الرمال وتثبيتها للعمل على انهاء هذه المشكلة وتجفيف المستنقعات ، ومن ثم القضاء على الامراض وتوسيع المساحة الزراعية باستعادة المناطق التى سلبتها الرمال وعملت على تغطيتها . ولم تتحقق باكمال هذا المشروع الامور المتعلقة بالمشكلة مباشرة فحسب بل زيادة جمال المنطقة وزيادة الثروة الخشبية عن طريق زراعة الاشجار ثم تعديل الظروف المناخية السائدة ، وزيادة مساحة المناطق الرعوية وتوفير المراعي الاصطناعية الذى يقود الى حماية الحيوانات البرية .

مشكلة الايراد المائي :

تعاني بعض المناطق الزراعية من مشكلة قلة المياه الشيء الكثير ، ولما كان الماء عنصر مهما في نجاح الانتاج الزراعي فيها ، ونظرا لعدم تمكن الانسان من توفير المياه بالقدر الكافي لانجاحها وبالطرق المعروفة كسحب المياه اليها من المناطق البعيدة او استخدام المياه الجوفية وما شاكل ذلك ، لذا فقد اتجه الانسان نحو استغلال بخار الماء الموجود في الهواء مهما اختلفت نسبته وذلك عن طريق استمطار السماء ، كي تعوض الامطار هذه عن العجز المائي في المنطقة التي هي بحاجة اليها ، ولقد وفق الانسان في محاولته هذه منذ عام ١٩٤٧ .

فقد اعتقد البعض انه قد حان الوقت الذى يجب على الانسان ان يتحكم في عمليات التساقط ، وان في وسعه زيادة كمية الامطار في المناطق الجرداء او الشحيحة المطر بحيث يمكن استغلالها في العمليات الزراعية . ومما لا شك فيه أن هذا الامر قد بولغ فيه كثيرا . وان التجارب التي اجريت لا تدل نتائجها على التفاؤل من حيث القيمة الاقتصادية للمطر النازل . ومع ذلك فان التجارب التي اجريت لاستمطار السماء صناعيا قد زودتنا بمعلومات مهمة كانت بمثابة الحافز الذى دفع الكثير من الباحثين الى الدراسة والبحث في هذا الميدان من الناحيتين النظرية والعملية .

ان اهم ما يجب توفره في عملية صنع المطر هو انها لا بد أن تحدث اختلافا في التوازن الفروي للغيمة قبل ان تحدثه فيها العوامل الطبيعية . ويعتقد بركرون ان وجود الثلج والماء السائل في آن واحد في الغيمة تحت المبردة هو العامل الفاصل في اطلاق التساقط ، وعليه اذا ما اضفنا بلورات الثلج الى غيمة تحت المبردة فانه من الجائز ان يؤدي ذلك الى هطول المطر ، او اذا انخفضت درجات الحرارة الى الحد الذى لا يسمح بتكوين المطر فمن الجائز ان ينزل الثلج . واستنادا الى ذلك يمكننا توفير الماء والثلج لو امكننا تجميد بعض القطرات تحت المبردة بطريقة صناعية او امكن انتاج بلورات ثلجية عن طريق التسامي .

ولقد كان عام ١٩٣٠ عاما حاسما في هذا المجال حيث وجدت طريقة تعتمد على ادخال مادة ما غاية في البرودة الى الغيوم وجربت هذه الطريقة في هولندة لاول مرة ، وكانت هذه المادة الباردة هي ثاني اوكسيد الكاربون المجمد المعروف بالثلج الجاف او الثلج الكاربوني والذى تكون درجة حرارته — ٨٠ درجة مئوية . فاذا ما ادخلت هذه المادة باحجام مناسبة في غيمة مكونة من قطرات من الماء تحت المبرد تكون عدد من البلورات الثلجية الصغيرة بتسامي جزء من بخار الماء الذى يحويه هواء الغيمة . وقد ينشأ عن وجود هذه البلورات الثلجية ان يبدأ انتقال الماء من القطرات الى البلورات على هيئة بخار ، بنفس الطريقة التي تؤدي الى انطلاق التساقط بالوسائل الطبيعية .

وقد استخدمت مادة ايوديد الفضة التي تشبه المادة السابقة لغرض توفر نويات تساعد على تسامي جزء من بخار الماء الذى يحويه هواء الغيمة . كما استخدمت لنفس الغرض قطرات من الماء على اساس انها تلتقط قطيرات الغيمة في اثناء هبوطها فتساعد على نموها مما قد يؤدى الى بدء عملية التفاعل المتسلسل والى تكسر القطرات في تيار الهواء ثم نمو كل جزء منها بالتقاطه قطيرات اخرى اثناء عملية الهبوط الى ان يصبح حجمها كبيرا فتتكسر في تيار

الهواء وتتكون هذه السلسلة من العمليات ، وقد استخدم الملح في هذا المجال ايضا .

اما كيفية تطعيم الغيمة فيكون ذلك عن طريق الطائرات ، بحيث تطير فوق الغيمة المطلوب تطعيمها فتبذر اجزاء من الثلج الجاف بالقدر المطلوب حيث أن البذر الزائد قد يؤدي الى تكوين عدد كبير من البلورات الثلجية التي لاتستطيع لكبر عددها النمو الى الحجم المناسب الذى يساعدها على الهبوط خلال الغيمة .

وتشير التجارب التي اجريت على انه قد حدث في بعض الحالات ان نشأ التساقط الناتج دون ان يقع هطول طبيعي في المناطق القريبة بينما حدث في احوال اخرى ان وقع هطول طبيعي في المناطق القريبة ، وعليه فان هناك صعوبة في تحديد الجهة التي سوف ينزل فيها المطر بسبب تذبذب سرعة تحرك الغيوم ثم صعوبة تحديد وقت النزول ، كما ان البذر الذى طعمت به انواع من الغيوم قد قاد الى نسبة نجاح أعلى منها بالنسبة للانواع الاخرى من الغيوم ، كما ان التساقط في المناطق الباردة كان على هيئة ثلج .

ولا يمكن حاليا تحديد قيمة عمليات الاستمطار لان ذلك يحتاج المزيد من التجارب والدراسة ، وان النتائج التي تتحقق في أية منطقة يجب ان تقيم استنادا الى ظروفها كي يمكننا التقرير بقيمتها من الناحية الاقتصادية .

والذى يبدو ان مقدار التحكم في معدل التساقط صناعيا له عيبه الذى يتوقف على الغرض الذى اريد المطر من اجله . فاذا كان الغرض جمع الماء في المستودعات فان المطر يعتبر امر حسن ، اما اذا كان المطلوب ري احد المحصولات الزراعية فان هذا النوع من المطر عديم الفائدة قد يلحق ضررا نتيجة تسربه وضياع الفائدة منه ، كما قد يؤدي الى الحاق الضرر بالحاصلات الزراعية سيما لو صحبه سقوط البرد الصناعي .

اشعة حرارية ذات تأثير مهم بالنسبة لجلد الانسان . واستنادا الى هذه الحقيقية فان اي تغيريطرأ على الاشعة يقود الى احداث تغيرات حرارية من جهة وتأثيرات في بعض الامراض من جهة اخرى . وهكذ نجد ان احتجاب الاشعة فوق البنفسجية فوق المدن بصفةخاصة يؤدي الى حدوث بعض الاضرار. فان الاشعة السابقة الذكر تؤثر في الاماكن المرتفعة خاصة في حالات الانعكاس الشديد تأثيرا سيئا .

اما درجة حرارة الهواء فانها تؤثر في الميزان الحراري لجسم الانسان بطرائق مختلفة . وهنا يجب ان لا ننسى ان حرارة الهواء لا تكون فعالة لوحدها وانما بالاشتراك مع عوامل اخرى كمقدار رطوبة الهواء وتحركات الاهوية . وينتج عن التاثير المشترك لكل حرارة الهواء ورطوبته ما يعرف بالشعور بالمناخ الحار المحتبس الهواء وبالمناخ الملائم او المناسب .

الابحاث المناخية وتخطيط المدن :

ويعتبر المناخ ايضا من الاركان المهمة التي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند تخطيط المدن ، فتحديد المناطق الخضراء واتساع الطرق وارتفاع المباني وتحديد مواقع المصانع واختيار مواقع المدن عموما كلها امور تتحدد بعوامل مختلفة يبرز العامل المناخي فيها بصورة واضحة .

وهكذا نجد ان هناك امكانات واسعة في تخطيط المدن لاحداث تغيرات في مناخاتها التفصيلية ، اضافة الى ان اي تدبير متخذ لبناء ما في نطاق المدينة معناه احداث تغير في الظروف المناخية ، لذا فانه من الواجب دراسة كل التدابير البنائية بشكل كامل قبل الاقدام عليها ، وذلك للتاكد من تأثيراتها المناخية وتجنب الضار منها . وينطبق كلامنا هذا على كل بناء سواء اكان منفردا ام متجعا على هيئة مجمعات او على هيئة مدن سكنية كاملة ، اذ ان تلك التغيرات المناخية لا تقتصر على المناخ التفصيلي بل تشمل المناخ المحلي ايضا .

ولقد اظهر كراتزر A. Kratzer انه يمكنه جمع المعلومات الخاصة

بتفصيلات مناخ المدينة واضافتها الى هندسة المدينة فيتكون لدينا ما يسمى بالهندسة المناخية في تخطيط المدن . وفق هذا يظهر انه بالامكان تثبيت مناخ المدينة في اطار معين وذلك باختيار المكان وبواسطة خطة مناخية صحيحة للمدينة ثم مكافحة ما يسمى بوشاح المدينة البخاري والى اخر ما هناك من تدابير .

ولأجل تطبيق نتائج الابحاث المناخية في الاتجاه المبين هذا ، فانه من الضروري توفر تقديرات قياسية للمناخات المحلية ، ومثل تقديرات المناخات المحلية هذه قد اقترحت من قبل بوير W.Böer ،ويضم قياس التقدير هذا خمسة درجات تظهر وصف مناخ الامكنة من جهة ومطالب المناخ في تخطيط المدن من جهة اخرى كما تؤخذ الامور الآتية بنظر الاعتبار ايضا :

ا ـ ظروف بحيرة الهواء البارد وموقعها .
ب ـ الظروف الحرارية .
ج ـ الظروف الاشعاعية .
د ـ ظروف الرياح .
هـ ـ ظروف التساقط .
و ـ عوامل وحوادث ميتورولوجية اخرى «كالضباب والتقلبات الجوية»

ومن تحديد الظروف اعلاه نحصل على التقدير الكلي الذى يشمل المعاني الاتيـــة :

المنطقـــة مناخيا	لا يحتاج الى مطاليب
١ ـ مناخ محلي غير ملائم جدا	تحتاج مطاليب قليلة جدا
٢ ـ مناخ محلي غير ملائم	تحتاج مطاليب قليلة
٣ ـ مناخ محلي ملائم بدرجة معتدلة (اعتيادية)	تحتاج مطاليب معتدلة
٤ ـ مناخ محلي ملائم	يحتاج مطاليب كثيرة
٥ ـ مناخ محلي ملائم جدا	يحتاج مطاليب كثيرة جدا

ولما كانت التقديرات غير مضبوطة بدرجة دقيقة لذلك فانها لا تعطي الا بعض التوضيحات او تلميحات لبعض الاسئلة التي قد تظهر .

ولقد اثبتت الابحاث في بعض الحالات المنفردة عدم ملائمة المناخ او ان هناك امكانية تغييرها بواسطة التدابير البنائية . ورغم وضع مقياس تقديري لمناخ الامكنة في مسائل تخطيط المدن فان هناك امكانيات اخرى لاستخدام علم المناخ في تخطيط المدن والتي لم تستغل بعد .

والاكثر من هذا ان بوير W. Boer قد اكد على وجوب اتباع خطوات متدرجة مختلفة عند استعمال نتائج ابحاث علم المناخ في تخطيط المدن وذلك لضمان احسن النتائج .

فالخطوة الاولى في كل مشروع بنائي هي وجوب اعطاء تقديرات مناخية واخرى عن درجة ملائمة الهواء من الناحية الصحية ، وهنا يجب التثبت فيما اذا كانت مشاريع البناء المقترحة تتاثر مناخيا او انها تؤثر فيه ، واذا كان الامر يتعلق باحد هاتين الناحيتين فما هي درجة التاثير ؟ وهنا نضرب بعض الامثلة على ذلك ، فالمصحات والمستشفيات تتاثر بالمناخ كثيرا بينما لا تعتبر دور عرض الافلام سريعة التاثر بالمناخ ومن الناحية الثانية تؤثر مثلا الصناعات الكيماوية في المناخ تاثيرا سيئا كبيرا وذلك بالنسبة للبشر ، بينما تؤثر محلات التنزه فيه تاثيرا حسنا .

والخطوة الثانية لاستخدام الاسس المناخية في تخطيط المدن تتمثل على راي بوير في التقدير المناخي للموقع وبهذه الواسطة نتمكن من الحصول على فكرة عامة عن مناخ الموقع وهذا التنظيم يمكن اكماله وتوسيعه بواسطة وجهات نظر المناخ المحلي ثم المناخ التفصيلي . ووجهات النظر هذه يجب ان توضح مثلا تكوين بحيرات الهواء البارد ، وحالات الاشعاع الخاصة ، وتوزيع الرياح والتساقط ، والضباب والتقلبات الجوية الاخرى ، وكذلك الصفات الصحية للهواء .

الخطوة الثالثة تتناول تخطيط او استثمار مجاميع هذه النقاط ، وفي هذه الحالة يجب تجميع العوامل المناخية المهمة لمشاريع البناء المقترحة ووضع المقترحات لحلول تخطيط المدن على اساس وجهات النظر المناخية . وهنا يجب الاشارة الى التغيرات الخاصة بالمناخ التفصيلي ومناخ الامكنة تلك التي ينتظر ظهورها عند تنفيذ المشاريع المقترحة . ان الهدف المنتظر من الوجهة المناخية هو ان كل المشاريع السريعة التأثير بالمناخ يجب ان تنفذ في الاماكن ذات الظروف المناخية الملائمة وان المشاريع التي تعمل على عدم صلاحية المناخ يجب ان تنفذ في الاماكن ذات المناخ الذى يمتاز بعدم جودته .

واستخدام نتائج الابحاث المناخية ليس مهما لتخطيط المدن فحسب بل لتخطيط البنايات المنفردة ايضا ، ولتوضيح ذلك نورد ما ياتي : تهب الاهوية على الابنية الشاهقة المنفردة من كل الجهات تقريبا ، لذا فان معرفة الرياح الهابة في منطقة الابنية هذه يعتبر أمرا ضروريا من حيث سرعتها واتجاهها ، هذا من ناحية ، ومن ناحية اخرى يجب اخذ تأثير الابنية المرتفعة في التيارات الهوائية بنظر الاعتبار .

ومما هو جدير بالذكر ان البيانات المناخية قد تكون مهمة ليس للتخطيط فحسب بل حاول ايجاد سلالات من المحاصيل يمكنها النمو في اماكن قليلة الاجمالية التي يجب عدم اغفالها ، كمعرفة فترة الصقيع ودرجات الحرارة المنخفضة المتوقعة من ناحية والبيانات الاجمالية « مثال ذلك نشرة الصقيع بالنسبة لاعمال الخرسانة » من ناحية اخرى .

وهكذا وجدنا ان اختيار مواقع المدن والمراكز العمرانية يجب ان يدخل في حسابه العامل المناخي كي لا تقام في جهات غير ملائمة كأن تتعرض للرياح الدائمة المغبرة او جرف السيول وما شاكل ذلك اي انه يجب ان تخطط في الاماكن لتي تضمن حمايتها .

المطلوب من المدن (مباني سكنية خاصة) في المناخات المختلفة

المنطقة المناخية	بنايات يجب ان تحمى من	بنايات يجب ان تكون ضامنة الى
١ـ المنطقة المدارية (دافئة بصورة معتدلة ابرد شهر فوق ١٨ درجة مئوية	مطر ، حرارة ، اشعة الشمس	التهوية والبرودة
٢ـ المنطقة دون المدارية (تبدل فصلي ، جفاف وامطار غزيرة) .	مطر ، رطوبة هوائية عالية ، اشعة الشمس	التهوية والبرودة
٣ـ المنطقة الجافة (تساقط متفرق غير منتظم) .	الرمال ، غبار ، رياح جفاف ، اشعة الشمس .	حتى كمية المياه القليلة ، رطوبة هوائية عالية
٤ـ المنطقة المعتدلة (فصول اربعة واضحة غطاء ثلجي دائم شتاءا) .	امطار ، ثلوج ، حرارة عالية صيفا ، برودة عالية شتاء .	اشعة شمسية
٥ـ منطقة دون القطبية (شتاء طويل ، صيف قصير ، ذوبان التربة صيفا وذلك في طبقاتها السطحية فقط) .	برودة ، رياح .	ضوء عندما تكون الشمس غير عالية ، عدم ضياع الحرارة

الابحاث المناخية والتكنكة «التقنية» :

ان واجب الكثير من ميادين التكنكة هو اخذ الامكانيات المناخية بنظر الاعتبار وتغيرها ثم ابعاد التاثيرات السيئة الناتجة عن هذه التغيرات والتي تظهر باشكال مختلفة . ومجالات استخدام الابحاث المناخية في التكنكة عديدة لذا سوف نكتفي هنا بالاشارة اليها .

تعتبر المواصلات اوسع المناطق التي يمكن استخدام النتائج المناخيـــة فيها ، وفي مقدمتها المواصلات الجوية والبحرية ، الا انه يجب ان لايفهم ان المواصلات البرية بعيدة عنها. وتعتبر المعلومات المتعلقة بالظروف الحراريـــة والهوائية والغيوم ثم التساقط مهمة جدا للمواصلات . فالمواصلات في داخل المدينة تتاثر بحالة الضباب وتكوينات الجليد مثلا ، ولذا فانه من الضروري الانتباه عند تخطيط الشوارع الى المناطق التى تكثر فيها اخطـــار الضباب والجليد ، كما تعمل الرياح والتساقط على اعاقة المواصلات « أنتقال الثلوج والرمال بواسطة الرياح » ولذا فان المعلومات الخاصة عن مدة بقاء وارتفـاع الغطاء الثلجي او الرملي تعتبر مهمة جدا للمواصلات ، وتؤثر ظروف الحرارة في بعض المناطق التي يجب على وسائط النقل قطع مسافات طويلة عـــلى البضائع المنقولة ، لذا يجب معرفة الدرجات الحرارية المتوقعة مقدمه .

أما مدى الارتباط بين المواصلات الجوية والطقس فهو امر معروف لدينا الا انه الى جانب ذلك يوجد ارتباط بينها وبين المناخ ايضا .

فاستخدام نتائج الابحاث المناخية في الاستشارات الجوية يظهر بشكل خاص عند تحديد مواقع المطارات ، وذلك لاعتمادها على ظروف الرياح كثيرا التي تؤثر في مواقع مدرجات الطائرات حيث امكنه اقلاع وهبوط الطائرات ، كما يجب الانتباه الى المحلات التي يكثر فيها الضباب ايضا .

وكذلك تعتمد المواصلات البحرية على المناخ كثيرا فالعلاقة القائمة بـين التيارات البحرية والتيارات الهوائية تعطى امكانية الاخذ بنظر الاعتبار الظروف السائدة عند تعيين الخطوط الملاحية ، ولذا فان المعلومات الخاصة بتحديـد اماكن الضباب الخطر والجليد تعتبر مهمة جدا ، وان الكثير من المعلومات عن مدة بقاء الغطاء الجليدي وسمكه في منطقة ما يفسح المجال لاطالة مدة فصل الملاحة وذلك بواسطة بعض الوسائط الخاصة (كسارات الجليد) .

اما بالنسبة للصناعة فان المعلومات عن الامكانية المناخية ذات اهمية كبيرة . وهنا يجب الاخذ بنظر الاعتبار عند تخطيط المراكز الصناعية من الناحية المناخية ، الظاهرتين الآتيتين :

١ ـ تاثير الهواء الخارجي على المنتجات وهنا تظهر مسالة ما يسمى الاقلمة .

٢ ـ التاثير المناخي للصناعات على المناطق المجاورة لها .

ان تاثير الصناعة على مناخ المناطق المجاورة يرتبط ، بمشكلة عدم نقاوة الهواء وما ينتج عنها . ولذلك فمن الضروري جعل المراكز الصناعية في مناطق ذات مناخ غير لطيف . واختيار المنطقة يجب ان يكون على اساس ان المراكز الثانية لهبوب الريح . وبالنسبة للمعامل الصناعية التي لا تقع قرب المدن مباشرة يجب عدم السماح للهواء غير نقي الانتشار بعيدا ، وهذا معناه جعل النطاق الزراعي الذي سوف يتضرر قدر الامكان صغيرا . واما فيما يخص الصناعات الكيمياوية فيجب عدم السماح لتجمع الغازات التي تلفظها المعامل ، وهذا يعني ان مركز الصناعات الكيمياوية يجب ان يكون في الاماكن التي تكون الاهوية فيها ذات حركة كثيرة وفي المناطق التي تقل فيها حالات الضباب . ولما كان للحرارة الزائدة والرطوبة المتذبذبة تاثيرات غير ملائمة ، لذا يجب تجنب مثل هذه المناطق .

اما الارتباط بين المناخ وفروع الصناعات المختلفة فهو ذو اشكال مختلفة . لذا فاننا سوف نلقي نظرة عامة عليها وفيما يلي موجزا يوضح العوامل والظواهر المناخية التي يجب اخذها عند اختيار مواقع الصناعات بنظر الاعتبار .

العوامل المناخية	الصناعات الملائمة
الحرارة	درجات الحرارة المنخفضة في الهواء مهمة لصنع الحلوى، معامل تحضير الادوية ، صنع البيرة . الجبن . مخازن المواد الغذائية . صناعة الورق الهندسي الثمينق ،
الرطوبة	رطوبة عالية مفيدة لصناعة الغزل والنسيج «الحريرية والقطنية» وكذلك لصناعة الجبن . رطوبة قليلة مفيدة لصناعة الحلويات والمعجنات ، الصناعات الميكانيكية الدقيقة والعدسات وصناعات المواد الكهربائية والمكائن وصناعة الفرو .
نقاوة الهواء	كمية قليلة من اشكال الغبار الكيمياوي العضوي يلائم صناعات الافلام ، صناعات الادوية الكيمياوية ، صناعة المواد الغذائية ، صناعة الورق الهندسي الثمين ، صناعات لبات المذياع والات الضبط البصرية الدقيقة .
حركة الهواء	حركة الهواء القوية مفيدة في كل الامكنة التي تعتريها الغازات التي تلفظها المصانع وهذا يعني خاصة مناعه الحرير الصناعي والصناعات السلولوزية والاصباغ وبعض الصناعات الكيمياوية والالبان والجبن .
الضباب	انعدام الضباب مفيد لصنع الحلويات والافلام والمعامل الكيمياوية المولدة للغازات .
تذبذب العوامل المناخية	تذبذبات مستمرة تكون خاصة على اساس تغيرات الحرارة ورطوبة الهواء وتحرك الاهوية غير مشجعة قليلا او كثيرا لجميع فروع الصناعات .

المناخ الزراعي :

يكون المناخ بشكل عام عاملا اساسيا من العوامل التي يتوقف عليها نمو النباتات وتوزيعها على سطح الارض واختلاف انواعها وخصائصها ، اذ أن لكل نوع من انواعها ظروفا مناخية معينة يستلزم نموه الطبيعي توفرها . الا ان الجزم بتوفر جميع تلك الظروف في المنطقة الواحدة امر يصعب الاعتماد عليه . فقد تتوفر بعض تلك الظروف في منطقة ما بينما تفتقر الى الظروف الاخرى ، وهنا لابد للنبات من أن يجرى بعض التحور كي يتفادى ذلك النقص . وما النباتات المتسلقة والاشجار ذات الاوراق العريضة في الجهات الاستوائية والنباتات ذات الجذور لطويلة والاشجار في جهات البحر المتوسط الا مثال يوضح لنا عملية التحوير النباتي .

وهذا التباين في النباتات كما اسلفنا ماهو الا استجابة للاختلافات في الظروف المناخية ، لذا فان للمناخ اثرا فعالا في النباتات . كما ان هذه الصورة نجدها واضحة بالنسبة للحاصلات الزراعية التي يقوم الانسان بزراعتها. والواقع ان الفلاح كان منذ ازمان سحيقة خاضعا لرحمة الظروف المناخية وذلك لتحكمها بشكل قوي في عمليات النمو حيث ان لكل نبات ظروفا مناخية ملائمة ولاتجود زراعته الا في ظلها . واستنادا الى هذه الحقيقة نجد ان المحاصيل التي تزرع في النصف السنوي الحار تتفق مطالبها وخصائص ذلك النصف السنوي ، كما ان غلال معينة كالقمح لايمكن ان تنجح زراعتها في الجهات الاستوائية ، والمطاط لا يمكن ان تنتشر زراعته في الجهات الباردة ، ومن هنا جاء التنوع في الانتاج الزراعي وتحددت مناطقه كما تحددت عمليات التبادل التجاري والاستهلاك بالتبعية .

ولا يقتصر تحكم المناخ في النبات على تنوعه فحسب ، بل ان ذلك يظهر في الانظمة الزراعية التي يمارسها الانسان في الاعمال الزراعية ، لاسيما وان هذا التحكم يظهر بشكل واضح وقوي في المناطق التي تقوم زراعتها على المطر بشكل تام ، حيث تكون حساسة بالنسبة للتغيرات في كمية الامطار الساقطة وموعدها . ويظهر اثر هذا الامر ملموسا في الجهات الموسمية اذ ان قلة كمية المطر النازل

او تذبذب موعد نزوله متقدما او متاخرا يقود الى الحاق الضرر البالغ بالانتاج الزراعي ، ومن ثم انتشار المجاعات التي تؤدي الى هلاك اعداد كبيرة من البشر . وما قيل عن اثر الامطار يمكن سحبه على بقية الظروف الجوية التي اذا ما طرا عليها التغيير في وضعها الاعتيادي ادى ذلك الى نتائج اقتصادية خطيرة ، كهوب الرياح العاصفة وارتفاع درجة الحرارة بشكل غير عادي او مرور موجات برد شديدة او موجات صقيعية .

ورغم كل ذلك فان الانسان لم يقف امام كل تلك التحديات عاجزا بل امكنه تعديل الظروف المناخية حسب رغباته متبعا طرقا تحايلية (١) كما اسلفنا ، كما ان اثر المناخ يظهر في تكوين التربة الزراعية وخصائصها اذ ان التربة ماهي الا نتاج مناخ سابق اي عوامل التعرية وفعلها في صخور القشرة الارضية لفترة طويلة . ونظرا لاختلاف الظروف المناخية التي عملت في تكوين التربة فقد اصبحت هذه الاخيرة مختلفة الخصائص بالمثل . وهذا التنوع في الخصائص نجده يبرز في حجم ذرات التربة والموارد الغنية او الفقيرة بها وسمكها وطريقة تكوينها .

وقد قادت هذه الصلة الوثيقة بين الظروف المناخية والزراعة الى ان اصبح الانسان يولي الارصاد الزراعية عناية فائقة بحيث غدت من الدراسات الهامة لابحاثه الزراعية . ولقد اصبح الواجب الاساسي لعلم المناخ الزراعي معرفة الظروف المناخية الملائمة للنباتات المختلفة من جهة ثم خلق ظروف مناخية ملائمة عن طريق تغيير الامكانات المناخية من جهة اخرى . واضافة الى ماتقدم يجب علينا ان نولي اثر النبات في الظروف المناخية عناية كبيرة وهذا

---

(١) تعتبر البيوت الزجاجية التي يمكن التحكم في درجة الحرارة داخلها احسن ما يمثل هذه الطرق التحايلية ، اذ امكن عن طريقها خلق ظروف جوية صناعية لاسيما للحاصلات ذات الحساسية الكبيرة بالنسبة للتغيرات كالخضروات . وقد بدأ باتباع هذا الاسلوب في الزراعة في القطر العراقي ، والمؤمل أن تعمم هذه الزراعة في جميع انحاء القطر نظرا للجهود القيمة التي تبذل من قبل القيادة السياسية وحكومة الثورة .

مما يجعل قيمة علم المناخ الزراعي اكبر كما تظهر في كل من المناخ المحلي والتفصيلي بشكل خاص .

كما استطاع الانسان نقل بعض الحاصلات من جهة الى جهة اخرى عن طريق اختيار فصائل تتمكن من النمو في الجهة التي نقلت اليها ، كما هو الحال في استنبات فصائل مختلفة من الذرة يصلح كل نوع منها لنوع معين من المناخ، حيث امكنه زراعةبعض انواعها في الجهات الحارة والبعض الاخر في الجهات الباردة . ولايقتصر هذا الامر على محصول الذرة فحسب بل ان ذلك يشمل الكثير من الغلال كالقمح والرز والقطن حيث اصبحت مناطق زراعتها منتشرة الان في جهات كان يعتقد انها لاتصلح لزراعتها .

والى جانب التاثير المباشر للعناصر المناخية في نمو النبات فاننا يجب ان لا ننسى التاثير غير المباشر لها على التربة التي يرتبط تكوينها مع المناخ ـ كما اسلفنا بعلاقة قوية . أن التربة تتكون تحت تاثير العناصر المناخية . الحرارة والرطوبة » من أنواع مختلفة ، وانها تظهر في نظامها المحليشكلا موازيا للنطاقات المناخية وذلك بصورة جيدة . والملاحظ ان تربة التندرا والتربة البودزولية تظهر في المناطق الباردة رطبها وجافها ، بينما تظهر التربة اختلافات كبيرة بينها استنادا الى عنصر الرطوبة في المناطق الحارة .

والتاثير الآخر للمناخ على التربة يظهر بصورة غير مباشرة مرتبطا بالمميزات الفيزيائية لها ، فالتسخين والتبرد لا يحدثان في كل أنواع التربة بدرجة متماثلة ، بل أن هناك من العوامل ما يجعلها تختلف بعضها عن البعض الآخر بهذا المجال ومنها :

١ ـ الحرارة النوعية (١)

والحرارة النوعية للتربة لا تثبت على حال واحد ، لان الماء والهواء يدخلان

---

(١) يقصد بالحرارة النوعية كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من أية مادة الى درجة حرارية واحدة .

في تركيب التربة بدرجات متفاوتة مما يسبب تغيرا في حرارتها النوعية . أما اذا كانت التربة من اجزاء صلبة ولا يدخل الماء والهواء في تراكيبها فأن حرارتها النوعية عند ذلك تكون ثابتة .

وعليه نلاحظ ان عملية التسخين والتبرد للتربة الحاوية على الرطوبة وعلى قليل من الهواء تتم بشكل بطيء مقارنة بنظيرتها التربة الجافة والحاوية على كميات كبيرة من الهواء . ومثال الاولى التربة الطينية التي تحتوي على كمية من الرطوبة فانها تسخن اثناء الليل اذا ما قورنت بالتربة الرملية الحاوية بين ذراتها على الهواء بنسب كبيرة .

٢ – التوصيل الحراري (١)

ولا يختلف التوصيل الحراري للتربة عن سابقه الحرارة النوعية لها اذ ان العامل الفيصل يعتمد على مقدار رطوبة التربة والهواء الموجود بين ذراتها . وتزداد قابلية التوصيل الحراري للتربة كلما كانت رطوبتها عالية والاهوية الموجودة بين ذراتها قليلة ، لذا تسخن الاجزاء العليا من التربة الجافة بسرعة نهارا مقارنة بالتربة الرطبة وذلك لزيادة مقدرة الاخيرة منها على التوصيل الحراري فتتسرب الحرارة منها الى الاعماق لرفع درجة حرارتها .

واستنادا الى ماتقدم يمكن القول انه كلما كانت كمية الحرارة المخزونة في التربة كبيرة كان ردها الى الهواء بطيئا وفائدتها لنمو النبات اطول ، كما ان الانتقال الحراري البطيء نسبيا في التربة لا ينجم عنه حدوث التبرد البطيء فحسب بل حدوث تسخين ذي أسلوب متشابه متعادل في التربة السطحية .

السير اليومي والسنوي لحرارة سطح التربة :

تعتبر عملية قياس درجة الحرارة باستخدام المحارير ذات السوائل من

---

(١) يقصد بالتوصيل الحراري القابلية في توصيل الحرارة من جزء الى جزء أخر في المادة الواحدة .

الامور الصعبة والمعقدة . لذ لا بد لنا من استعمال محارير أكثر دقة كتلك التي نسميها بالمحارير الكهربائية لضمان الحصول على أحسن النتائج .

وتدل القياسات التي أجريت في هذا الصدد أن الدرجة الدنيا لحرارة سطح التربة ترصد بعد شروق الشمس بقليل حيث الموازنة الاشعاعية في هذه الفترة صفر تقريبا كما لا يكون لعملية مبادلة الطاقة الحرارية غير الاشعاعية قيمة تستحق الذكر . اما الدرجة العظمى فهي ترصد بعد الظهر مباشرة وفي الفترة من الساعة ١٢ ــ ١٤ وبعدها تعود ظروف الحرارة الى الانخفاض ، ويكون الميزان الحراري في الفترة التي تلي منتصف النهار موجبا . الا أن ظروف نقل الطاقة الحرارية الى اعماق التربة يعمل على هبوط درجة الحرارة بصورة مستمرة في هذا الاتجاه نحو الدرجة الدنيا لها .

ومما تجدر ملاحظته ان الدرجة القصوى لحرارة سطح التربة تسجل بشكل يفوق نظيرتها الخاصة بالهواء الذي يعلو سطح التربة وذلك من اثر الاشعاع الشمسي الذي يؤثر بشكل واضح بسطح التربة اولا ثم الهواء الذي يعلوه ثانيا . كما ان السير اليومي لحرارة سطح التربة قد يعتريه بعض الشذوذ الذي يخرجه عن صفاته الطبيعية وذلك لاعتماده على تغير التنظيم خلال اليوم «التساقط ، التغيرات الحرارية الطارئة . التغيم» كما يعتمد السير اليومي على وضعية ومواجهة سطح التربة بالنسبة لمصدر الضوء . ففي السطح المنحدر يكون الاشعاع الفعال ليلا متساو في كلا الجانبين الا أن التسخين يكون في النهار حادا في جهة وأقل من ذلك في الجهة الاخرى .
في الجهة الاخرى .

والى جانب التاثيرات المارة الذكر فان الغطاء النباتي هو الاخر يقلل من برودة التربة ليلا ، اذ أن شدة الاشعاع الليلي فوق سطح الغطاء النباتي يجعل ذلك السطح كثير البرودة اذا قورن بدرجة حرارة التربة الكائنة تحت ذلك الغطاء حيث تتميز بارتفاعها نوعا ما . اما نهارا فان متوسط الحرارة اليومي ينخفض تحت الغطاء وذلك لحجبه الاشعاع الذي يقوم بتسخين التربة . وقد

أظهرت التجارب القياسية في منطقة لينكراد ان درجة حرارة سطح التربة تحت المحاصيل الزراعية اقل بنحو ١٥ درجة من حرارة سطح التربة الجرداء .

كما ان الغطاء الثلجي يعمل على المحافظة على الطاقة الحرارية شتاء وعدم فقدها ، وبذا تكون هذه التربة ادفأ من التربة التي يخلو سطحها من أي غطاء ثلجي حيث أن الاشعاع لا يفقد من سطح التربة المغطاة بالثلج بل من فوق سطح الغطاء الثلجي نفسه . ولقد اظهرت القياسات ان درجة حرارة التربة التي يغطيها ثلج سمكه نصف متر حوالي ٧ درجات اكثر من التربة التي يخلو سطحها من أية ثلوج وبحوالي ١٠ درجات اكثر من حرارة سطح الغطاء الثلجي نفسه . كما ان ظاهرة التجمد تلاحظ في التربة الواقعة تحت الغطاء الثلجي على عمق يبلغ حتى ٤٠سم بينما تلاحظ في التربة الخالية من الثلوج حتى عمق متر تقريبا .

ويمكن القول عموما أن الغطاء النباتي صيفا يعمل على خفض حرارة سطح التربة ، أما الغطاء الثلجي شتاء فهو يعمل على رفع درجة حرارته . واذا أخذنا كل من العمل المشترك للغطاء النباتي صيفا والغطاء الثلجي شتاء نجد أن المدى السنوى لحرارة سطح التربة يقل بحوالي ١٠ درجة مئوية اذا ما قورن بنظيره في التربة الجرداء .

توزيع الطاقة الحرارية في التربة :

تختلف قابلية التربة للتوصيل الحراري وذلك اعتمادا على كل من كثافة التربة ورطوبتها (١) فكلما زادت الكثافة والرطوبة اصبحت التربة ذات توصيل جيد للطاقة الحرارية ، كما تزداد السرعة من ناحية توزيع الطاقة الى اعماق اكثر وتتوزع الطاقة طبقا لنظرية التوصيل الجزئي وقانون توزيعها في التربة والمعروف بقانون فاوري .

---

(١) من الصعب جدا تقدير درجة رطوبة التربة وكمية المياه التي تتبخر منها ، الا انه صمم في الفترة الاخيرة جهاز يقوم بهذا العمل ، ومع ذلك فان تحديد كمية التبخر من الصخور المتعرية من التربة يختلف تماما عن كمية التبخر الحقيقية في الظروف الطبيعية للتربة .

واستنادا الى هذه النظرية فان توزيع الطاقة الحرارية يظهر حدين اقصيين يوميا وسنويا . أما المدى الحراري اليومي فهو يظهر تذبذبا يأخذ بالتناقص مع زيادة العمق وذلك وفق معادلة هندسية ، فاذا كان المدى فوق سطح التربة يبلغ ٣٠ درجة فانه يكون على عمق ٢٠ سم حوالي ٥ م وعلى عمق ٤٠ سم أقل من ١م . الا ان هذا التناقص لا يستمر بهذه الشاكلة بل نجده على عمق يقرب من متر حوالي صفر مئوي حيث تبدأ عنده الطبقة المسماة طبقة الثبات الحراري .

وما قيل عن التذبذب في المدى اليومي يمكن قوله بالنسبة للمدى السنوي للحرارة كليا ، ما عدا أن الاخير يتوزع في اعماق واسعة الا ان ذلك يستغرق فترة طويلة ، فالمدى السنوي على عمق ٣٠ متر يصبح صفرا في العروض القطبية بينما يصل هذه الدرجة في العروض الوسطى على عمق لا يزيد على ٢٠ مترا وفي المدارين على عمق لا يزيد على ١٠ متر .

اما حدي التطرف الحراري السنوي فانها لا تتطابق مع فترات حدوثها العادية فوق سطح التربة بل انها تتأخر بمعدل يتراوح من ٢٠ – ٣٠ يوما لكل متر عمقا ، فالحد الادنى للحرارة على عمق ٥متر لايتطابق وجوده وشهر كانون الثاني بل يتأخر حتى مايس والحد الاعلى لا يكون في تموز بل في شهر تشرين الاول ، أما عمق طبقات ثبات التوزيع السنوي للحرارة فهي تتناسب فيما بينها على اساس الجذر التربيعي لفترات التذبذب او بالاحرى $\sqrt{١}$ ٣٦٥ وهذا معناه ان عمق انعدام التذبذب السنوي للحرارة يعادل تسعة عشر مرة اكثر من عمق انعدام التذبذب اليومي لها .

وما قيل عن اختلافات التوزيع السنوي للحرارة في أعماق مختلفة يقال عن التوزيع العمودي لها داخل التربة في الفصول المختلفة . فالحرارة صيفا تنخفض ابتداء من سطح التربة باتجاه العمق ، أما شتاء فهي تأخذ بالازدياد .

والملاحظ على المدى الحراري للتربة اختلافه باختلاف مناطق العمق في

التربة(١) فهو يبلغ على عمق نصف قدم من سطح التربة حوالي نصف مقداره ، وعلى عمق قدم حوالي ربعه ، كما أن الحد الاعلى والادنى لدرجة حرارة التربة يختلف هو الآخر ما بين سطحها ، وعلى عمق فيها . فقد يتقدمان في الاغلب متأخرين ببضع ساعات من وقوعهما على السطح .

ان ما ذكرناه بصدد تغيرات المدى اليومي لحرارة التربة يصدق كذلك على مداها الحراري السنوي ايضا اذ يشمل القيم العالية على سطح التربة في العروض الوسطى والعليا في شهر تموز أو آب بينما يشمل القيم الواطئة في شهر كانون الثاني(٢) . الا اننا لو انتقلنا الى اعماق مختلفة من التربة فسوف نجد اختلافا عن السير السابق حيث تتأخر القيم الحرارية العليا والدنيا عن فترات حدوثها في التربة السطحية لمدة قد تصل الى حوالي ٣٠ يوما .

ولا تبقى رطوبة التربة على حالها اذا انخفضت درجة الحرارة انخفاضا كبيرا فان حدث ذلك فانها تتعرض للتجمد وذلك اعتمادا على نوعية فصل الشتاء السائد والحالة الجيومورفية والخواص الفيزياوية للتربة ، فالتربة الرطبة تتجمد ببطيء مقارنة بالتربة الجافة ، كما أن التربة المحروثة تسبق التربة المتماسكة في حدوث التجمد فيها ولاعماق اكثر . ونظرا لاحتواء التربة على المحاليل الملحية نجد أن تجمدها يتأخر عن الفترة التي تصل فيها درجة الحرارة الى الصفر اذ ان تجمدها لا يتم الا في درجات اوطأ من ذلك .

---

(١) ان التغير في المدى اليومي لحرارة التربة ذات التوصيل الجيد يتوقف على عمق يزيد على الثلاثة اقدام حيث تظهر عنده الطبقة المسماة بطبقة الثبات اليومي لدرجة الحرارة ، اما التربة الرديئة التوصيل فان طبقة الثبات تظهر على عمق اقل من قدم ، ومثل هذه الاخيرة التربة المتحجرة الحاوية على المواد النباتية .

(٢) للغطاء الثلجي الذي يتراوح سمكه من ١ـ٢ قدم تأثير كبير في حفظ حرارة التربة ، كما يلاحظ اثر ذلك في شتاء المناطق الثلجية حيث تكون حرارة التربة اعلى من فترات الشتاء الخالي من الثلوج .

ولا يفوتنا في هذا المجال ذكر القيمة الكبيرة لدرجة حرارة التربةبالنسبة للعمليات الفيزياوية والبايولوجية للنبات . فالمعروف ان سرعة التفاعلات في جسم النبات تتعجل في حالة ازدياد درجة حرارة التربة ويظهر ذلك بوضوح في سرعة انبات البذور وظهور الزرع ، بينما تبطأ هذه العملية في التربة الباردة رغم احتوائها احيانا على مواد غذائية بنسبة كافية . ويبدأ النبات بالنمو طالما كانت درجة حرارة التربة فوق الحد الادنى ، الا أن عملية النمو تنشط لو سادت الدرجة الحرارية المفضلة لذلك النبات ، الا أن العملية قد تتوقف كليا لو ارتفعت فوق الحد الاقصى حيث يموت النبات لتوقف عملياته الحيوية .

خصوبة التربة الزراعية :

تتحدد خصوبة التربة الزراعية بكمية المواد المعدنية الضرورية للنبات وبكمية المواد العضوية الموجودة فيها . وتعتبر التربة المسرح الذي يظهر فيه النزاع المستمر بين العملية الآلية والعمليات الكيمياوية بشكل واضح ، فاذا تغلبت العمليات الاولى اصبحت التربة مجدبة فقيرة النبات اما اذا تغلبت العمليات الثانية «وعوامل هذه العمليات هي بقايا النباتات المتفسخة والجراثيم والطحالب والحيوانات» فانها تقوم بالتحويل الكيماوي للمواد الموجودة في التربة فتتجدد موادها الغذائية بشكل بطيء مستغرقا زمنا طويلا .

وتتصف التربة بصفات رئيسة هي :

١ ـ قابلية الامتصاص ودرجة النفاذية :

فالتربة الكثيرة الاحجار ذات نفاذية عالية للماء ، لذا فهي في الغالب تربة جافة . اما الترب الغضارية فلها قابلية كبيرة على امتصاص المياه والاحتفاظ بها دون السماح لها بالنفوذ لذا كانت ترب رطبة كما هو الحال في ترب اهوار العراق . وهناك ترب تعتبر حدا وسطا بين ترب النوعين السابقين . كما ان التربة لها قابلية تصعيد الماء من الاسفل الى الاعلى ، وذلك في حالة جفاف

سطحها نتيجة التبخر ، ويتم ذلك عن طريق الخاصية الشعرية التي تفترض وجود مسامات دقيقة جدا في التربة .

٢ - تخلل الهواء لهـا :

وتتوقف هذه الصفة على عدد المسامات وابعادها وكمية الماء الموجود في التربة ، فالتربة المشبعة بالماء لا تسمح للهواء أن يتخللها بنفس الشدة التي يتخلل فيهـا التربة غير المشبعة ولذلك كثيرا ما يصاب النبات بالاختناق في التربة الاولى .

٣ - درجة حرارتهـا :

ان تسخين التربة شرط اساس من شروط النبات ، وذلك متوقف على لونها وخشونة ونعومة سطحها وحرارتها النوعية وقابليتها للنقل الحراري ووضع سطحها بالنسبة لاستقبال الاشعة الشمسية . ونظرا لتطلب المـاء حرارة كثيرة لتسخينه كانت التربة الرطبة باردة اي بطيئة التسخين اذا مـا قورنت بالتربة الجافة التي تكون سريعة التسخين ، الا انها لا تحتفظ بها فترة طويلة على عكس سابقتها .

ان النظام الحراري اثناء فترة النمو مهم جدا بالنسـبة للحاصلات الزراعية ، لذا فان اي تغيير سلبي فيه يقود الى عرقلة نمو وتطور ذلك الحاصل لا سيما ذي الحساسية العالية بالنسبة لدرجات الحرارة الواطئة كانخفاضها في فترات الصقيع . ولقد قام العديد من الباحثين باجراء تجاربهم في هذا المجال « أثر درجات الحرارة الواطئة جدا على الحاصلات الزراعية » فامكنهم تقسيم المحاصيل الحقلية كما يلي :

أ - محاصيل تتمكن من النمو حتى الدرجة - ١٠ مئوية كاغلب محاصيـل المنطقة المعتدلة ومنها البقوليات والمحاصيل الزيتية المبكرة كالحنطة .

٣ ـ محاصيل تتمكن من النمو حتى الدرجة ـ ٤ مئوية كالجوت ، الزينة ونباتات الالياف والجزر والشوندر .

٢ ـ محاصيل تتمكن من النمو حتى الدرجة ـ ٨ مئوية ومنها اغلب محاصيل

٤ ـ محاصيل تتمكن من النمو حتى الدرجة ـ ٣ مئوية كالذرة والبطاطة .

٥ ـ محاصيل تتمكن من النمو حتى الدرجة صفر مئوية كالقطن والرز والفاصوليا .

العوامل الجوية والانتاج الزراعي :

ان لعناصر الجو أثرا مهما على الانتاج الزراعي ، وذلك لتحكمها في نوعية الحاصلات رغم تمكن الانسان في الوقت الحاضر من تهيئة اجواء مكنته من زراعة بعض المحاصيل كما في البيوت البلاستيكية والزجاجية وما شابه ذلك ، الا ان انتاجها من الناحية الاقتصادية وبهذا الاسلوب جعله ينتجها انتاجا محدودا . ولم يقتصر الانسان في محاولته هذه على الاسلوب السابق الذكر فحسب بل لانجاز البناء ايضا . وهناك بعض النتائج المناخية والبيانات المطر ، أو في جهات يكون فصل النمو فيها قصيرا . ورغم كل ذلك لم يتمكن الانسان من التحكم كليا في العناصر المناخية والجوية مما جعلها تلعب الدور الاساس في عمليات الانتاج الزراعي . ونظرا للقيمة الكبيرة للدور الذي تتخذه هذه العناصر لها في الانتاج الزراعي لابد لنا من تبيان ذلك ولو بشكل محدود نوعا ما .

فالحرارة التي يتمكن النبات بواسطتها هضم المواد التي ياخذها سواء عن طريق جذوره أو أوراقه لا يمكن اغفالها اطلاقا ، حيث يوفر النبات عن طريقها غذائه نتيجة التفاعلات الكيماوية المعقدة التي تمر فيها ، لذا لا بد لنا من معرفة الحدود الحرارية المتطرفة التي يمكنه النمو خلالها في العليا منها والواطئة ، وكذلك الحدود الحرارية المثلى لانتاجه اقتصاديا وما يعرف بالحرارة المتجمعة . فالحد الادنى من الحرارة او ما يعرف بصفر النمو فهو الحد الذي

يتوقف عنده نمو النبات ويسبب اذا ما انخفض دونه ، ويختلف هذا باختلاف النباتات ، اما الحد الاعلى من الحرارة فهو الحد الذي يتلف عنده النبات اذا ما تجاوزته الحرارة صعودا ، ويختلف هو الآخر من نبات الى آخر . اما الحرارة المثلى فهي التي تتراوح بين الحدين السابقين والتي يتمكن الحاصل الزراعي عندها من اعطاء احسن انتاجه . اما الحرارة المتجمعة فهي الاخرى لا تقل قيمة عن سابقاتها وهي التي توضح لنا عدد السعرات الحرارية التي يتطلبها النبات لنموه ، وهي لا تكون على شاكلة واحدة بالنسبة لجميع النباتات، كما يمكن احتسابها بالنسبة للشهر وفصل النمو ايضا .

اما الرطوبة فاهميتها تتجلى في مقدار ما يستفيده النبات في موعد نزولها اي نزول الامطار، لذا يمكن القول ان قيمتها تقل فيما لو سقطت في الفصل السنوي الحار ، وذلك لاشتداد عملية التبخر والنتح في هذا الفصل، وتظهر قيمة الامطار في الجهات التي تعتمد زراعتها عليها كما هو الحال في شمال العراق، حيث نجد ان اكثر المطر النازل هناك يتفق وفصل انخفاض درجة الحرارة حيث التبخر والنتح على اقله . والواقع اننا لكي نفهم اثر هذا العنصر على الانتاج الزراعي يتطلب الامر عندئذ ضرورة معرفة معدل المطر السنوي وتوزيعه فصليا واثره الفعلي ومدى تغير كميته السنوية .

ومعدل المطر السنوي الذي يعرف بانه متوسط مجموع المطر النازل في سنة هو الذي يحدد نوعية المحصول الذي تجود زراعته في المنطقة لاختلاف المتطلبات المائية باختلاف المحاصيل . وقد اظهرت الدراسات بهذا الصدد انه اذا ما قلت كمية الامطار السنوية عن ١٠ بوصات في المناطق الصحراوية استحال معها قيام اي انتاج زراعي . اما التوزيع الفصلي للمطر فهو الاخر مهم جدا في قيام الزراعة ، اذ ان نزول الامطار عندما يكون النبات بحاجة اليها ذو فائدة اقوى مما لو نزلت في فترات اخرى وهذا ما نلاحظه في الجزيرة العراقية من قيام الزراعة رغم عدم سقوط امطار غزيرة فيها ، الا انها تنزل في الفترة التي تكون الزراعة فيها قائمة . ولذا فان دراسة الامطار من

حيث اثرها الفعلي المستند على معرفة الظروف الحرارية وشدة التبخر امر ضروري لتقدير ذلك وتحديد الحاصل الزراعي . ويعتبر التذبذب في كمية المطر السنوية مهم هو الاخر وذلك لتغير العوامل التي تسبب نزول الامطار مما ينعكس اثره على الانتاج الزراعي . وهذا ما نلاحظه على زراعة القمح في شمال العراق التي قد تجود في سنة ولا تعطي الا حاصلا قليلا في سنة اخرى بسبب التذبذب في الكمية الساقطة .

ولا يمكننا اغفال قيمة عنصر الضوء والرياح بالنسبة للانتاج الزراعي فالاول مهم جدا في اتمام التمثيل الكلوروفيلي . لذا كلما كان الضوء كافيا اسرع النبات في نموه معطيا حاصلا طيبا وعكسه مقطوع بصحته . اما اثر الرياح المباشر فيظهر بشكل واضح في زيادة التبخر والنتح مما يساعد على سيادة ظاهرة التيبس والتقزم في النباتات وتكسر اغصانها وسيقان البعض منها ، بينما تؤثر تأثيرا غير مباشر على مقدار الرطوبة النسبية في الهواء وتكون الغيوم واحداث التغيرات في درجات الحرارة كما في رياح (الشرجي) في العراق .

وللزراعة في خدمات الارصاد الجوية او في نصيب، فالنبات كما ذكرنا كائن حي يتأثر بالجو سلبا وايجابا لذا نستطيع القول : أن النواحي المهمة من خدمات الارصاد الجوية هي اجراء تنبؤات جوية خاصة ببعض الظواهر الجوية غير الملائمة للزراعة مثل الصقيع الذي يقتل كثيرا من الخضر ويؤثر تأثيرا ضارا على كثير من الفواكه والمحاصيل الشتوية ، وعند توقع حدوث الصقيع يقوم الزراع ببعض عمليات مقاومة الصقيع كتغطية بعض النباتات بالقش او اشعال النيران حول الحقول وغير ذلك من الوسائل ، كما ان البرد (الحالوب) يؤثر تأثيرا مدمرا على كثير من المحاصيل وقد توصل العلم الى مقاومة سقوط البرد بواسطة قذف السحب ببعض الكيمياويات واطلاق بعض الصواريخ على السحب التي يسقط منها البرد . وعلى الرغم من كثرة تكاليف هذه العملية قدرت نسبة تكاليف منع البرد الى الخسائر التي قد تنجم بنسبة ١ — ١٠ ، وتطبق هذه

العملية بنجاح في الوقت الحالي في الاتحـــاد السوفيتي وبعض بلاد اوربـــا الشرقية .

وتفيد التنبؤات قصيرة المدى في اختيار انسب الاوقات للبذر والحصاد فكثير من البذور يحدث جنيها وقت الانبات اذا صادفتها موجة باردة ، فاذا رومي أن يكون وقت البذر بحيث يخرج الجنين في جو دافيء نسبيا فان ذلك يوفر تكاليف باهضة يتكبدها الزراع لاعادة البذور .

ولا ننسى قيمة المعلومات المناخية التي يمكن جمعها وتلخيصها للمناطق المختلفة في اي قطر من الاقطار فانها تفيدنا في وضع تصنيف مناخي للمناطق المختلفة بذلك القطر بحيث نستطيع أن نحدد اي المحاصيل تكون اكثر انتاجا في منطقة معينة ، ويفيد ذلك فائدة قصوى في التخطيط الزراعي على مستوى القطر . وقد اخذت الزراعة العلمية في القطر العراقي بهذا النهج استرشادا وتطبيقا لما خططته حكومة الثورة في مجال التنمية والتطوير الزراعي الذي أخذ مجاله قدما في حياة قطرنا الاقتصادية .

الباب الثالث

تطور مناخ الكرة الارضية

تطور مناخ الكرة الارضية

الحقيقة ان ما يفهم من اصطلاح المناخ « ادراك للحوادث والوقائع المستمرة التي تحدث في نطاق الغلاف الغازي وكذلك نتائجها » هو الذي يقودنا الى الاعتقاد على عدم ثبوتية المناخ في وضعية واحدة بل حدوث تغيرات في حاله بشكل مستمر . ونظرا لقصر الفترة الزمنية التي بدأ الانسان ملاحظاته المناخية منها ، وذلك على اثر استخدامه اجهزة القياس المختلفة ، والتي لم تكن لتتجاوز ٢٠٠ عام ، كان من الصعب جدا عليه ان يبرهن على حدوث تلك التغيرات . وبما ان ملاحظات الانسان ودراسته لاحوال المناخ لم تبق على حال واحدة نظرا لزيادتها لذا فقد ظهرت لديه بعض الاراء الجديدة عن حالات المناخ السابقة .

وهنا تجب علينا ضرورة التفريق بين ما يعرف بالتبدلات المناخية وبين التذبذبات المناخية ، فالاولى منها هي التي يقصد بها تغيرات مناخية تجري باتجاه معين ، بينما الثانية منها هي التي يفهم منها تأرجح منتظم يدور حول القيم الوسطى ولفترة قصيرة . واستنادا الى ما تقدم يمكن القول ان للعامل الزمني دخل كبير في حالة ثبات التغيرات المناخية وذلك لاعتبار التغيرات التي تحدث خلال فترة زمنية معينة وباتجاه معين جزء من التذبذب المناخي فيما لو أطلنا المدة الزمنية ، ولذا فاننا نجد انه من المفيد اعتبار اصطلاح التغيرات المناخية مدلولا كافيا للتعبير عن المصطلحين السابقين .

وتشير ملاحظات التغيرات المناخية الى ظهورها بشكل مفاجيء احيانا ، ويطلق عليها في مثل هذه الاحوال التنحية او الازاحة المناخية . وتتكون هذه الازاحة فيما لو حدث تغير بطيء في العوامل المناخية وبشكل تكاد تكون في

البدء مختفية في احدى الظواهر المناخية ، الا انها لا تلبث أن تظهر بصـــورة مفاجئة وواضحة .

وتظهر التغيرات المناخية في العوامل المناخية بوضوح متفاوت ، ففي حالات عديدة يكون رد الفعل لاحد العوامل المناخية قويا عند حدوث تغير في المسببات حتى انه يمكن عنده معرفة التغيرات المناخية ، ومن أمثلة هـذه الظواهر الواضحة ارتفاع او انخفاض درجة الحرارة . كما قد يحدث بصورة عامة ـ عند حدوث تغير فيأحد العوامل المناخية ـ تداخل فيتغيراتالعوامل او الظواهر الاخرى ، ومثلها الموضح لهذا هو أن حدوث تغير في درجة الحـرارة يرافقه حدوث تغير في ظروف التساقط غالبا .

التغيرات المناخية المعاصرة :

لقد اصبحت التغيرات المناخية التي حدثت في الماضي القريب معروفـة في اصطلاح « تسخين القارة القطبية » وهي التي جددت انتباه الباحثـــين لمشكلة التغيرات المناخية . ويظهر هذا التسخين بشكل واضح في ارتفاع درجة حرارة سبتزبرجن شتاء .

درجات الحرارة شتاء في سبتزبرجن بالدرجة المئوية
للفترة من تشرين الثاني ـ آذار

١٩١١ـ١٩١٥	١٩١٦ـ١٩٢٠	١٩٢١ـ١٩٢٥	١٩٢٦ـ١٩٣٠	١٩٣١ـ١٩٣٥
ـ٦ر١٧	ـ٦ر١٧	ـ٥ر١٢	ـ٩ر١٣	ـ٦ر٨

ومن ملاحظة الجدول الانف الذكر يظهر لنا جليا أن درجة حرارة الشتاء تشير الى ارتفاع كبير بمرور السنوات التي اتخذت اساسا للمقارنة ، حيـث تظهر انها للفترة ١٩٣١ـ١٩٣٥ اعلى من المتوسط السنوي لدرجـــة الحرارة خلال الفترة ١٩١٢ـ١٩٢٠ وقد ترتب على هذا الارتفاع في درجة الحـــرارة بعض النتائج منها :

١ ـ ارتفاع درجة حرارة مياه بحر بارنت ، فقد كانت درجة المياه السطحية لهذا البحـــر في الفترة ١٩١٩ـ١٩٢٨ أعلى ممـــا كانت عليه في الفتـرة ١٩١٢ ـ ١٩١٨ بنحو ثماني درجات .

٢ ـ ظهور انواع من الاسماك المحبة للحرارة في مياه بحر بارنت بعد ان كانت مفقودة فيه ، ومثل هذه الظاهرة تظهر في المناطق البحرية القريبة مـــن كرينلند .

٣ ـ حدوث تراجع كبير في كميات الجليد المتراكمة في ممر ديفس ، فقد وجد أن مقدار الجليد في هذا الممر للفترة ١٩٢١ـ١٩٣٠ أقل مما كان عليه منذ اكثر من مئة عام .

الظروف الجليدية في ممر ديفس

« صفر = خال من الجليد ، ١٠ = كثير الجليد »

الفترة	١٨٢١	١٨٣١	١٨٤١	١٨٥١	١٨٦١	١٨٧١
	١٨٣٠	١٨٤٠	١٨٥٠	١٨٦٠	١٨٧٠	١٨٨٠
الجليد	٣ر٩	٦ر٢	٤ر٣	٤ر٨	٤ر٨	٥ر٦
الفترة	١٨٨١	١٨٩١	١٩٠١	١٩١١	١٩٢١	
	١٨٩٠	١٩٠٠	١٩١٠	١٩٢٠	١٩٣٠	
الجليد	٦ر٧	٦ر٥	١ر٥	٣ر٧	٣ر٤	

ولقد بدا اثر التسخين واضحا في القارة القطبية الشمالية ، اذ اخـــذ الجليد بالتراجع الواضح في السواحل الشمالية لكل من قارتي اوربا واسيا مما ادى الى ازدياد فائدة الطرق البحرية في تلك المناطق ، الا ان اثر التسخين هذا لم يبق مقتصرا على القارة القطبية الشمالية . بل ان درجة حرارة الجهات الواقعة الى جنوبها قد اخذت بالازدياد وذلك كما يبدو من الظروف الحرارية الخاصة بمنطقة برلين والتي تتوفر احصاءاتها حتى عام ١٧٥٦ . وبمقارنة

ظروف حرارة فصل الشتاء للفترة ١٧٥٦–١٨٤٧ بمثيلتها للفترة ١٨٤٨–١٩٠٧ تجدها في الفترة الاخيرة تزيد في متوسطها بحـــوالي ٧ر٠ درجـــة ، وانها في متوسطها لشهر كانون الثاني تزيد في الفترة الاخيرة عن الاولى بحـــوالي ٥ر١ درجة .

وقسوة الشتاء تظهر هي الاخرى تراجعا كما يظهر من الملاحظات التي اخذت عن منطقة برلين ، اذ انها اظهرت قلة في تطرف شتائها خلال القرنـين الاخيرين . ويمكن تحديد مفهوم قسوة الشتاء عن طريق كمية البرودة التي يفهم منها كميات المتوسط اليومي لدرجة الحرارة السلبية خلال الفترة من تشرين الثاني الى آذار . وفي هذا المجال نستعمل الطريقة الآتية :

كمية البرودة	اقل من ١٠٠	١٠٠–٢٠٠	٢٠٠–٣٠٠	فوق ٣٠٠
شتاء	لطيف	معتدل الحرارة	معتدل البرودة	شديد البرودة

ويجب أن لا نستغرب اننا باتباعنا الطريقة المارة الذكر في تحديد قسوة الشتاء قد تظهر بعض التذبذبات الصغيرة في اعداد كمية البرودة ، الا اننـــا يمكننا تفادي تلك التذبذبات عن طريق استخدام متوسط كمية البرودة لفترة زمنية متداخلة لا تقل عن عشر سنوات .

ان نتائج الابحاث التي اجريت في هذا المجال دللت على امكانية حدوث تغيرات فجائية (التنحية المناخية) في الظواهر المناخيـــة ، وان الفروق في درجات الحرارة بين محطة واقعة تحت التاثير المحيطي واخرى تحت التاثير القاري في منطقة مناخية واحدة تكون سلبية صيفا وايجابية شتاء .

والواقع ان عملية التسخين كما توضحهـــا الامثلة المذكورة لم تبـــق مقتصرة على القارة القطبية الشمالية ، كما ان المتوسط الســـنوي لدرجـــة الحرارة للفترة ١٩٢٩–١٩٣٨ لنصف الكرة الشمالي وفي المناطق الواقعة شمال دائرة عرض ٢٠ اعلى مما هو عليه بالنسبة لمتوسط السنة كاملة ، اذ هـــو يزيدها بحوالي ٥ر٢ درجة . ويقوم المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بصفة

خاصة عاليا فوق كرينلند ، حيث يقـــوم متوسط السنوات المذكورة اكثر بحوالي ٢ر٥ درجة فوق المتوسط للسنة بطولها ، ويظهر فوق داخلية اسيا فقط والى جنوب دائرة عرض ٥٠ قلة في درجات الحرارة ، وعليه لا يصـــل القيمة ٥ر٠ درجة اطلاقا .

ومما تجب ملاحظته أن التثبت من وجود ميل نحو ارتفاع درجة الحرارة لم يكن مقتصرا على نصف الكرة الشمالي بل النصف الجنوبي أيضا ، وتشير الملاحظات في كل من قارة افريقيا وامريكا الجنوبية واستراليا على ذلك . وعليه فان هناك تسخينا يشمل مناطق واسعة من الكرة في السنوات المذكورة ثم تبدلات مناخية كذلك والتي ربما يمكن فهمها على انها جزء من التذبذبات المناخية .

ان التبدلات المناخية «كما وضحت في تسخين القارة القطبية الشمالية» لا تقتصر على عامل مناخي واحد ، ولاجل توضيح ذلك يمكننا الاستعانة بالمثال الآتي وهو المقارنة بين فترة العشر سنوات للفترتين من ١٨٨٦ ــ ١٨٩٥ و ١٩١١ ــ ١٩٢٠ ، فعند مقارنة عشر السنوات لهاتين الفترتين يظهر ان هناك بصورة عامة ارتفاع في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة فوق القارات قدره ٥ر٠ درجة يقابله تبرد فوق البحار . ومع ذلك قد يحدث ان الكثير من المناطق قد تتجاوز القيمة السابقة الا أن التبرد لم يتجاوز القيمـــة ٥ر٠ درجـــة الا فوق بحـــر اوخوتسك . وعليه يمكن القول ان تسخين القارة القطبية الشمالية « التي اشير اليها مسبقا كاوسع منطقة تسخين في العالم»بدا فوق القارات اولا ثم ضم اليه المحيطات مؤخرا .

وبينما تحدث تبدلات في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة ، كما اسلفنا فان المدى السنوي لدرجة الحرارة يتعرض هو الآخر لنفس الظاهرة . وتظهر هذه التبدلات في جوهرها تنظيما في مناطقها ، ففي العروض الواطئة هناك زيادة في المدى السنوي في الفترة من ١٨٨٦ ــ ١٨٩٥ حتى ١٩١١ ــ ١٩٢٠ ،

اما في العروض الوسطى فان هناك قلة فيها . وتظهر في منطقة القطب الشمالي زيادة قليلة في المدى السنوي الذي لا يتخطى القيمة البالغة ١ درجة واحدة الا في مناطق قليلة .

ان التغيرات التي طرات على المدى السنوي لدرجة الحرارة التي ميزت فترتي المقارنة « البالغة كل منهما ١٠ سنوات » ما هي الا جزء من تغيرات قد تدوم فترة طويلة كما انها جزء من الحوادث المناخية . ويظهر تراجع المدى السنوي في اوربا منذ بداية القرن التاسع عشر ، كما ان المنطقة المركزية لهذا التراجع قد انتقلت من الشمال الى الجنوب . ويظهر ان منطقة التراجع هذه كانت عام ١٨٢٠ تقع بين برلين واستكهولم ، بينما انتقلت في حوالي منتصف القرن الماضي حتى دائرة عرض ٨٠ شمالا واصلة في بداية هذا القرن الحافة الشمالية للألب . ولم يقتصر التغير الذي طرا على المناخ على عنصر الحرارة فحسب بل ان التغير طرأ على كميات التساقط أيضا ، ويبدو ذلك واضحا عند ملاحظة الفترة ١٨٨٦/١٨٩٥ والفترة ١٩١١ ـ ١٩٢٠ ، حيث اظهرت المناطق المدارية ودون المدارية قلة في التساقط بصورة عامة باستثناء الجهات القريبة من الاستواء ، حيث اظهرت بعض مناطقها الصغيرة زيادة طفيفة فيه . وقد تميزت العروض العليا في نصف الكرة الشمالي « فوق دائرة عرض ٤٠ تقريبا » وفي نصف الكرة الجنوبي كذلك « فوق دائرة عرض ٣٠ تقريبا » زيادة كمية التساقط ، باستثناء المناطق المتمثلة في النطاق الواقع جنوب كرينلند ـ اسكندنافيه ، اذ اظهرت تراجعا في كمياته ، وكذلك الحال في شرق آسيا . ويمكن القول ان التغيرات التي ظهرت في فترة السنوات العشر ١٩١١ ـ ١٩٢٠ بلغت اكثر من ٢٠٪ من كمية التساقط للفترة الاخرى ١٨٨٦ـ١٨٩٥ . وبصورة عامة ان التغيرات في درجات الحرارة وفي المدى الحراري وكمية التساقط التي وضحت سابقا ترتبط وتغيرات الضغط الجوي . وللتدليل على ذلك نلاحظ زيادة المتوسط السنوي للضغط الجوي في المناطق المدارية ودونها «باستثناء المناطق القريبة من الاستواء » في الفترة من ١٨٨٦ ـ ١٨٩٥ الى الفترة من ١٩١١

– ١٩٢٠ ، بينما تلى ذلك في العروض العليا على النقيض انخفاض في الضغط وصلت قيمته القصوى اكثر من ٥ر. ضغط جوي ، وذلك فوق مناطق واسعة من المحيط الاطلسي الشمالي ، وارتفاع في الضغط في الاجزاء الشمالية من قارتي اسيا وامريكا الشمالية .

وتدل هذه التغيرات في الضغط الجوي على حدوث تغيرات في دورة الهواء ، فانخفاض الضغط في مناطق الضغط الواطيء الاستوائية ودون القطبية من جهة وارتفاعه في مناطق الضغط المرتفع دون المدارية من جهة اخرى تدل على شدة الدورة العامة ، وعليه يشتد النقل العمودي للحرارة لا سيما شتاء حيث الفصل الذي تشتد فيه الدورة . وبهذا النقل فان العروض العليا شتاء تتسلم حرارة كثيرة تسحب من العروض الواطئة مما يترتب عليه ضعف المدى السنوي لدرجة الحرارة في العروض العليا ، واتساع فيه في العروض الدنيا . ونظرا لظهور شدة في العناصر العمودية للرياح وتقوية العناصر الافقية لها ، لذا يزداد التساقط في المناطق التي تسودها الاهوية الصاعدة ويقل في تلك التي تسودها الاهوية الهابطة .

ان الارتباطات التي ذكرت سابقا بين العناصر والظاهر المناخية وكذا تغيراتها يمكننا التاكد منها ، وذلك عن طريق اجراء القياسات بينما بالنسبة للمسببات التي تحدث تلك التغيرات فان هناك الكثير من الاحتمالات ، فهناك اولا احتمال رجوع سبب التغيرات المذكورة الى حدوث تغيرات في قوة الطاقة الشمسية المشعة اي ما يعرف بالثابت الشمسي . والحقيقة انه تظهر في الفترة من عشر سنوات الى اخرى تذبذبات في كمية الاشعاع الشمسي تبلغ حوالي ١٪ من قيمته الوسطى . ولو كانت الارض جسما معتما فان ارتفاع مقدار الاشعاع بنسبة ١٠٪ من القيمة الوسطى يعمل فيرفع درجة حرارة سطح الارض مقدارا يبلغ ٧ر. . ولما كانت تغيرات كمية الطاقة المشعة ترتبط وتغيرات التبخر

، ثم ظروف الغيوم ، لذا فان جزء من الطاقة الاضافية المشعة يستخدم في تسخين الهواء . ورغم ذلك فان التمثيل العددي المضبوط للعلاقة بين الاشعاع الشمسي الكثير ورفع درجة حرارة الهواء امر غير ممكن .

وهناك امكانية اخرى لتعليل التغيرات المناخية المذكورة وهي الاخذ بتغيرات معامل الانتقال للغلاف الغازي ، وعليه تجب لغرض رفع درجة الحرارة زيادة شفافية الغلاف الغازي للاشعة القصيرة الموجات ثم تقليل المواد الخليطة التي تضعف الاشعاع .

ونظرا لصعوبة الحصول على ادلة يركن لها سواء بالنسبة لزيادة الاشعاع الشمسي ام لقلة المخلطات التي تضعف الاشعاع فانه ينتج ما يأتي : «ان التغيرات في ظروف المناخ التي مثلت اعلاه توضح تغيراً مناخياً متطوراً بشدة الا انه لايمكن توضيح اسباب معينة ادت الى حصول ذلك » .

واذا ماحاولنا وضع التغيرات المناخية وتذبذبات الاشعاع الشمسي في علاقة، فاننا نتوقع حدوث تذبذبات منتظمة في سير عناصر المناخ ، ومنها وجود عدد نسبي لدورة البقع الشمسية منذ عام ١٧٩٤ «مرة واحدة في متوسط كل فترة زمنية تبلغ ١١ سنة» حيث يفضي ذلك الى اثبات نسبة التغيرات الوقتية لعناصر المناخ . ويظهر المتوسط السنوي لنشاط البقع الشمسية «العدد النسبي للبقع الشمسية » سيرا موقتا للفعالية الشمسية انظر الشكل ، ويبلغ طول فترة البقع الشمسية في معدله ١ر١١ سنة ، وتؤكد التغيرات القصوى المنتظمة [redacted] على ان فترة البقع الشمسية البالغة ١١ سنة هي اطول فترة الاانها قد تصل الى ١٧ سنة احيانا .

وتدل الابحاث التي اجريت بهذا الصدد على ان العلاقة بين العدد النسبي للبقع الشمسية والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة تمتاز بتعقدها . وقد حول H, Voigts في عام ١٩٥٢ خمسة انواع من العلاقات بين فعالية البقع الشمسية والمتوسط السنوي لدرجة الحرارة :

١ ـ النوع القطبي : والمنطقة الرئيسة لانتشار هذا النوع هي المنطقة الممتدة من كرينلند حتى شمال اوربا عبر ايسلند .

٢ ـ نوع البحر المتوسط : وهذا النوع يظهر في البحر المتوسط الاوربي كما ان انواع مشابهة له تظهر في وسط افريقيا وجنوبها وشمال استراليا ايضا .

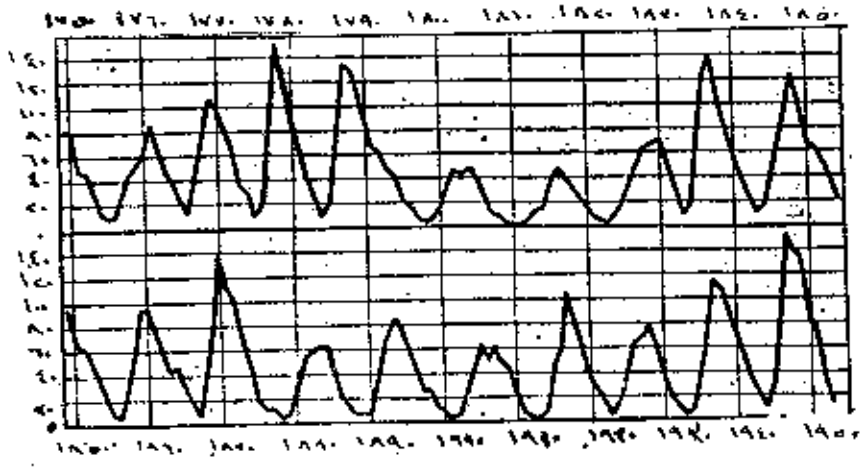
٣ ـ النوع الاطلسي : ومنطقة انتشار هذا النوع السواحل الشرقية لامريكا الشمالية والغربية لاوربا .

٤ ـ نوع وسط اوربا : وتعتبر اواسط اوربا والسواحل الغربية لامريكا الشمالية مناطق انتشار هذا النوع .

٥ ـ النوع المداري ودونه : وتعتبر السواحل الشرقية لامريكا بين الدوائر المدارية ثم الهند وجزر الباسفيك الاستوائية مناطق انتشار هذا النوع . ويظهر هذا النوع ايضا في المناطق القارية من العروض المعتدلة في شرق اوربا وامريكا الشمالية .

وطبيعي ان مثل هذا العرض قائم في جوهره على نتائج الملاحظات التي اخذت في يابس نصف الكرة الشمالية ، ونظرا لقلة المعلومات المستندة على الملاحظات بهذا الصدد لغرض اعطاء ميزات الظروف بالنسبة للكرة الارضية كاملة، فان التوضيحات الاتية تكفي الغرض على الاقل .

وفي حالات كثيرة تكون العلاقة بين نشاط البقع الشمسية ودرجة الحرارة اكثر وضوحا لو اخذنا الفترات الزمنية القصيرة بالدراسة ومثلها ان الشتاء يظهر في داخلية امريكا الشمالية وفي دائرة عرض ٥٠ شمالا في السنوات الكثيرة البقع متميزا ببرودته ، ونقيضه في السنوات القليلة البقع . وبصفة خاصة فان هذا التأثير يظهر واضحا في شهر كانون الاول ، فهو في حالة عدم ظهور البقع اكثر حرارة بمعدل ١٠ درجات منه في حالة ظهورها .



المتوسط السنوى للاعداد النسبية للقع الشمسية

ونستنتج من الامثلة التي ذكرت هنا ان العلاقة بين درجات الحرارة ودورة البقع الشمسية يمكن البرهنة عليها رغم انها ليست واحدة فوق الكرة الارضية كلها .

كما ان توضيح هذه العلاقة ليس نهائيا ايضا ، وسبب هذه الصعوبة في الوقت الحاضر هو عدم وجود علاقة موضحة ثابتة بين فعالية البقع الشمسية والثوابت الشمسية « الطاقة المشعة من الشمس» . وبما أن العوامل والظواهر المناخية تتاثر بالتغيرات التي تطرا على الطاقة المشعة ، لذا فان التعليل النهائي للعلاقة الممثلة يمكن اعطاؤه اولا عندما نتاكد من التغيرات الوقتية التي تقوم تحت العلاقة بين الطاقة المشعة من الشمس ودورة البقع الشمسية .

وبما ان ادراك العلاقة بين دورة البقع التي تبلغ ١١عاما والتغيرات الوقتية للعوامل والظواهر المناخية هو أمر صعب ، لذا فان هذه الصعوبات سوف تزداد في حالة الفترات الزمنية الطويلة الاخرى التي امكن التثبت منها . وهذا يسري مفعوله على الفترات التي تتراوح من ٣ ــ ٤ سنوات رغم عدم ثباتها . ولذا فان المشكلة في هذه الفترات تدور حول التأرجحات التي تتولد بواسطة الحوادث الارضية كالانفجارات البركانية والتغيرات التي تطرا على طاقة الاشعاع الواصلة الى سطح الارض . كما ان امكانية التصور تأخذ بالضعف كلما طالت الفترة .

واستنادا الى ماتقدم فاننا نجد انه من الطبيعي ان لانطمئن ولانثق بالامثلة التي جرت ملاحظتها للفترة ١٦ سنة و ٣٥ سنة ، ويتمخض عن هذا عدم امكانية استخدام هذه الفترات للتنبؤ عن سير المناخ المقبل .

ان عدم الثقة بالفترات الطويلة تظهر بصورة واضحة في الفترة البالغة ٣٥ سنة (بروكنر) بصفة خاصة. وقد أصبحت الفترة معروفة لانها دلت على سلسلة من العوامل المناخية . اضافة الى ذلك فقد جرت محاولات لربط هذه الفترة مع المشاكل العملية (انتاج الغلال) بعلاقة، مما نجم عنه ظهور ابحاث

دقيقة مضبوطة قادت الاعتقاد بوجود علاقة بين فترة البقع الشمسية والفترة التي أطلق عليها فترة بروكنز (٣٥ سنة) ، الامر الذي وفر امكانية تقوية فكرة البقع الشمسية . والخلاصة أن المناخ قد استمر بالتغير خلال الفترات التارخية ويستمر ايضا في الوقت الحالي ، حيث نعيش الان في فترة تذبذب مناخي لسيادة ظاهرة الدفء المعروفة والتي اشتدت في بداية القرن العشرين حيث اختفت الجليديات في النرويج والالب وايسلند كما ارتفعت درجة الحرارة في متوسطها السنوي في جهات كثيرة من شمالي اوربا واسيا وامريكا الشمالية والقارات القطبية .

وظاهرة الدفء الحديثة التي تمثل لنا تذبذبا مناخيا منذ ٥٠ عاما مضت لم تؤد الى تقلص الجليديات بل ادت الى تقلص مساحة البحار المتجمدة والى هجرة بعض الاسماك (المحبة للدفء)الى البحار الشمالية . والسؤال الذي يطرح نفسه في هذا المجال هو هل للانسان امكانية التاثير في الظروف المناخية؟ وللاجابة على هذا السؤال يمكننا الجزم على ان الانسان يتمكن من التاثير محليا فقط وذلك عن طريق زيادة المساحات المروية مثلا واتساع نطاق الاراضي الغابية والانطقة الخضراء وما شابه ذلك من المجالات التي تقود الى احداث تغير في الخواص الجوية لطبقة الهواء الملامسة لسطح الارض . الا ان هذه المؤثرات لا يمكنها احدا ثتغيرات جذرية في المناخ وذلك لاعتماده لا على الحالة المكانية فحسب بل دورة الهواء العامة ، اضافة الى العوامل الجغرافية الرئيسة كالتضاريس والتيارات والغطاءات الجليدية التي يمكن عن طريقها حصول تغيرات في خواص وصفات دورة الطاقة ودورة الرطوبة والدورة العامة للرياح التي تعمل في تغيير الظروف المناخية .

اما تخيلات الانسان في مشاريعه لاحداث التغير في المناخ كاقامة السدود العظيمة في المحيطات واقامة الحواجز امام الكتل الهوائية فان تأكيدها في تحقيق الاهداف المطلوبه امر لايمكن الركون اليه مطلقا . وقد يتمكن الانسان من إحداث تغيرات كبيرة في خواص سطح الارض وفي مناطق واسعة ، ويقود

ذلك الى تغير ميكانكية الدورة العامة للرياح ، الا ان نتائج ذلك التغير قد تكون ايجابية في مكان وسلبية في مكان اخر ، مما يلحق ضررا في الحالة المناخية . ومثال ذلك أن ازالة الغطاءات الجليدية في كرينلند قد يعمل على استغلال المنطقة بشكل اكثر نفعا من جهة ، الا انه يقود الى ارتفاع مستوى المحيطات بشكل قد يضر في المجالات الاقتصادية العالمية من جهة اخرى .

تغير المناخ خلال تاريخ الارض :

ان تقدير سير المناخ خلال تاريخ الارض يرتبط والتغيرات والتذبذبات المناخية بعلاقة وثيقة ، واستنادا الى المعلومات البلايستوسينية والجليديات القديمة فان الاعتقاد ان هناك استمرار لتبرد الارض لم يعد باقيا وهذا مما قاد الى توجيه الاهتمام بالتغيرات المنظمة في سير المناخ .

واذا ما تساءلنا عن نظم سير المناخ لابد لنا من التساؤل أيضا عن مدى ثبات هذه النظم ، فاذا كانت القياسات المناخية الموجودة لا تكفي للتحقق من الفترات القصيرة نسبيا فهي اذا معدومة تماما بالنسبة للتغيرات الطويلة الامد .

وتقدم لنا المعلومات المناخية القديمة المزودة بالبيانات نقاط ارتكاز قيمة عن حوادث جوية معينة ، الا انها لا تفي بالغرض فيما لو تساءلنا عن تغيرات المناخ في فترة زمنية طويلة ، وعليه لبحث المناخ في فترة زمنية طويلة يجب الاستشهاد بتأثير العمليات المناخية باقية كما هي .

الشواهد المناخية (ادلة المناخ) :

الواقع ان الباحث عند بحثه عن ادلة المناخ « يحصل عليها من المعلومات عن الظروف المناخية السابقة » لابد له ان يبدأ من الظروف المناخية الحالية . وبما ان تأثير المناخ على الطبيعة اللاعضوية بصفة خاصة لا يتوقف على الزمن ، فانه يسهل هنا وضع الارتباطات تقريبا ، اذ يمكننا البت حاليا في امر نشأتها

اعتمادا على المناخ ، وذلك من بعض الظواهر الموجودة ، وهذا يسرى مفعوله مثلا على نشوء ترسبات معينة او اشكال للقشرة الارضية .

اما في الطبيعة العضوية فيجب الاخذ بنظر الاعتبار بوضع قابلية التكيف الحيواني والنباتي للمناخ في الحساب . وعليه فاننا لا نتمكن ان نستنتج ان المناخ سابقا كان يشبه المناخ الحالي ، وذلك بالرجوع الى الحيوانات والنباتات الموجودة «المشابهة أو المقارنة لما هو موجود حاليا»،لذا فان التصريح الذي نستطيع به التدليل عن المناخ استنادا الى وجود الحيوانات والنباتات سوف يقل كثير كلما كانت الحقبة الزمنية التي يجري تقديرها طويلة . ومع ذلك يجب الا ننسى ان بعض العلامات الفسيولوجية ثابة نسبيا بصورة عامة .

ومن تعقيدات المناخ ظهور عوامل أو ظواهر متفرقة ، وبصفة خاصة في الازمان البعيدة كما هو الحال في درجات الحرارة مثلا ، وهنا يجب علينا ان لا نغفل ان عوامل وظواهر اخرى للمناخ ترتبط مع درجة الحرارة بعلاقة بالرغم من أن درجات الحرارة تظهر بشكل قوي بصفة خاصة . وعليه فان معظم ادلة المناخ تعطي معلومات عن التأثير المشترك لعوامل مناخية متعددة رغم سيطرة عامل « الحرارة مثلا » بشكل كلي . واضافة الى ما تقدم فان هيئة المناخات السابقة يجب ان تؤخذ بشيء من الاحتراس لذا فان من البديهي ان الاستنتاجات عن مناخ ازمان طويلة مضت لا يمكن ان يكون الا بالاستناد على ادلة مناخية مختلفة . الا اننا نجد انفسنا ، في حالة بحث الشواهد المناخية لمناخ فترة زمنية معينة ، غير قادرين على شيء سوى الحصول على حل مقرب . وتأتي هذه الحقيقة معبرا عنها في الوصوفات حيث انها تكون اكثر عمومية في صفاتها بشكل دائمي ، وذلك كلما كانت الحقبة الزمنية الموجودة في التساؤل طويلة .

والواقع ان الدليل على حدوث التغير المناخي اصبح حقيقة لا يمكن نكرانها وذلك استنادا الى ما اكتشفه المتخصصون في دراسات المناخات القديمة

والجيولوجيون وعلماء علم النبات والاثار والتربة والجغرافيون . والحقيقة انه يمكننا تقسيم ادلة المناخ المختلفة على اسس متيورولوجية من ناحية وعلى اساس طبيعة ونوع ادلة المناخ « تلك التي تناسب وجهات النظر الجيولوجية» من ناحية اخرى ، علما ان التقسيم على اساس القاعدة الثانية ميز الادلة المناخية الاتية :

١ ـ ادلة مناخية بيولوجية « نباتات وحيوانات » .

أ ـ استنادا للقرابة المنظمة .

ب ـ استنادا للظروف الفسيولوجية والايكولوجية العامة .

٢ ـ ادلة مناخية مورفولجية .

أ ـ عمليات التجويه .

ب ـ الرواسب .

١ ـ استنادا الى تصنيفاتها المعدنية وتركيبها الصخري .

٢ ـ استنادا الى ظروف ترسبها الخاصة .

٣ ـ ادلة مناخية صورفولجية

وفيما يأتي نورد بعض الادلة المناخية التي تشير الى ظواهر مناخية مختلفة

شواهد مناخية لظروف حرارية :

ان عملية التبخر الشديدة الناجمة عن ارتفاع درجة الحرارة يتكون عنها ترسبات ملحية ، كما ان درجات الحرارة العالية تساعد على عملية فصل الملح . وبموجب ذلك فان تكون الملح في المناطق الجافة الحارة اسرع منه في المناطق الجافة الباردة .

وبينما يشير اللون الاحمر للترب الى المناطق الجافة الدافئة « يؤدي ذلك في حالة الجفاف الى زيادة في اكسيد الحديد Fe_2O_3 ومن ثم الىاللون الاحمر» يتكون في حالة الرطوبة العالية هيدروكسيد الحديد الاسمر الذى ينتج عنه اللون الاسمر للترب .

ان تكوينات الترب المدارية الحالية ذات اللون الاحمـــر والتي تعـرف اللاترايت تقتصر بصورة اساسية على مناخات السفانا ، وبالاضافة الى هذا فان من علامات اللاتراب الفقر الشديد للحوامض السيليكية ، التي هي بالنسبة الى التربة الحمراء الاخرى ذات كمية كبيرة من اوكسيد الحديد .

واستنادا الى التكوين الحالي فان التربة الحمراء تشير بصورة عامة الى مناخ دافيء ذي جفاف فصلي ، لذا فان ما يوجد من متحجرات التربة الحمراء يستند الى مثل هذه المناخات ، كما تشير متحجرات اللاترايت الى مناخ السفانا بصفة خاصة . ويظهر ان الصلصال «او ما يسمى بالصلصال الصيني احيانا» يتكون بصورة رئيسة في المناخات الدافئة ، ومع ذلك فان هذا الشاهد لا يمكن الركون اليه كليا لاحتمال تكون الصلصال في المناخات الباردة احيانا . وهـذا يقود الى ان وجود الصلصال يعتبر من شواهد الحرارة غير الموثوق بها حقا .

ومن شواهد المناخ الدافيء الترسبات الكلسية البحرية الكثيرة السـمك والانتشـار ، اذ نجد ان قابلية ذوبان الجير في الماء تعتمد على درجة الحرارة ، فكلما كانت محتويات الماء لثاني اوكسيد الكاربـون كبيرة كان ذوبان الكلس اكثر . وتتوقف كمية ثاني اوكسيد الكاربون في الحقيقة على درجة الحرارة فهي تزداد مع قلة درجة الحرارة ، لذا فان ماء البحر مثلا ذا الدرجة الحرارية صفر يمكنه اذابة ضعف كمية ثاني اوكسيد الكاربون بالنسبة للمـاء ذي الحرارة البالغة ٢٠ درجة مئوية ، ولـذا تأخذ قابلية ذوبـان الكلس في المـاء بالازدياد مع قلة درجة الحرارة ، وبالعكس يعمل التسخين للماء المشـبع بمحلول الكلس على فصله « فصل الكلس » .

وتعتبر النباتات والحيوانات ، بسبب قابليتها للتكيف قل ذلك او كثر، شواهد مناخية يمكن استخدامها للتدليـل على الظروف المناخيـة تحـت اشتراطات معينة ، فالكثرة النوعية تعتبر في النباتات مثلا علامة للمنـاخ الدافيء ، كما ان القرابة النظامية للنباتات الحالية والمتحجرة يمكن ان ينتج عنها راي جازم عن النوع المناخي ايضا . وبما ان المتطلبات الحرارية للنباتات

الحالية هي معروفة ، لذا فان المتطلبات الحرارية للنباتات المتحجرة وبالتالي الظروف الحرارية التي كانت تنتمي اليها يمكن ان تعمل على فتح الطريق للوصول الى نوع المناخ ، بينما لا تعتبر قابلية تكيف اللبائن بصورة عامة شواهد مناخية صالحة للاستعمال اذ تشير الزواحف ذات القابلية الضعيفة الى مناخ دافيء .

ومن الاشياء المهمة التي تذكر كشواهد مناخية غالبا الشعاب المرجانية . وترجع التكوينات الحالية للمرجان الى البحار الدافئة الضحلة ، لذا تقتصر الشعاب اليوم على المناطق الساحلية بين دائرتي عرض ٣٠ درجة شمالا و٣٠ جنوبا بصورة رئيسة . وتظهر في هذه الحدود باتجاه القطب تكوينات مصطبية من المرجان الصخري ، اذ عثر أخيرا على مصاطب مرجانية منفردة في الاعماق الكبيرة في فيوردات النرويج . وعليه يظهر ان معظم المرجان يتكون في المدارين في مياه ذات درجة حرارة تبلغ في متوسطها ٢١ درجة مئوية في الاقل ، وكذلك في الاعماق التي تتراوح بين ٢٠ـ٥٠ مترا ، الا انه يوجد ايضا في الاعماق التي تتراوح بين ٣٥٠ و ٥٠٠ متر ايضا وفي درجة حرارة تتراوح بين ٦ـ٧ درجة مئوية « النرويج » ، واضافة الى ما تقدم يمكننا ان نقول ان عملية فصل الكلس « استنادا الى ما اشير اليه سابقا » يشير الى ان الشعاب المتحجرة يجب أن تكون قد نشأت في مياه دافئة نسبيا ، وهذا يدل على أن الشعاب المرجانية المتحجرة شاهدا من شواهد المناخ الدافيء .

اما الشواهد المناخية التي تشير الى مناخ بارد فيمكن ادراكها بملاحظة بعض الامور ، اذ تشير كل الترسبات والاشكال المرتبطة بالانهر الجليدية في المناطق التي لم تتعرض اليوم للثلاجات الى مناخ بارد نقيض المناخ الحالي . ومع ذلك يجب ان لا يغيب عن بالنا من أن الانهر الجليدية الصغيرة يمكن ان تظهر في المناطق المناخية الدافئة ايضا ، ومثلها المناطق المرتفعة الحالية للجبال المدارية ، كما ان التكوينات المنفردة لا تعطي ادراكا تاما للظروف المناخية التي كانت تسود جهات واسعة ، باستثناء الترسبات الواسعة الانتشار والاشكال

المرتبطة بالانهر الجليدية فهي تعطي بعض الاستناجات عن تلك الجهـــات . وهنا يجب علينا عند تحليل الترسبات والاشكال المتحجرة الانتبـــاه الى ان الانهر الجليدية لا تعتمد على درجة الحرارة فقط بل ان هناك اعتمادا كبيرا على التساقط ايضا . وهكذا فان حدود الثلج المناخية الحالية تصـــل أعلى مواقعها ليس في المنطقة الاستوائية بل في المناطق شبه المدارية الجافة . اما ما يخص نهاية الانهر الجليدية التي تقوم بصورة رئيسة أسفل حدود الثلج المناخية فذلك راجع الى التاثير المشترك لكل من درجات الحرارة والتساقط ، وقد وجد ان فروقات الارتفاعات هذه تبلغ في سلسلة من الانهر الجليدية الالبية أكثر من ١٠٠٠ متر كما تزيد في الهمالايا على ٢٠٠٠ متر بصورة متفرقة .

اما المناطق التي تتعرض للانهر الجليدية والتي توجد فيها اليوم شـــواهد عليها فيمكننا ان نستنتج ان مناخا باردا قد ساد هذه المنطقة مقارنة بالمنـــاخ الحالي ، الا ان تقدير البرودة امر غير ممكن تبيانه بشكل موثوق به نتيجة للدور المشترك الذي يلعبه كل من درجة الحرارة والتساقط .

وتشير المصاطب النهرية « يستثنى من ذلك العمليات التكتونية » الى تبدل في حالة المناخ . اذ نجد ان الانهر تتمكن في الفترات الجليدية من جلب رواسب اكثر مما يمكنها نقله ، وقد ينجم عن ذلك حدوث تراكم في الترسبات الناعمة ، الا ان النهر يمكنه القيام بالحفر مرة اخرى في الفترات الدافئـــة عندما يكون تصريفه عاليا ، ومن هذا التراكم يمكننا أن نستنتج ان مناخـــا باردا قد ساد فترة ما بينما ساد مناخ دافيء في الفترة التي اشتدت فيهـــا عملية التعرية .

ومما يجد ذكره اننا يمكننا استخدام التنوع المختلف للتجوية خلال فترات الدفء والبرودة للبلايستوسين في التوصل الى أطول فترات الدفء . ففي خلال فترات الدفء تتجرد الترسبات الجليدية الحاوية على الكلســـس بصورة سطحية من الكلس متحولة الى صلصال . ولم تترك المناطق التـــي

أصبحت صلصالية بهذه الطريقة اية بيانات حرارية مضبوطة الا انها تعطي ايماءات على فترة دوام ذلك المناخ الدافيء بواسطة سمكها .

ويمكننا استخدام كل من النبات والحيوان كشواهد على المناخ البارد والدافيء فيما اذا كانت المتطلبات الحرارية لهما معروفة ، ومن ملاحظة هيئة الانواع الظاهرة لهما ايضا . والمثل الاحسن لهذا الاسلوب يقدمه تحليل حبوب اللقاح التي يمكن التوصل بواسطتها الى نوعية النباتات المختلفة السائدة ومن ثم تحديد نوع المناخ ، اما في حالة الحيوانات فهناك صعوبات ناتجة عن تجوالها . والحقيقة ان حيوانات الرنة التندرية التي تقطع سنويا مايزيد على ٧٠٠ كم في تجوالها احيانا توضح ان ما يعثر عليه بصورة منفردة لا يعطينا مفتاحا تراجعيا للتعرف على المناخ .

والحقيقة ان المستنقعات الحاوية على المواد النباتية اليابسة تتكون في العروض المعتدلة « يقوم ما يقرب من ٩٠٪ من المستنقعات الحالية هذه الى شمال دائرة عرض ٤ درجة شمالا » وهي تعطي ايماءات عن المناخ المعتدل الا انها بمفردها لا تمثل لنا ادلة على مثل هذا المناخ وذلك لامكانية تكوينا في حالة هبوط الارض ، اضافة الى حدوثها بشكل منفرد في المناطق المدارية .

شواهد مناخية لظروف التساقط :

فيما يأتي نورد بعض الاشارات التي تدل على سيادة المناخ الجاف وهي :

١ – المعروف ان الملح يفصل في المناطق الجافة اما في التربة او فوقها ، وبما ان نقله يتطلب كمية معينة من الماء لذا فان فصله يتم في السهوب بصفة خاصة وبمقياس اقل في الصحاري ثم في البحيرات الملحية والبرك الساحلية للمناطق الجافة ايضا . اما انفصال الملح فيتم في المناطق الاخرى الا انه يبقى مقتصرا محليا . ونظرا لنشاط عملية فصل الملح بواسطة الحرارة فان الترسبات الملحية الكبيرة تشير الى سيادة مناخ دافيء جاف .

٢ ـ وتتميز الصحارى بسيادة التجوية الميكانيكية والكمياوية ، وبما ان هذا ينطبق على الصحارى الباردة والحارة ايضا لذا فان الصحارى لا تعتبر شواهدا على ظروف الحرارة بل العكس ، اذ هي تمثل شواهد واضحة للمناخات الجافة .

٣ ـ وللرياح اهمية خاصة في نقل المواد في الصحراوات ، كما تشير تموجات المواد الى المناخ الجاف ، الا انه يجب عدم الخلط بين التموجات الناتجة عن الرياح وتلك الناتجة عن الماء . ويمكن التثبت من ذرات الرمال على عمل الرياح التي تشير من جهتها الى الخصائص الصحراوية للاقليم ومن ثم المناخ الجاف .
واخيرا تشير تربة اللوس Loss الى عمل الرياح في المناطق الجافة ايضا . وتعتبر السهوب الباردة والمعتدلة مناطق لرواسب هذه التربة . وعليه فان وجودها يستنتج منه على المناخ الجاف والمناخ البارد أيضا .

٤ ـ هناك بعض الشواهد عن المناخات الجافة أيضا يستدل عليها من الحيوانات والنباتات الا انه في هذا المجال يجب الاخذ بنظر الاعتبار امكانية تكون خصائص تساعد النبات والحيوان على تحمل الجفاف دون ان يشترط في ان يكون المناخ جافا . وبصورة عامة فان النباتات والحيوانات لا تكون صالحة للاستخدام كشواهد للمناخ الا بشروط .

اما الاشارات التي تدل على سيادة المناخ الرطب فمنها :

١ ـ لقد ذكرنا ان مايميز المناخات الجافة سيادة التجوية الميكانيكية ، اما بالنسبة للمناخات الرطبة فان التجوية الكمياوية تظهر في المقدمة ، حيث يعتبر الصلصال المتكون من صخور الصوان هو انموذج لهذه التجوية ، لذا يشير « وجود الصلصال » الى مناخ رطب . ومع ذلك فانه لم يوضح بشكل كامل فيما اذا كان المناخ الضروري لتكوين الصلصال يجب ان يكون مداريا أو أنه يتكون في المناخات المعتدلة الرطبة ايضا .

٢ ـ ترتبط تكوينات المستنقعات ذات المواد النباتية اليابسة ومن ثم طبقات الفحم بالتالي بالمناخ الرطب بل وبالمناخ المعتدل ايضا ، لذا لاتعطي الطبقات الفحمية وترسبات المستنقعات ايماءات عن المناخ الجاف .

٣ ـ تعتبر البحيرات المتحجرة ادلة واضحة عن المناخ الرطب والتي يمكن ملاحظتها ((في ترسباتها واشكالها الناتجة عن التعرية فيها))بصفة خاصة في الحوض الاعظم(١) في امريكا الشمالية ، واستنادا الى منطقة هذه البحيرات فقد جرت المحاولات للتوصل لمعرفة كمية التساقط في وقت حياتها .

الزمن	التساقط السنوي بالملمترات
الاوليكوسين الاعلى	١٠٠٠
الميوسين	٧٥٠
البلايوسين الاعلى «استنادا الى نوع أخر من النبات»(١)	٤٠٠
البلايوسين الاعلى	٥٠٠ او اكثر
البلايوسين الاوسط والاسفل	٥٠٠ او اكثر
الزمن الحالي	٤٠٠

٤ ـ تترك قطرات المطر اثرا ورائها في الرمال او الطين والتي يمكن أن تبقى ثابتة احيانا بشرط اساسي هو انها يجب ان تكون كبيرة وان لاتسقط

(١) هناك بعض البيانات عن كمية التساقط السنوي لفترات مختلفة استنتجت من المقارنة بين عناصر النباتات المتحجرة والحالية في الحوض الاعظم .

(٢) وفيما يخص النباتات كشواهد مناخية تشير دائما الى انها توضح بصورة عامة العمل المشترك للتساقط والحرارة ، لذا فليس من الممكن دائما فصل هذين العاملين عن بعضهما تماما .

بكثرة لان كثرة سقوطها يعمل على غسل آثار الامطار السابقة . لذا فان قطرات المطر المتحجرة لا تشير الى مناخ رطب فحسب ، بل والى مناخ جاف ذي زخات متفرقة .

شواهد للضغط والرياح :

وبهذا الصدد نورد الشواهد الآتية :

بما أن الرياح تقابل الجهات المنبسطة للكثبان الرملية وتموجات الرمال وان جهتها الاخرى المنحدرة محمية منها ، لذا يمكن التوصل من وجود هذه الاشكال الى اتجاه الرياح وقت نشوئها . والاكثر من ذلك هو أن العلاقة بين سرعة الرياح وحجم الذرات المنقولة معروفة ، وهذا ينتج عنه انه بالامكان التوصل الى معرفة سرعة الرياح من حجم ذرات المواد المترسبة وقت ترسبها. وتعطي سرعة الرياح واتجاهها اشارات عن توزيع الضغط ، وعليه يمكن التوصل من موقع ومواد الكثبان المتحجرة الى توزيع ضغط الهواء اثناء نشوء الكثبان .

الا أن الامر يصبح اكثر تعقيدا اذا كانت المشكلة تدور حول نقل الرياح للمواد الناعمة الخفيفة ، تلك التي تنقل بواسطة الاضطرابات ليس بالقرب من سطح الارض بل الى ارتفاعات كبيرة . وفي هذه الحالة يجب الاخذ بنظر الاعتبار ظروف الرياح العالية ، تلك التي تتمكن اظهار انحرافات كبيرة عن الرياح الارضية . ويقدم انفجار بركان هكلا في ايسلند ١٩٤٧مثلا على ذلك ، فقد حمل الرماد المنبعث من البركان الى ارتفاع زاد على ٩ كيلومترات مبدئيا وباتجاه جنوبي شرقي ، الا انه لم يلبث ان تحول نحو الشرق ثم الشمال الشرقي هابطا في نهاية طريقه بطيئا في طبقات واطئة ، واخيرا نزل فوق فنلنده ممتزجا بالامطار . ان الاثر الذي تتركه الرياح في نحتها وكذلك موقع الاشجار الساقطة والكوات الجبلية المعلقة لا سيما اذ ظهرت تلك الكوات بمقياس كبير في جهة الجبال المحجوبة عن الرياح قد يشير الى اتجاهها . وعلى كل لايلعب اتجاه الرياح بمفرده دورا هاما في تكوين هذه الكوات بل ان الموقع مقابل الاشعاع الشمسي هو الاخر مهم ايضا .

شواهد عن تغيرات جوية فصلية :

وهنا نورد الشواهد الآتيـــة :

١ ـ أن لدرجات الحرارة المختلفة ولظروف التصريف الفصلية تأثير مهم على الرواسب التي تجلبها الانهر أولاً وعلى ترسيبها ثانيا . فالملاحظ ان الانهر تجلب معها في الاوقات التي تكون فيها وفيرة المياه مواد ذات أحجام كبيرة نوعا ما بينما لاتجلب معها في الاوقات التي تكون المياه فيها قليلة الا المواد الناعمة والتي تترسب بعد ذلك . ولقد امكن التثبت حاليا من هذا التبدل الفصلي للترسبات ، بمثال اخذ عن بحيرة زوريخ ، حيث وجد أن المواد الخشنة تترسب صيفا اما الناعمة منها فتترسب شتاء .

٢ ـ تشير طبقات الزمن الجليدي المكونة من الرمال والطفل الى الاختلافات الفصلية في تصريف المياه ، وفي هذه الطبقات تتناوب الطبقات الصيفية المكونة من مواد ناعمة رقيقة غامقة غنية بالطفل . ويطلق على الطبقتين المكونة من مواد ناعمة رقيقة غامقة غنية بالطفل . ويطلق على الطبقتـــين اللتين هما من نوع واحد الفارفا Warwa (١) ، وهي في معظم الاحوال ذات سمك يصل عدة سنتمترات . ومن عدد الفارفا الطباقية السنوية نتمكن من قراءة عدد الســنوات الضرورية لتكوين هذه الرواسب .

٣ ـ المعروف ان الحلقات السنوية للاشجار تشير الى اختلافات النمو في فصول السنة ، وتتكون هذه الحلقات بصفة خاصة في اشجار العروض الوسطى بشكل منتظم ، لذا يمكن استخدامها لتعيين عمرها باستخدام الطريقة المسماة كاربون ـ ١٤ (٢) . ورغم ندرة وجود الحلقات السنوية في طبقاتنا الكاربونية مثلا فاننا يمكننا قبل كل شيء ارجاع ذلك كليا الى مناخ مداري منتظم خلال الزمن الكاربوني . وما عدا ذلك فان هناك مايدل على ان هـذا

---

(١) اصطلاح ماخوذ من اللغة السويدية .

(٢) وهذا مـــايعرف بالقياس الشـــجري للـــزمن Dendochronology أي بيان مناخ منطقة ما بواسطة حلقات الجذع .

الاستنتاج لايمكن تحققه دائما ، بل يجب ان يلاحظ ايضا ان نباتات اي زمن لم تكن بحالة تستجيب معها الى التغيرات الفصلية لشروط النمو بحلقات سنوية بارزة .

واستنادا الى هذه الحقيقة يمكننا القول ان الحلقات السنوية تمثل شواهد مناخية لايطمئن اليها تماما لان وجودها يشير الى الاختلافات الفصلية في شروط النمو المناخية .

السير المناخي :

لقد اشرنا دائما عند تقديرنا للشواهد المناخية الى ان تعليل الشواهد المناخية المنفردة يصطدم بالعديد من الصعوبات ، لذا فان اقرار مناخ ما يجب ان لا يتركز على شاهد مناخي واحد بل الى العديد من الشواهد قدر الامكان . وعليه يمكن تمييز صفات مناخ لفترة زمنية بصورة عامة ، الا ان هذا يجب الا يفهم منه اننا بامكاننا التوصل الى المميزات المضبوطة للمناخات السابقة كما اعتدنا عليه بالنسبة لمناخنا الحالي .

والواقع انه يمكننا تخطيط صورة لتاريخ الارض ، مستندين في ذلك على الشواهد المناخية العديدة والممكن استخدامها ، وذلك كما يأتي :

١ ـ فمن الزمن ما قبل الكامبري لا توجد الا القليل من الشواهد المناخية ، الا ان هناك اشارات على التجلد في القسم الاسفل من تكوينات Algonkium (١) وذلك في امريكا الشمالية وجنوب افريقيا .

٢ ـ وفيما يخص فترة الانتقال من عصر ما قبل الكامبري الى الكامبري هناك اشارات عديدة عن التجلد نجدها في الترسبات المعروفة Tilliten (٢)

---

(١) تكوينات جيولوجية لعصر ما قبل الكامبري ، سميت بهذا الاسم نسبة الى عشيرة هندية كانت تسكن امريكا الشمالية .

(٢) حجارة كلسية مرصوصة تنتمي الى الزمن البرمي ـ الكاربوني واقدم الازمنة الجيولوجية ، وتتكون بشكل غير طبيعي مختلطة وحاوية على حجارة مخدشة ومصقولة .

ورغم ان التنظيم الزمني لا يطمئن اليه كاملا في بعض الاحوال ، فان الفرد يميز هذه التجلدات بصورة عامة بالتجلدات السابقة للكامبرى ، ولقد وجدت شواهد هذا التجلد « باستثناء جنوب امريكا والانتاركتيكا » في كل اجزاء الكرة الارضية ، انظر الشكل . وتشتهر سلسلة من الرواسب السابقة « حتى ٥٠٠ متر» في استراليا وكرينلند ، كما ان الموجود منها في جنوب افريقيا واسع حقا ، لذا فان مثل هذا التجلد الذى يشمل مساحات واسعة من العالم يشترطه توافق في فعالية التساقط ومناخ قليل البرودة .

٣ ـ هناك ترسبات جيرية تنتمي للزمن الكامبرى معروفة ومنتشرة بنطاق واسع على نقيض الحقبة الزمنية التى ذكرت آنفا ، ومن هذه الترسبات يمكننا الاستدلال على مناخ دافىء منتظم حقا كان يشمل الكرة الارضية كلها . كما ان الجبس والملح الصخري في سيبيريا بصفة خاصة وفي بعض الجهات الاخرى من الكرة الارضية ايضا يشير الى وجود مناطق جافة في هذا الوقت .

وقد عثر في العصر السيلوري على رواسب تعتبر دليلا على البحار الدافئة وتنتشر مثل هذه الرواسب بصفة خاصة في امريكا الشمالية ، شمال اوربا وشمال آسيا أي المناطق القطبية لنصف الكرة الشمالي . ولقد كانت المناطق القطبية الشمالية دافئة بصورة عامة ، الا انه مما يضعف هذا الراي وجود آثار تجمد في أماكن متفرقة من امريكا الشمالية ، وعليه فان بيان حالة المناخ في هذه الفترة الزمنية يبقى ناقصا ، ومما يزيد المشكلة هذه تعقيدا عدم وجود شواهد مناخية في نصف الكرة الجنوبي .

وفيما يخص العصر الديفوني يستدل من انتشار الشعاب المرجانية فوق نصف الكرة الشمالي «وسط اوربا ـ كندا وشمال اسيا» على وجود مناخ دافيء ، اما المناطق المجاورة وهي سلاسل الجبال الكاليدونية فتظهر انها مناطق جافة . وتظهر اثار التجمد في جنوب افريقيا ، بينما تشير الشعاب المرجانية الى مناخ دافيء بالنسبة لاستراليا .

ولقد تميز العصر الكاربوني بمناخ دافيء رطب الا انه لم يكن متساويا في

شكله تماما . فتزحزح نطاق الفحم الرئيس في اوربا من الشمال الى مناطق القارة الوسطى يحتمل أن يكون مرتبطا بتزحزح نطاق المناخ الرطب . أما في نصف الكرة الجنوبي فان ظهور التجلدات (التجلدات الكاربونية ـ البرمية) وخاصة في استراليا يجعل المناخ فيها على نقيض سابقه .

وتظهر القارات الجنوبية في العصر البرمي « بضمنها الهند » تجلدا واسعا ، ذلك الذي بدا في العصر الكاربوني « التجلدات الكاربونية ـ البرمية » وما عدا قارة القطب الجنوبي فان الشواهد على الجليد تكاد تكون معدومة . ولقد حدثت عدة تجلدات ، بدا بها تحرك الجليد أحيانا من الاستواء الحالي متجها بعيدا .

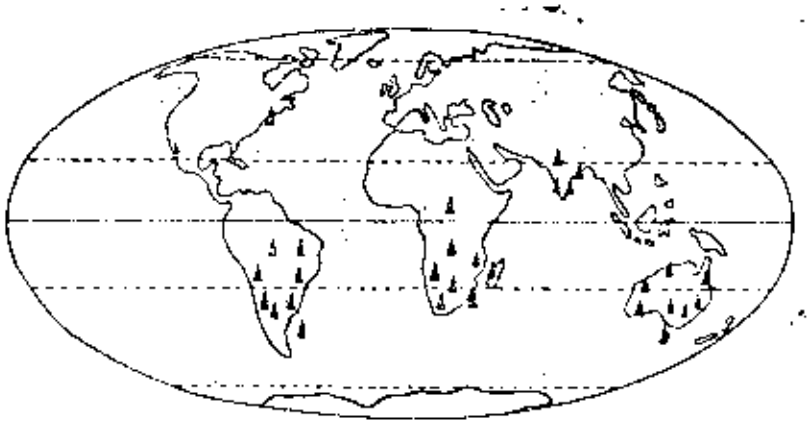
اما فوق نصف الكرة الشمالي فالحال هو عكس القارة الجنوبية «تحسب الهند بضمنها» حيث تنعدم اثار التجلد الكاربوني ـ البرمي ، فهنا توجد شواهد تدل على مناخ جاف . ولقد اثبت في بعض الاحيان حدوث جفاف متطرف في اوربا واقسام كبيرة من امريكا الشمالية ، كما حدث بالاضافة الى ذلك ومن حين الى آخر في الاقل دفء كبير امتد حتى القارة القطبية الشمالية .

أما العصر الترياسي فقد تميز بالنسبة لنصف الكرة الشمالي واجزاء كبيرة من نصفها الجنوبي بالحرارة والجفاف . والى جانب هذا فقد تكونت الصحارى والسهوب ونشأت المالح الواسعة . ولقد كانت درجة الحرارة عالية نسبيا حتى داخلية القارة القطبية الشمالية ، أما التناقضات الحرارية على الارض فلم تكن كبيرة جدا ، كما بدا المناخ في نهاية العصر الترياسي بالتبرد والرطوبة .

وفي عصر الجورا كانت الحالة بصورة عامة أدفأ مما هي عليه في الوقت الحاضر . وفي اللياس Lias (١) لم تصل درجة الحرارة درجتها في الاوقات

---

(١) القسم الاخير من الجورا .

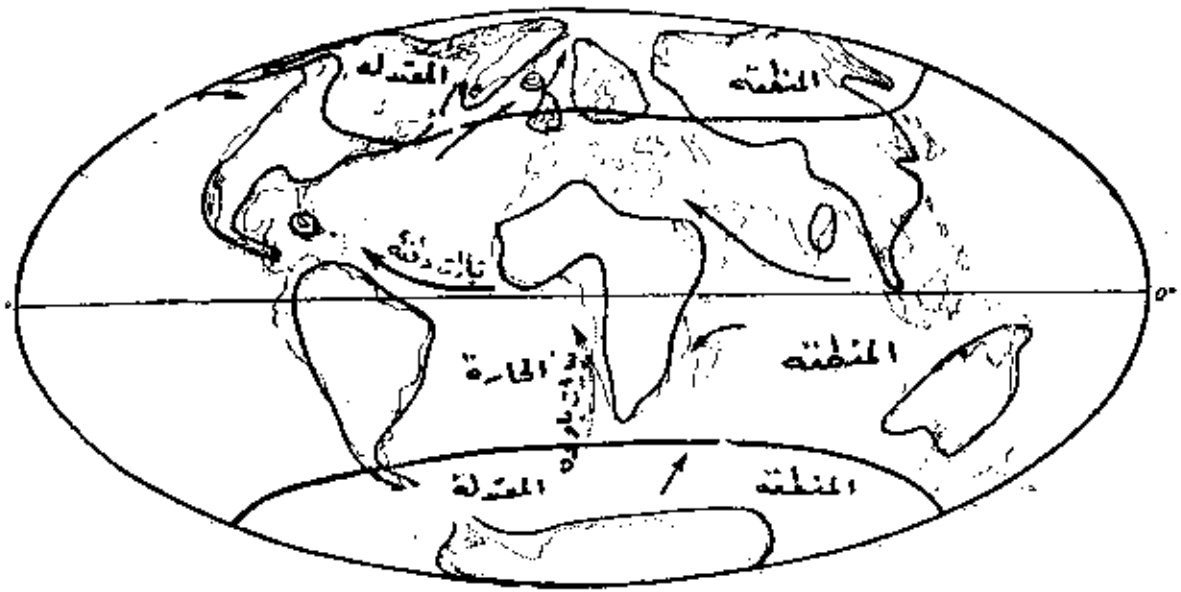


توزيع الجليد خلال الفترة البرمية الكاربونية

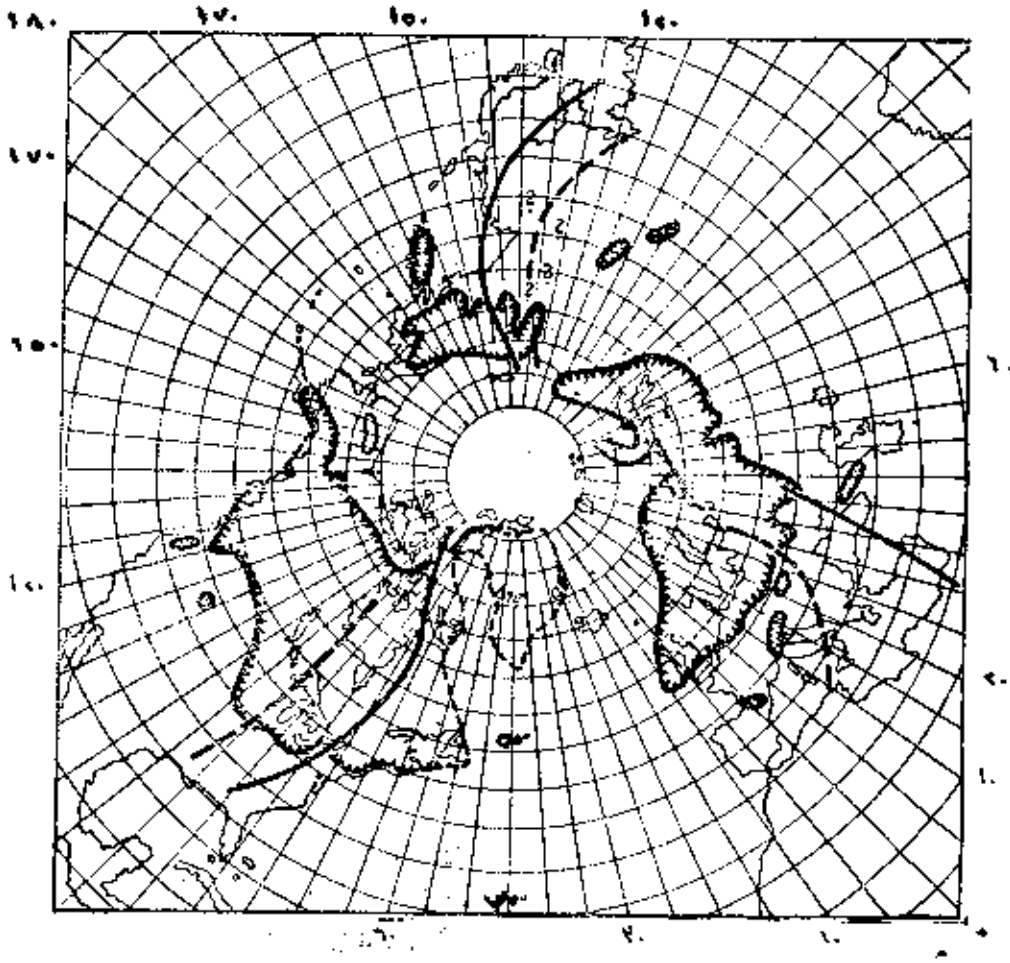
التي كانت فيها الحرارة عالية ، اذ بقيت الحالة باردة نسبيا ورطبة . ولقد أعقب المناخ الرطب في الياس أوقات جفاف ، بينما انعدمت في الياس التناقضات الحرارية القوية على الارض « نباتات كثيرة في منطقة القطبين » ، الا ان هذه التناقضات اخذت بالكبر مع استمرار عصر الجورا ، ويشير الى ذلك انعدام المرجان في الشمال الذي يميز المنطقة المعتدلة الباردة الواقعة شمال نطاق الغابات المخروطية .

٤ ـ خلال الزمن الطباشيري : تميزت اجزاء واسعة من الارض بالدفء وبالرطوبة الى حد ما . ولقد اتصلت الانطقة الوسطى بالمناطق المعتدلة كما شملت المناطق القطبية أيضا ، وتوضحت بعض التيارات البحرية الدافئة « مثاله تيار الخليج الدافيء وتيار اكولاس Agulhas » كما اظهرت المناطق الجافة موقعا قريبا من الحالي . ولقد ارتفعت درجات الحرارة وازداد الجفاف بمرور الزمن الطباشيري ، ولو انهما لم يكونا شديدين مثل ما حدث في الجورا.

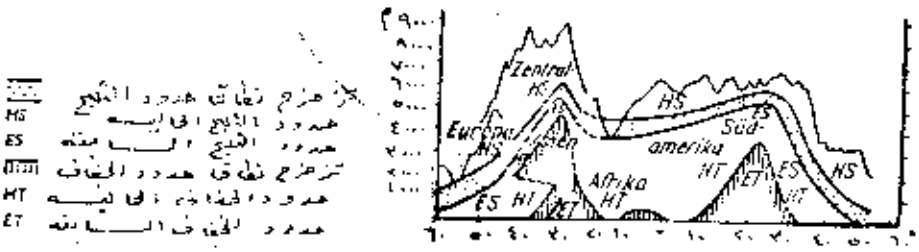
وفي العصر الترشيري القديم « بلايوسين ـ ايوسين ـ اوليكوسين » كان المناخ دافئا بشكل منتظم نتج عنه (ما عدا المنطقة الدافئة ، التي امتدت حتى العروض من ٤٠ ـ ٥٠) تكون منطقتين معتدلتين وصلت فيهما الاشجار حتى داخل المناطق القطبية ، وقد حدث في الميوسين تبرد بصورة واضحة ، ومع ذلك فقد بقي المناخ عموما « خاصة في اوربا » ادفا منه حاليا ، كما اظهرت اوربا من حين الى اخر جفافا كبيرا اكبر مما هو عليه اليوم . ويتميز البلايوسين بمناخ مشابه لمناخنا الحالي مع زيادة في الدفء . والذى يجلب الانتباه بصفة خاصة ان توزيع المناطق يجب ان يكون بشكل يناسب التوزيع الحالي ، ومن ثم فان المناطق الحالية الرطبة قد اظهرت التساقط قبل زمن البلايستوسين بينما تميزت المناطق القاحلة حاليا بالجفاف. وعلى كل فان النطاق الجاف يمكن ان يكون في البلايوسين قد توسع باتجاه القطب قليلا .



الناطق المناخية خلال الزمن الترشيري



انتشار جليد البلايستوسين على يابس نصف الكرة الشمالي



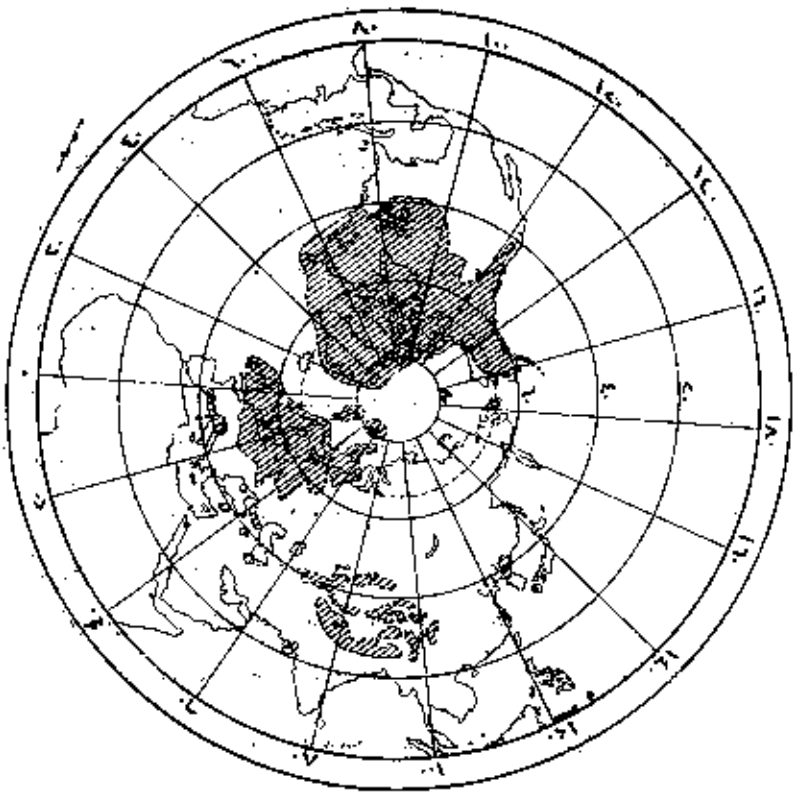
حدود الثلج والجفاف في الوقت الحاضر وفي زمن البلايستوسين

٥ ـ أما الزمن الرباعي « البلايستوسين والهولوسين » فقد تميز بالجليد الواسع من ناحية وبانتقال غير منتظم الى المناخ الحالي من ناحية اخرى . وقد بدا خلا البلايستوسين انخفاض في درجة الحرارة بلغ اكثر من ١٠ درجات ، لذا فان انخفاض خط الثلج الذى بلغ في المتوسط ١٠٠٠ متر وانخفاض حدود الجفاف كذلك كانا مرتبطين ببعضهما ، انظر الشكل . ولقد نتج عن عملية تزحزح الحدود هذه ظهور تساقط في مناطق عديدة هي اليوم تتميز بقحولتها .

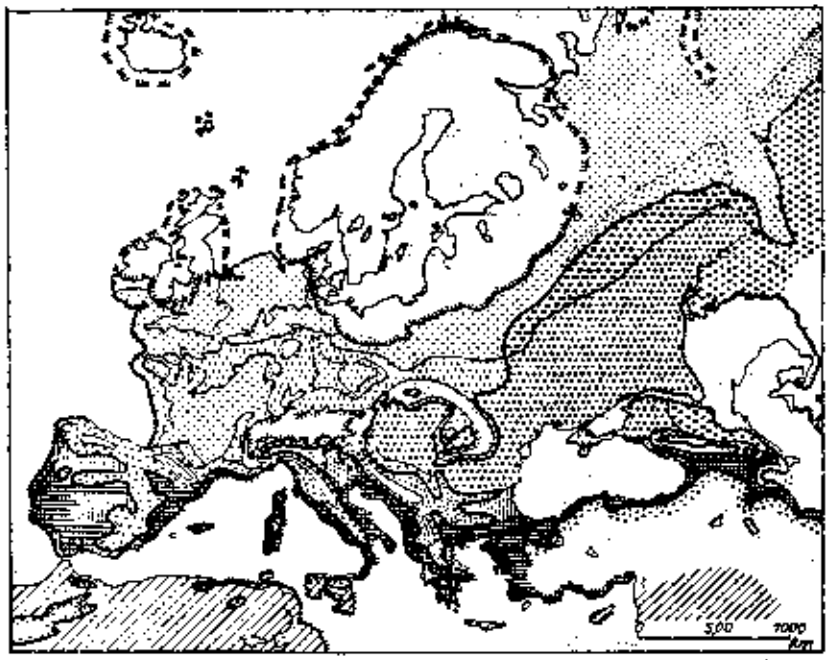
ولقد حدث خلال هذا العصر ان فاض بحر قزوين غامرا مـــا جاوره ومتصلا بالبحر الاسود ، والمعتقد أن ارتفاع مستوى الماء هو نتيجة انخفاض معدلات التبخر صيفا بسبب هبوط درجة الحرارة . كما سبب التساقـط المتزايد في الحافات الجنوبية للصحراء الكبرى تكوين بحيرات عذبة دلت عليها الترسبات البحرية ، كما زادت مساحة وعمق بحيرة تشاد ، ووجدت بحيرات اخرى في الصحراء الكبرى ما بين مرتفعات تبستي وانديّ .

ومما يساعد على انتقال الانطقة المناخية هو التبـدل من التجلـد الى التسخين . ولقد كان المناخ بصورة عامة في الاوقات الباردة ابرد منه حاليا وفي الاوقات الدافئة مشابها للمناخ الحالي او اقل منه دفئا .

وفيما يخص مقدار التراجع الحراري خلال الاوقات الباردة وكذلك سمك طبقات الغلاف الغازي التي شملها موضوع التبرد فاننا لا نجـد هناك اتفاقا عامـــا بـــين الاراء . واســـتنادا الى ما جـاء به بيدل J. Budel يمكننا معرفة المناطق المناخية الخاصة بقارة اوربا وذلك خلال زمن الفرم . وبصورة اساسية نجد ان المناخ كلما كان ادفأ كلما ابتعد الانسان عن حافة الجليد ، كما ويتعرض نظام نطاقات النباتات الموازي لحافات الجليد الداخلي الشمالي للتغير بواسطة الجليد القادم من الجبال ، ولذا تتكون بالنسبة لوسط أوربا صورة معقدة حقا لتوزيع المناطق المناخية والنباتية .



انتشار اثار التجلد في الزمن الرابع على سطح الكرة الارضية



المناطق المناخية لاوربا خلال الزمن الجليدي الغربي

ولقد تميز الزمن الذى تلى الجليد الداخلي بارتفاع درجة الحرارة التي عادت فانخفضت قليلا في بعض الاحيان وذلك قبل ما يقرب من ٥٠٠ ـ ٦٠٠ سنة وهذا معناه أن حدوث التبدل في درجة الحرارة لم يكن منتظما ومما يوضحه ما يأتي :

ازمـــان باردة	ازمان دافئة وزمن ما بعد الجليـد	المنـــاخ
	«شبه الاطلسي»(١)	مناخ حالي ، محيطي
	Suboreal (٢)	زمن الدفء المتاخر ، قاري
	الاطلسي(٣)	زمن الدفء الاوسط ، ادفأ مما هو عليه اليوم
	Litorina (٤)	محيطي
	Boreal (٥)	زمن الدفء الاسبق ، قاري شبه قطبي
زمن درياس الحـــديث	Dryas	من ٨–١٢ درجة ابرد مما هو عليه اليوم تقريبا
زمن درياس القديم فرم «الزمن الجليـــدى الاخير للبلايستوسين»		ادفأ مما هو اليوم تقريبا
« يقابله وسكونسن »	رس/فرم	من ٨–١٢ درجة ابرد مما
(٢) رس ويعرف « يقابله الينوى »	Saale	ادفأ مما هو اليوم ببضع درجات
(١) منذل ويعرف « يقابله كنساس »	Elster منذل/رس	ابرد اساسيا مما هو اليوم
كينـــز		معتدل أبرد مما هو اليوم
« يقابله نبراسكا »	كينز/منذل	

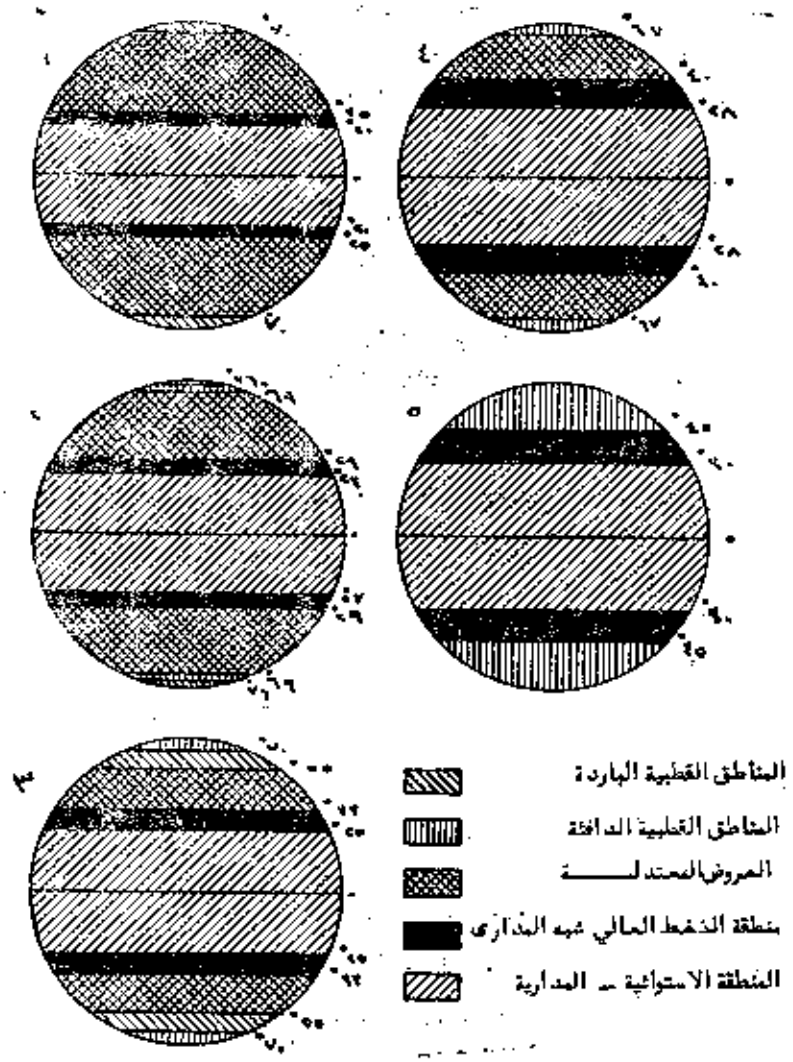
(١) مابعد زمن الدفء أو ما يعرف زمن أشجار الزان حيث سادت غاباتها الجبال الوسطى العالية في المانيا .

(٢) من ٢٥٠٠–٥٠٠ ق.م ، وهو من الازمان الدافئة التي تعرف « زمـــن البندق » حيث وصل فيه انتشار اشجار البندق بعدا كبيرا ، كما بدا في حوالي نهايته توغل غابات السنديان الخليطة في مناطق غابات البتولا والصنوبر .

(٣) يعرف زمن غابات البلوط الخليطة ويمتد من ٥٠٠٠–٢٥٠٠ ق.م .

(٤) وهو بحر كان يمتد حتى نطاق البحر الشرقي الحالي .

(٥) يمتد من ٧٠٠٠–٥٠٠٠ ق.م



التوزيع التخطيطي للمناطق المناخية في حقب مختلفة

١ ـ الترياسي

١ ـ البرمي الاعلى

٣ ـ الزمن الجليدي

٤ ـ الايوسين ـ اوليكوسين ـ ميوسين

٥ ـ الباليزوي

ونظرة شاملة على التطور المناخي لوسط اوربا تشير الى ما يلي تقريبا :

	درجة الحرارة	التساقط
هولوسين	قبل ٥٠٠٠ـ٦٠٠٠ سنة اذفا قليلا مما هو عليه اليوم	شبيه بالحالي تقريبا
البلايستوسين	متبدل كثيرا بين ازمان دافئة وباردة	شبيه بالحالي تقريبا
الترشيري	دافيء اولا «شبه مداري» ثم اصبح باردا تدريجيا	جاف محليا بين حين واخر
الطباشيري	دافيء	الطباشيري الاسفل رطب بصفة خاصة
الجورا	الاعلى دافيء والاسفل بارد	الجورا الاسفل رطب والاعلى منه رطب
التريلس	دافيء	قاحل جدا
Zechstein (1)	دافيء	رطب اولا بشكل عرضي ثم جاف
Rotliegen (2)		
الكاربوني	دافيء	
الديفوني	دافيء	
السيلوري		
الكامبري		

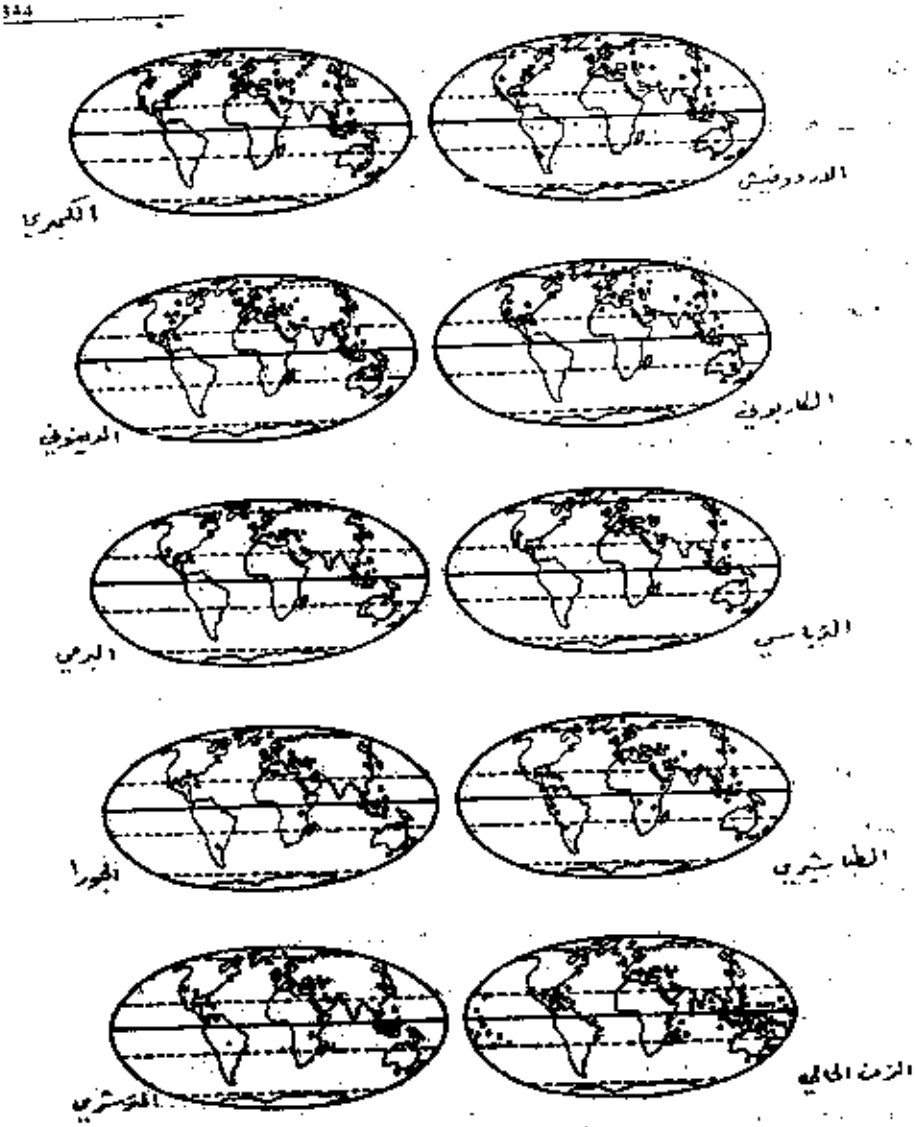
ورغم زيادة عدم الاطمئنان للبيانات المناخية مع زيادة التباعد عن الزمن الحالي ، فاننا يمكننا ادراك وجود سير متبدل من الحرارة والرطوبة في مجريات تاريخ الارض . والى جانب ذلك هناك ثلاثة فترات تطابق العمر الحقيقي للزمن الجليدي هي :

١ ـ فترة ما قبل الكامبري ـ الكامبري

٢ ـ الفترة الكاربونية ـ البرمية

(١) وهو القسم الاعلى لتكوينات العصر البرمي في المانيا ، نشا بواسطة الرواسب البحرية .

(٢) وهو القسم الاسفل للعصر البرمي، وقد جاء اسمه من مناجم الملح الالمانية



تزحزح نطاق الشعاب الاستوائيه عبر التاريخ الارضي

٣ ـ البلايستوسين

ورغم اثبات التغيرات المناخية الظاهرة في سير تاريخ الارض كتذبذبات مناخية بصورة عامة «رغم استمرارها فترة طويلة من الزمن » تظهر هنـــاك تغيرات مناخية حقيقية مـــاهمة ايضا .

وتشير تغيرات نطاق الشعاب بمرور التاريـــخ الارضي على ذلك الا ان نطاق الشعاب انتقل بعده نحو الاستواء اكثر فاكثر كما يتوضح ذلك بصفـة خاصة عند ملاحظة اوربا وافريقيا .

ونستنتج من ربط الشواهد المناخية ودورة الغلاف الغازي العـــامة الحالية ، ان الدورة العامة نشات في شكلها الاسـاسي الحالي منذ الترشيري، كما ان هناك راي يؤكد على ان دورة الغلاف الغازي في شكلها الاساس الحالي وفي الزمن الجيولوجي القديم واحدة .

نظريات التغير المناخـي :

اذا كان تعيين المناخات للحقب الزمنية امرا صعبا ، عنده يمكن القول ان تعليل التغيرات المناخية التي ذكرت سابقا اكثر صعوبة ان لم يـــكن امـرا مستحيلا . ومن الطبيعي ان يظهر هنا التساؤل عن اسباب التغيرات في ســير المناخ . وصعوبة المشكلة بكاملها هي عدم وجود نظرية يمكنها اليوم توضيح الحقائق كافة التي امكن تاكيدها ، كما ان الاراء العديدة لا يمكنها الا ان تفسر الحقائق جزئيا ، ومن ثم فلا يمكن ان ينتج عنها الا نتيجة جزئية ايضا .

وهناك مجموعتان من الاسباب لتعليل التغيرات المناخية التي تكلمنا عنها: واحدى هذه المجموعات من المسببات ترتبط مـع الارض بعلاقة ، لذا فـوف نميزها كمجموعة المسببات المختصة باليابس، اما المجموعةالاخرىمن المسببات فهي تؤثر من الخارج . وتوجد في هاتين المجموعتين اسباب عدة يمكن تصنيفها كمـا ياتي :

المجموعة الاولى	المجموعة الثانية
١ـ باطن الارض	١ـ تغيرات عناصر مسار الارض
٢ـ سطح الارض	٢ـ امتصاص الاشعاع الشمسي من قبل المواد النجمية
٣ـ ملوحة المحيطات	٣ـ تغيرات ثانوية للاشعاع الشمسي
٤ـ الغلاف الغازي	
٥ـ الانتقال القطبي والتزحزح القاري	

لقد اعتقد زمنا طويلا ان باطن الارض يشترك في هيئة المناخ اكثر مما تعطيه الارض الى الجو والغلاف الغازي من حرارة ، ويرجع هذا الاعتقاد الى عملية التبرد المستمرة لجسم الارض اولا ، الا ان الاكتشافات عن حدوث جليد في حقب جيولوجية مختلفة اشار الى حدوث تذبذبات مناخية لفترة زمنية طويلة لا يمكن تفسيرها عن طريق عملية التبرد المستمرة .

ولقد جاء فكنر A,Wagner بنظرية حديثة وهي ان لباطن الارض تأثيرا كبيرا على المناخ رغم انه يتمثل بشكل آخر . وتنطلق هذه النظرية على اساس وجود علاقة بين تكون الجبال والازمان الجليدية. فالحرارة المتحررة في باطن الارض بواسطة تجزء المواد الاشعاعية تستهلك في اوقات تكون الجبال بنطاق واسع ، ويقود هذا الى حدوث تبرد على سطح الكرة الارضية ثم نمو الثلاجات وحدوث ازمان جليدية . اما في الازمان التي تتميز بالهدوء التكتوني فهو على العكس اذ يحدث تيار دفء قوي من باطن الارض يمكنه ان يقود الى اذابة الكتل الجليدية .

والواقع ان عدم تقديم النظرية هذه لاية بيانات عديدة من جهة، ثم عملية الفصل الزماني والمكاني لتكوين الجبال والجليد الذي يتلوه ، يدفعنا الى عدم اخذها دون احتراس ، بل ان ذلك قد يدفعنا الى التفكير بعكسها .

... ويمكننا المتوصل لمعرفة اسباب التذبذبات المناخية المرتبطة بسطح الارض لو بحثنا في توزيع اليابس والماء في الجهات المرتفعة . ورغم كل ذلك فانه لا يمكننا تعليل التذبذبات المناخية خلال التطور الجيولوجي من التغيرات التي تطرأ على سطح الارض ، على اساس أن التبرد ماهو الا نتيجة عملية الرفع ، لاسيما الجهات التي ترتفع بشكل واضح ، اذ ينتج عن هذا اعتراض شديد .

وهناك نظريات اخرى تنطلق من ملوحة المحيطات وهي ان كمية الملوحة الحالية البالغة ٣٫٥٪ تقلل نقطة التجمد ازاء الماء العذب بحوالي درجتين ، وبالمثل فان كمية ملوحة مياه البحر القليلة تعمل على تغطية البحر بالجليد بسرعة ، اما الكمية العالية فينتج عنها في الظروف الحرارية عينها تكون الجليد بنطاق قليل . ومما يجب اخذه بنظر الاعتبار بالنسبة لهذه النظرية أن حدوث تغير في كمية ملوحة مياه البحار والمحيطات منذ الزمن الكامبري لا يمكن اثباته .

والمعروف ان شدة الغيوم تقود الى زيادة كمية ثاني اوكسيد الكاربون في الجو ، كما ان التراب البركاني يقود الى شدة امتصاص الاشعة ، وبهذه الواسطة فان الاشعة الشمسية المتوغلة حتى سطح الارض تكون ضعيفة ، الامر الذي يجب ان يظهر عنه تبرد شديد قل ذلك او كثر . وعليه فاننا يجب ان نبرهن على حدوث زيادة في بخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون أو التراب البركاني لتعليل فترات البرودة . وبما ان تغيرات العوامل هذه اثناء سير التاريخ الارضي امر يصعب تقديره ، لذا تبقى هذه المحاولات التعليلية « التي تنطلق من تراكيب الجو المتغيرة » نظرية بحتة .

وتمثل انتقالات القطب والتزحزح القاري في سير تاريخ الارض اسبابا محتملةاخرى للتغيرات المناخية . ويقصد هنا بانتقالات القطب انتقال محور دورة الارض في الازمان المبكرة في الاغلب ، الا ان هذا كما يعتقد لم يحدث

بشكل اكثر منذ العصر الكامبري ، ويسود الاعتقاد في الوقت الحاضر على ان هناك تحولات نسبية للقطب ، ومثل تغيرات الموقع هذه يمكن ان تحصل في انكسارات الجبال وعند تزحزح المناطق القارية الخفيفة فوق الاسس السفلى الثقيلة « نظرية التزحزح القاري » .

ولا تعطي انتقالات القطب اطلاقا اسبابا للجليد البلايستوسيني لان القطب في هذا الوقت « وكذلك فيما سبقه » كان يوجد في المكان الذى يوجد فيه حاليا . ومن الناحية الاخرى يجب علينا ان نتبصر في استخدام تحولات القطب لتعليل الازمان الجليدية القديمة ومثال ذلك الجليد البرمي ـ الكاربوني .

اما مجموعة المسببات الثانية للتغيرات المناخية فهي تضم اولا تغير عوامل مسار الارض التي تتم وقتيا . ويتغير ميل مدار الارض بين القيم ٣٦° ٢٤° و ٥٨° ٢١° « طول الفترة ٤٠٠٠٠ عام » بينما يتغير انحراف مدار الارض في فترة تقرب من ٩٢٠٠٠ عام ، وان المحور الارض المخروطي الشكل يتزحزح في فترة تقرب من ٢١٠٠٠٠ عام . وعليه يمكن ارجاع تغير المناخ خلال الفترة الجيولوجية الرابعة الى هذه التغيرات الزمنية .

وتقود التغيرات في الموقع المتقابل مع الشمس ـ القمر الى تغيرات في كمية الطاقة التي تشعها الشمس . لذا فان ظروف الاشعاع كسبب للجليد هذا محتملة حقا . الا انه يحدث ان بعض الفترات ذات الاشعة القليلة لا يمكن البرهنة عليها بانها كانت مصحوبة بالجليد . كما يظهر ايضا ان التغيرات الوقتية للطاقة التي كانت الشمس تشعها ليست بحالة تمكنها تعليل او ايضاح الجليد الذى اشير اليه اثناء تطور الارض على شكل حالات متفرقة .

اما امتصاص المواد النجمية لاشعة الشمس فقد يعتمد احيانا كمسببات للتذبذبات المناخية . وتشير تذبذبات الاضاءة لبعض النجوم المتغيرة على وجود مواد نجمية متراكمة تعرف بالغيوم ذات اللون الغامق . ويقود السمك المتبدل للغيوم الغامقة هذه الى اضعاف متغير للطاقة المشعة من هذه النجوم . وبما

أن هذه النظرية التي تعطي مثلا امكانية تفسير الانخفاضات الحرارية المتعلقة بالارض بكاملها ، لا يمكننا اثباتها او دحضها ، لذا علينا ان لا نطمئن اليهـا كليـــا .

اما ما يخص التغيرات الثانوية للاشعاع الشمسي فيعتقد بصورة عامة ان قلة الاشعاع الشمسي يتبعها تراجعا حراريا، ومن ثم التهيؤ لتكوين الجليد . ومن ناحية اخرى فقد جاء سمبسون G. Simpson بنظرية مفادها ان تقوية الانهر الجليدية « اصطدام الانهر الجليدية » لا يمكن ان يتم في حالة قلة الاشعاع بل في حالة زيادته ايضا وذلك بفترة قصيرة بعد المرور خلال الحد الادنى . ومما يضعف هذه النظرية ان التبدل من دافيء الى رطب ومن بارد الى جاف لـم يكن موجودا في البلايستوسين .

واستنادا الى كل ما تقدم فان سلسلة المحاولات التوضحية للتغيرات المناخية تظهر اننا يمكننا تعليل تغيرات مناخية منفـردة بواسطة النظريات الموضوعة ، الا ان توضيح كل الظواهر بواسطة نظرية واحدة هو أمر غير ممكن . وبما أن التغيرات المناخية عمليات معقدة لذا فان تعليلها لا يكون الا عن طريق مجموعة من المسببات « مع بقاء وجود احتمالات كثيرة » ، وأن الظواهر المتشابهة النوع « كالتراجع الحراري مثلا » لا يمكن تعليلها الا بواسطة الجمع بين مختلف المسببات .

ان محاولات تعليل التذبذبات المناخية تتعقد احيانا لاعتماد العناصـــر والظواهر المناخية المختلفة على بعضها البعض بشـكل متناقض . كمـا ان النظريات التي قيلت في تعليل التذبذبات المناخية التي امكن التثبت منها لم تتمكن من اعطاء تفسير كامل لها بل اعطاء تفسير جزئي. اضف الى هذا انه ليـست بحوزتنا نظرية تتمكن من اعطاء اسباب نهائية للتبدلات المناخية للحقب الزمنية القصيرة تسببيا ومثال ذلك البلايستوسين ، وهنا لا يبقى للتفسير الا مجموعة من النظريات ايضا .

من كل ما تقدم ، يظهر لنا جليا أن التنبؤ عن التطور المقبل للمناخ هو أمر غير ممكن بصورة عملية ، وأن طريق حل هذه المشكلة لا يمكن الا بالقيـــام بأبحاث واسعة معقدة .

الباب الرابع

التصـــانيف المنـاخيـــة

الفصل الاول

التصانيف المناخية

لقد جرت محاولات كثيرة لتصنيف المناخ الى انماط مختلفة اعتمادا على اسس يضعها الذين ابتكروا تلك التصانيف . والواقع أن التصنيف المناخي ليس غاية بحد ذاته بل انه وسيلة تتخذ لاجل فهم كثير من الظواهر الموجودة في البيئة . ولذلك يمكن القول أن الغرض الرئيس من هذه التصانيف هو ايجاد دليل سببي معقول وسهل يسمح بعرض شامل للتباين الكبير للانماط المناخية ، اضافة الى ذلك فان من المشكوك فيه وجود تصنيف مناخي مقنع بدرجة كبيرة لاننا يجب ان نضم عدة انواع من المناخ في مجموعة واحدة . فعلى سبيل المثال عندما نطلق صفة المناخ الموسمي فان اذهاننا تحتوي في نفس الوقت على تناقضات كبيرة تمثلها مناطق لا تتطابق صفاتها ، وخصائصها المناخية تماما فقد شمل هذا الوصف الاجزاء الشرقية من قارة آسيا في نفس الوقت الذي يشمل فيه الهند ايضا رغم وجود اختلافات كبيرة بينهما . فضلا عن ذلك فان من الممكن ايجاز الاهداف التي توخاها واضعو التصانيف المناخية في تبسيطهم المنظم للمجاميع الهائلة التي تضم كل واحدة منها مساحة صغيرة والتي تختلف عن بعضها في تفصيلات قليلة، وضمها في مجاميع اقل عددا ووضع حدود واضحة لهذه المجاميع الجديدة ، ثم اعطاء وصف تحليلي للخصائص الرئيسة للوحدة السائدة لكل اقليم مناخي حتى يمكن إجراء مقارنة بين الاقاليم . وهو شيء مهم جدا من وجهة نظر البيئة البشرية ، وذلك لان اثر المناخ كبير في تقرير نوعية التضاريس وطبيعة التربة والنبات الذي يسود فوقها، وحتى اشكال الاستغلال البشرى تتاثر بنوع المناخ السائد فانواع المباني وطبيعة الزراعة تختلف من مناخ الى آخر . كذلك فان كل ما يعمله الانسان في

البيئة التي يسكنها يكون للمناخ قوة محددة فيها اما بشكل مباشر أو بصورة غير مباشرة .

وبالنظر لتعدد الاغراض التي تقوم من اجلها التصانيف المناخية فان التصنيف المناخي لاية منطقة قد يتغير تبعا للهدف الذي يريده ذلك التصنيف . ومعظم التصانيف المناخية الواسعة الانتشار كانت في الحقيقة محاولات لتقرير مدى علاقة ونوعية النبات الطبيعي على سطح الأرض بالظروف السائدة .

لقد ظهرت تصانيف مناخية عديدة كتصنيف كوبي C.E Koeppe وتصنيف ستراللر A. Strahler وتصنيف اليسوف وتصانيف قبلها مثل تصنيف أوستن‌ملر وهربرتسون، ديمارتون، بيرك، ايفانوف، بوديكه وكريكوري. الا ان تصنيفين ذاع صيتهما بين الاوساط العلمية اكثر من غيرهما الا وهما تصنيف كوبن Koppen وتصنيف ثورنتويت Thornthwait وسوف نتطرق بصورة موجزة للتصانيف الاخرى بينما سوف نفصل في تصنيف كوبن على وجه الخصوص .

تصنيف اليسوف (*) :

اعتمد هذا العالم السوفيتي في تقسيم العالم الى اقاليم مناخية على اصل وتوزيع الكتل الهوائية والجهات المناخية ، إضافة الى الدورة العامة للرياح والتوزيع العام للحرارة والرطوبة والعلاقة بينهما . وعليه فقد قسم العالم الى سبعة اقاليم مناخية رئيسة هي :ـ

١ ـ الاقليم الاستوائي .

٢ ـ الاقليم شبه الاستوائي (انتقالي) .

٣ ـ الاقليم المداري .

٤ ـ الاقليم شبه المداري (انتقالي) .

(*) بوريس بافلوفيج اليسوف ، عالم سوفيتي بارز في حقل علم المناخ (١٨٩١ ـ ١٩٧٣) .

٥ ـ الاقليم المعتدل .

٦ ـ الاقليم شبه القطبي (انتقالي) .

٧ ـ الاقليم القطبي .

فالاقاليم الاربعة الرئيسة (غير الانتقالية) يسود فوقها طول العام كتلة هوائية معينة ، حيث تسود الكتلة الاستوائية فوق منطقة المناخ الاستوائي ، والكتلة المدارية فوق اقليم المناخ المداري ، والقطبية تسود على اقليم المناخ المعتدل ، والمتجمدة تسود على اقليم المناخ القطبي . بينما تتأثر الاقاليم الثلاثة الانتقالية بحركة الشمس الظاهرية ، حيث يتناوبها انواع مختلفة من الكتل الهوائية لكل فصل . ففي النصف الشمالي يتأثر الاقليم شبه القطبي بالكتلة المتجمدة شتاء وبالكتلة القطبية صيفا . ويتأثر الاقليم شبه المداري بالكتلة القطبية شتاء وبالكتلة المدارية صيفا . اما الاقليم الاستوائي فيتأثر بالكتلة المدارية شتاء وبالكتلة الاستوائية صيفا .

اضافة الى ذلك فقد اظهر اليسوف اربعة انواع مناخية فرعية لكل اقليم من تلك الاقاليم السبعة الرئيسة هي :ـ

ا ـ مناخ شرق القارات .

ب ـ مناخ غرب القارات .

ج ـ مناخ وسط القارات (قاري) .

واستنادا لتباين الوقع بالنسبة لهذه الانواع من المناخ ، تسود في كل منها ظروف مناخية مختلفة تبعا لطبيعة تعرضها للكتل البحرية او القارية وما يصاحبها من تساقط ومن كمية الاشعاع الشمسي الواصلة لسطح الارض .

تصنيف بيرك (*)

اعتمد هذا العالم في تصنيفه المناخي للعالم على العلاقة القائمة بين طبيعة

(*) ليف سيميو نوفيج بيرك (١٨٧٦ ـ ١٩٥٠) ، عالم سوفيتي في الجغرافية الطبيعية .

المناخ ونمو النبات الطبيعي ، واعتبر المناخ احد العوامل الاساسية لتشكيل المظهر الطبيعي لسطح الارض Landscape وبين بيرك ان المناخ ليس هو العنصر الوحيد في تحديد المظهر الارضي الطبيعي وانما تتحدد الاقاليم المناخية وفقا للصفات العامة لشكل سطح الارض كالتربة والنبات الطبيعي والمناخ .

وقد قام بيرك بتقسيم العالم الى احد عشر صنفا لمناخ المناطق التي لا ترتفع كثيرا عن مستوى سطح البحر والى تسعة اصناف اخرى لمناخ الهضاب العالية . اما التوزيع العمودي للانطقة المناخية على الجبال العالية فقد وضعها ضمن تصنيف خاص منفرد . ومن المهم ان نذكر اسماء الاقاليم المناخية التي تسود في المناطق القريبة في مستواها عن مستوى سطح البحر وهي :

١ ـ مناخ التندرا .

٢ ـ مناخ التايكا .

٣ ـ مناخ الغابات التفضية في الاقاليم المعتدلة .

٤ ـ المناخ الموسمي للعروض المعتدلة .

٥ ـ مناخ الاستبس .

٦ ـ مناخ الصحارى الداخلية .

٧ ـ مناخ البحر المتوسط .

٨ ـ مناخ الغابات للاقاليم الشبه المدارية

٩ ـ مناخ الصحارى المدارية .

١٠ـ مناخ السفانا .

١١ـ مناخ الغابات المدارية المطيرة .

ويظهر من ملاحظة ما ورد في اعلاه ان هناك انطباقا بين بعض اقاليم تصنيف بيرك المناخية مع بعض الاقاليم الواردة في تصنيف كوبن كما في الغابات المدارية المطيرة ومناخ السفانا ومناخ الصحارى المدارية .

تصنيف ديمارتون De Martonne :

نشر ديمارتون تصنيفا خاص به لمناخ سطح الكرة الارضية عام ١٩٢٥ قسم به العالم الى سبعة اقاليم مناخية رئيسة لها حدودها الحرارية . وهذا التصنيف يختلف عن التصانيف الاخرى اذ استخدم ديمارتون الاسماء المحلية في انواع المناخات المثالية الشائعة التي تنبثق من تلك الاقاليم السبعة الرئيسة والتي هي على الوجه الآتي :ـ

١ ـ مناخ حار لا ينخفض متوسط الحرارة فيه لاى شهر من شهور السنة عن ٢٠ درجة مئوية . ويشتمل هذا المناخ على ما يأتي :

ا ـ الاستوائي .

ب ـ السنغالي .

ج ـ السوداني .

٢ ـ مناخ معتدل دافيء : لا ينخفض متوسط الحرارة لاى شهر من شهور السنة عن ١٠ درجات مئوية . ويشتمل على :

ا ـ اليوناني .

ب ـ البرتغالي .

٣ ـ مناخ معتدل : وينخفض متوسط الحرارة في الفصل البارد عن ١٠ درجة مئوية . ويشتمل على :

ا ـ البرتغالي (السواحل الغربية لاوربا) .

ب ـ البولندي (شرق اوربا) .

ج ـ الدانوب (بين اليوناني والبولندي)

د ـ الاوكراني (شرق الدانوب والبولندي) .

هـ – السواحل الشرقية (شمال الصين ومنشوريا وكوريا) .

٤ – مناخ بارد : لا يرتفع متوسط الحرارة لمعظم شهور السنة فيه عن ١٠ درجة مئوية ، ويشتمل على :

أ – القطبي .

ب – السيبيري (شمال كندا واورآسيا) .

ج – النرويجي .

٥ – مناخ موسمي : معظم امطاره صيفية ويتضمن :

أ – البنغالي (موسمي مداري رطب) .

ب – وسط الهند (موسمي شبه مداري) — البنجابي الصيني

٦ – مناخ صحراوي ويشتمل على :

أ – صحاري حارة (الصحراء الكبرى) .

ب – صحاري ساحلية (صحراء بيرو وناميب) .

ج – صحاري باردة (صحاري وسط آسيا) .

وقد ابتكر ديمارتون في عام ١٩٢٨ دليلا للجفاف بعد ان اجرى تعديلات على نسبة Lang اذ استعمل فيه المعلومات المتوفرة عن درجات الحرارة والتساقط مستخدما المعادلة الآتية :

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{\text{معدل الامطار السنوية / ملم /}}{\text{متوسط الحرارة السنوي (م + ١٠)}}$$

$$\text{او } \frac{P}{T + 10} \text{ حيث}$$

P= مجموع الحرارة بالشهري

T= درجات التساقط السنوي

وعلى أساس قيمة معامل الجفاف التي يمكن الحصول عليها بالمعادلة السابقة فقد اقترح ديمارتون ان تكون المنطقة صحراوية او جافة جدا عندما تكون الحصيلة(٥) فما دون ، واستبس أو شبه جافة اذا كانت الحصيلة (١٠) فما دون والمنطقة رطبة اذا كانت الحصيلة اكثر من (١٠) .

وفي سنة ١٩٤٢ أجرى ديمارتون تعديلات على معادلتـــه ، حيث مثلت الامطار فيها بالمليمتر ومعدل الحرارة السنوي بالمئوي لاجف الشهور . فاصبحت معادلته على الشكل الآتي :

$$\frac{P}{T + 10} + \frac{12P}{T + 10}$$

٧ ـ مناخ جبلي : ويتمثل هذا المناخ في المناطق المرتفعة وتتباين احواله تبعا لارتفاع تلك المناطق ووعورتها وموقعها بالنسبة لدوائر العرض ومواجهتها للاشعاع الشمسي والرياح . وهذا النوع المناخي على نوعين .

أ ـ الكولومبي (المرتفعات المدارية)

ب ـ الالبي (المرتفعات المعتدلة)

تصنيف ايفانوف (*) :

في الحقيقة لم يجري ايفانوف تصنيفا مناخيا للعالم ، بل كل ما قدمه في هذا المجال انه جمع بين عنصري التساقط والحرارة لبيان مدى الارتباط بينهما ، ذلك الارتباط الذي يحدد بصورة كبيرة درجة جفاف الاقليم . وهذه الحقيقة وضحهـــا ايفانوف عام ١٩٥٨ بمعادلتـــه .. معامـــل الرطوبـــة

(*) نيقولاي نيقولا يفيج ايفانوف (١٩٠٦ ـ ١٩٥٩) عالم مناخي سوفيتي .

التي تكون على الوجه الآتي : $K = \frac{R}{Ep}$

حيث أن :

K = معامل الرطوبة

R = كمية التساقط (ملم / سم٢ / شهر)

Ep = كمية التبخر (المحتمل*) خلال نفس الفترة التي يوضحها ايغانوف في المعادلة الآتية :ـ

$$E = 0{,}0018 \left(25 + T^2 \right) \left(100 - a \right)$$

حيث أن

E = احتمال التبخر خلال شهر بـ / ملم / .

T = معدل الحرارة الشهرى

a = الرطوبة النسبية مع حساب الضغط الجوى وسرعة الرياح (عادة لشهر آب) .

واستنادا الى هذه المعادلة يمكن تحديد جفاف اي اقليم من الاقاليم على الوجه الآتي :ـ

اذا كان K = ١٠٠٪ فالمناخ رطب دائمي

اذا كان K اقل من ١٠٠٪ لبضعة أشهر من السنة فالمناخ رطب غير دائمي

اذا كان K اقل من ٢٥٪ لبضعة اشهر من السنة فالمناخ شبه جاف .

اذا كان K اقل من ٢٥٪ لجميع أشهر السنة فالمناخ جاف طول العام .

وعليه فعند تطبيق هذه المعادلة يصبح معامل الرطوبة في الاقاليم المناخية كالآتي :ـ

K = ١٥٠٪ في الاقليم الاستوائي

K اكثر من ١٠٠٪ في الاقليم شبه الاستوائي

(*) يقصد بالتبخر المحتمل كميات الضياع المائي بالتبخر من المسطحات المائية المكشوفة .

K يساوي صفر في الصحارى شبه المدارية .

K لا يزيد عن ١٠٪ في الاقليم المدارى والموسمي

K يساوي ١٨٠٪ في اقليم الغابات الموسمية .

تصنيف بودكية (x)

لم يعمل بوديكه كما يتوقع البعض تصنيفا مناخيا للعالم كاللذي قام به واضعو تصانيف المناخ الاخرى ، وكان عمله منصبا في الحقيقة على دراسة الميزان الحراري للكرة الارضية مبينا فيه قيمة الاشعاع الشمسي الواصل لسطح الارض وما يقابله من اشعاع ارضي ، وعمل خارطة تبين مقدار مجموع الاشعاع الشمسي على كل الارض (شكل).

وتظهر لنا تلك الخارطة ان أكثر منطقة تتسلم اكبر قيمة من الاشعاع الشمسي هي في الحقيقة تلكالتيتوجد عند الصحارى المداريةوعلىقطاعاتكبيرة من منطقة هبوب الرياح التجارية ، وتزيد القيمة السنوية للاشعاع الشمسي للاجزاء الواقعةمنها في النصفالشمالي عن٢٠٠ الف سعرة/سم٢/فيالسنة .في حين تقل في الاجزاء الواقعة في النصف الجنوبي من الكرة الارضية فهي تبلغ ١٨٠ الف سعرة/سم٢/ في السنة في الصحراء الاسترالية وصحراء كلهاري . ومن ناحية اخرىخ فان المناطق المدارية المطيرة (بضمنها حوض الامزون وحوض الكنغو جنوب شرق آسيا)تظهر فيها قيم تتراوح بين ١٢٠ ـ ١٤٠الف سعرة /سم٢/ سنة .

وهكذا تختلف كميات الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح الارض كلما ابتعدنا عن خط الاستواء شمالا وجنوبا فيما عدا المناطق الجافة والواقعة في صحارى العروض الوسطى .

وقام بوديكة مع زملائه بدراسات كثيرة حول الميزان الحراري واعطى معلومات دقيقةقد لاتكون ذاتاهمية مباشرة للجغرافيينكما بين الفروق بين الماء

(x) ميخائيل ايفا نوفيج بوديكه (١٩٢٠)، عالم سوفياتي جيوفيزيائي وجغرافي

واليابس في طبيعة الميزان الحراري فوقهما على مختلف العروض ، حيث ظهر بان مجموع الاشعاع الشمسي فوق كلا النوعين من السطح يتباين من ١٥٠ الف سعرة /سم٢/ سنة قرب خط الاستواء الى حوالي ٩٠-٨٠ الف سعرة /سم٢/سنة عند المنطقة المحصورة بين دائرتي عرض ٥٠-٦٠ درجة شمالا وجنوبا . وقد اظهرت دراسته انه في المنطقة المحصورة بين دائرتي عرض من ١٠ - ٤٠درجة شمالا وجنوبا تزيد كمية الاشعاع المدخرة في اليابس عن تلك التي تصل الى البحر ، وهذا ناتج بطبيعة الحال من قلة الغيوم فوق اليابس وخاصة في الصحارى كما يبدو في الشكل التالي وخلاصة هذا الشكل انه يبين لنا مقدار الحرارة التي تستهلك في عملية التبخر ، لما لهذه العملية من اثر كبير في تقليل او زيادة الاشعاع الشمسي الواصلة الى اي منطقة من المناطق العالم ، حيث انه كلما زادت عملية التبخر استهلكت كميات عظيمة من الحرارة بتحويلها الى حرارة كامنة من بخار الماء دون التاثير على حرارة الغلاف الجوي في المنطقة. ومن ملاحظة خطوط الحرارة التي رسمها بوديكه في الخريطة السابقة يظهر لنا وجود حالة انقطاع عند السواحل وهذا يبين التناقض الكبير فيانظمةالتبخر على اليابسة والماء ، وان اعظم مصدر لرطوبة الغلاف الجويتاتي من غربالمحيط الهادي ومن المحيط الهندي وخصوصا جنوب خط الاستواء ، وكذلك من الاطلسي الشمالي .

تصنيف كوبن (×)

جاء بهذا التصنيف فلاديمير كوبنKoppen وهو عالم بايولوجي في مدينة سانت بطرسبرج في روسيا . وقد اظهر نتائج عمله في سنة ١٩٠٠ ، ويعتبر

(×) ولد فلاديمير بتروفيج كوبنKoppen في روسيا عام ١٨٤٦وترك روسيا عام ١٨٧٥الى المانيا ثم الى النمسا وتوفي عام ١٩٤٠ . وهو من المهتمين بالمناخ والنبات الطبيعي وقد نشر عام ١٩٠٠ اول تصنيف له عن اقاليم العالم المناخية .

تصنيف كوبن من اشهر ما عرف من تصانيف المناخ . اذ ليس غريبا لكل من قرا كتابا في المناخ ان يجد شرحا وافيا لهذا التصنيف . وقد وجهت انتقادات مختلفة الى هذا التصنيف مثل كونه بسيطا وغير واف بالغرض بالنسبة لتحليل الارتباط بين خرائط التوزيع وعدم اعتماده على اسس ثابتة في كل اقسام تصنيفه وكونه تصنيفا ساذجا ، الى درجة ما . ومن اوجه النقد التي صوبت نحوه هي ان معظم العمل الحقلي لكوبن كان في افريقيا واوربا ، وفي هاتين القارتين يوجد انطباق لايوافق مايوجد في بقية القارات رغم انه قد يبدو منطابقا على نطاق العالم كله . وكذلك فان كوبن استعمل احصاءات المعدلات الشهرية للحرارة والامطار فقط ولم يعر اهتماما للتغيرات في قوة واستمرارية الرياح وفي تطرف درجات الحرارة وطول فصل النمو . كما انه لم يهتم بالمعلومات المتعلقة بدرجة الغيوم . وكذلك فقد حسبت كميات التبخر والحرارة بشكل غير واضح ، اضافة الى ان المعلومات جمعت من مصادرها بشكل غير صحيح . هذا وقد اجريت تحويرات وتغيرات على تصنيف كوبن لملافاة هذه النقائص كالتي اجراها تريوارثا .

قسم كوبن المناخ في الكرة الارضية الى الانماط الخمسة الرئيسة :-

A المناخ المداري المطير
B المناخ الجاف
C المناخ المعتدل الدافيء المطير
D المناخ المعتدل البارد
E المناخ المتجمد

وقد وضع كوبن حدودا حرارية لهذه الاقاليم الخمسة سوف نتطرق لها بالتفصيل بعد قليل . كما قسم كوبن اقاليمه الرئيسة الى اقاليم ثانوية تبعا لكمية التساقط وكذلك طبيعة سقوطه . ووضع لكل ذلك حدودا كما هو وارد في ادناه .

١ ـ انواع المناخ المداري المطير :

A : وفيه يكون معدل حرارة ابرد الشهور فوق ٦٤ر٤ فهرنايت او ١٨ درجة مئوية . ويمكن تمييز ثلاثة انواع من المناخ داخل هذه المجموعة ، احدهما يتصف بانه يتسلم امطارا كافية طول السنة ، اما الاخر فان فيه فترة جفاف تؤثر على النمو النباتي .

Af : مناخ الغابات المدارية المطير :

(f) يوضع هذا الرمز اذا كانت كمية المطر النازلة في اجف الشهور (٤ر٢) انج او (٦سم). ويتصف هذا المناخ بأن فيه تباين فصلي قليل جدا في كمية الامطار وفي درجة الحرارة وكلاهما مرتفع .

Aw : مناخ السفانا المدارية :

(w) فترة جفاف في الفترة التي لاتتعامد الشمس فيها على الاقليم او في الشتاء حيث تكون كمية المطر النازلة في اجف شهور السنة اقل من ٤ر٢

Am : المناخ المداري الموسمي :

(m) فترة جفاف قصيرة الا أن مجموع المطر السنوي كبير جدا بحيث تسمح بنمو الغابات . وفي مناخ Am تكون كمية المطر في اجف شهر بالنسبة اقل من ٤ر٢ انج (٦سم) ، ولاجل التميز بينه وبين مناخ A^W يتبع القانون الآتي :ـ

كمية المطر في اجف الشهور بالانجات ـ

٣ر٩٤ مجموع المطر السنوي بالانجات

٢٥

فاذا كان ناتج الجهة اليسرى من المعادلة اكبر من الرقم الموجود في الجهة اليمنى منها ، فان المناخ من نوع Aw والا فانه من نوع Am

وهناك رموز اخرى يمكن استعمالها مع انواع مناخ A

W : توضع للمحطة التي تكون قمة المطر فيها في الخريف .

$\overline{W}$: قمتان للمطر منفصلتان فترتان بينهما .

i :مدى الحرارة السنوي بين اكثر الشهور حرارة واقلها حرارة اقل من ٩ ف او (٥م) .

g : عندما يكون اكثر الشهور حرارة يسبق المطر الصيفي .

S فترة الجفاف خلال الصيف « امطار شتوية »

٢ ـ مناخ B المناخ الجاف

ويقسم هذا المناخ الى نوعين رئيسين هما :ـ

١ ـ Bw (المناخ الجاف او المناخ الصحراوى) .

٢ ـ Bs (المناخ شبه الجاف (السهوب) .

وتستعمل الرموز الآتية مع هذين النوعين من المناخ لبيان خصائصهما :

h معدل الحرارة السنوي اكثر من ٦٤ر٤ف (١٨م) . ولذلك يصبح لدينا :

ا ـ Bwh صحراء مدارية حارة .

ب ـ Bsh سهوب مدارية حارة .

K : معدل الحرارة السنوى أقل من ٦٤ر٤ ف (١٨م) فيتكون لدينا :ـ

ا ـ Bwk صحراء العروض الوسطى .

ب ـ Bsk سهوب العروض الوسطي .

$\overline{K}$: معدل حرارة اكثر الشهور حرارة اقل من ٦٤ر٤ ف (١٨م) .

S : **المطر في الشتاء :** حيث يسقط في اكثر شهور الشتاء مطرا ما مقداره ٣ امثال مايسقط من مطر في أجف شهور الصيف مطرا في الاقل .

W : **المطر في الصيف :** حيث يسقط في اكثر شهور الصيف مطرا ما مقداره (١٠) امثال ما يسقط من مطر في أجف شهور الشتاء في الاقل .

n : كثرة الضباب وهذا ما يحدث على السواحل الصحراوية التي تؤثر عليها التيارات البحرية الباردة .

وقد وضع كوبن معادلات خاصة للتفريق بين المناخ الجاف وبين انواع المناخ الرطبة . وكذلك للتميز بين المناخ الصحراوي والمناخ شبه الصحراوى .

١ ـ اذا كان التساقط موزعا طول العام للتفريق بين المناخ الجاف وانواع المناخ الرطب تتبع القانون الآتي :ـ

م = ٤٤ر٠ ح ـ ٨ر٥

حيث :

م = كمية المطر السنوي بالانجات .

ح = معدل الحرارة السنوي بالفهرنايت .

فاذا كان ناتج الطرف الايسر من المعادلة اكبر من كمية المطر السنوي فالمناخ من نوع B (المناخ الجاف) ، واذا كان العكس فالمناخ من احد انواع المناخ الرطب .

وللتميز بين المناخ الجاف Bw والمناخ شبه الجاف Bs في نفس هذه الحالة ونتبع المعادلة الآتية :ـ

$$م = ٢٤٫٠ \times (ح - ٨٥) \times \frac{ح}{٢}$$

فاذا كان ناتج الطرف الايسر من المعادلة (جانب الحرارة) اكبر من كمية المطر السنوي فالمناخ من نوع Bw الصحراوي ، اما اذا كانت كمية المطر اكبر من طرف الحرارة فالمناخ من نوع Bs شبه الجاف .

٢ ـ اذا كان المطر صيفيا وذلك بأن تكون كمية ما يسقط من مطر في اكثر شهور الصيف مطرا تعادل او تزيد عن عشرة امثال ما ينزل من مطر في اجف شهور الشتاء نتبع المعادلة الآتية :ـ

للتفريق بين المناخ الجاف B وبين المناخ الرطب :ـ

$$م = ٢٤٫٠ \times ح - ٣$$

للتفريق بين المناخ شبه الجاف Bs والمناخ الصحراوي Bw

$$م = \frac{٢٤٫٠ \times ح - ٣}{٢}$$

٣ ـ اذا كان المطر شتويا وذلك بأن تكون كمية المطر النازلة في اكثر شهور الشتاء مطرا تعادل او تزيد عن ثلاثة امثال ما يسقط من مطر في اجف شهور الصيف . نتبع المعادلة الآتية :ـ

للتفريق بين المناخ الجاف B وبين المناخ الرطب .

$$م = ٢٤٫٠ \times ح - ١٤$$

للتفريق بين المناخ شبه الجاف Bs وبين المناخ الصحراوي Bw

م = ٤٤ر٠ ح – ١٤
٢

٣ – المناخ المعتدل الدفيء الرطب :

C : وفيه يكون معدل حرارة ابرد الشهور اقل من ٤ر٦٤ ف (١٨م) ولكنه فوق ٦ر٢٦ف او (ـ ٣م) . ويكون معدل حرارة اكثر شهور السنة حرارة فوق ٥٠ درجة فهرنهايتية او (١٠م) ، ويضم هذا المناخ ثلاثة انماط مناخية تبعا لنظام الامطار هي :ـ

Cf : لا يوجد فيه فصل جاف حيث لا تقل كمية الامطار النازلة في اجف الشهور عن ٢ر١ انج او ٣ سم

Cw : الامطار صيفية ، حيث تكون كمية امطار اكثر شهور الصيف مطرا تزيد او تعادل ١٠ امثال ما ينزل من تساقط في اجف شهور الشتاء .

Cs : مناخ البحر المتوسط ، حيث الامطار شتوية : تكون كمية ما يسقط من تساقط في اكثر شهور الشتاء مطرا تعادل او تزيد على ثلاثة امثال ما يسقط منها في اجف شهور الصيف .

وتستعمل مع انواع مناخ C السابقة رموز اخرى لتوضيح خصائصها كالآتي :ـ

a : صيف حار حيث يكون معدل حرارة اكثر الشهور حرارة فوق ٦ر٧١ف او ٢٢ مئوية .

q : صيف معتدل حيث يكون معدل حرارة اكثر الشهور حرارة اقل من ٦ر٧١ف او ٢٢م .

c : صيف معتدل قصير فيه اقل من اربعة شهور معدل حرارتها فوق ٥٠ ف او ١٠ مئوية .

i : يستعمل بنفس الطريقة التي استخدم فيها في مناخ A

g : يستعمل بنفس الطريقة التي استخدم فيها في مناخ A

x : قمة المطر تأتي في نهاية الربيع او في بداية الصيف والجفاف في نهاية الصيف .

n : تستخدم كما في مناخ B

٤ – المناخ البارد الرطب D

D وفي هذا المناخ يكون معدل حرارة ابرد الشهور دون ٦ر٢٦ف او -٣م ، ومعدل حرارة اكثر شهور السنة فوق ٥٠ف او ١٠م . وينقسم هذا المناخ الى نوعين هما :-

Df مناخ بارد رطب ذو امطار دائمية لا تقل كمية الامطار في اجف شهور السنة فيها عن ٢ر١ انجا او ٣ سم .

Dw مناخ بارد رطب وامطار صيفية .

وتستعمل مع هذا المناخ رموز اخرى لتوضيح خصائصه هي :

d) معدل حرارة ابرد الشهور تحت -٤ر٣٦ف (-٣٨م) . كما تستعمل فيه الرموز الآتية بنفس الطريقة التي استعملت فيها في مناخ G

f, s, w, c, b, a, e

٥ – المناخ القطبي E

E وفيه يكون معدل حرارة أكثر شهور السنة حرارة تحت ٥٠ف (١٠م) . ويقسم الى قسمين هما :

ET مناخ التندرا : معدل حرارة اكثر الشهور تحت ٥٠ ف او ١٠م ولكنه فوق درجة ٣٢ف او الصفر المئوي .

ET مناخ الصقيع الدائم: معدل الحرارة لكل الشهور دون الانجماد.

الفصل الثاني

الاقاليـــم المناخيـــة

يعرف الاقليم المناخي بانه جزء من سطح الكرة الارضية تتشابه فيه عناصر المناخ وبالتالي الصفات المناخية .

ولما كانت عناصر المناخ تختلف من جهة الى اخرى اختلافا كبيرا فانه يتبع ذلك اختلافا واضحا في الصفات المناخية التى تسود في هذه الجهة أو تلك من سطح الكرة الارضية .

والحقيقة انه ينعدم التشابه المطلق بين الاقاليم المناخية اذ ليس هناك على سطح الارض منطقتين متشابهتين تشابها طبق الاصل في ظروفهـا المناخية ، علما ان كثيرا ما يتخذ من ظاهرة التشابه بالعناصر المناخية اساسا للتصنيف الذي يتم بواسطة الجمع بين مناطق معينة وضمها تحت اقليم مناخي واحد ، له صفاته وخصائصه التي تميزه عن غيره من الاقاليم المناخية الاخرى .

ان نسبة التشابه في الصفات المناخية تزداد في الواقع في مركز الاقليم المناخي وتقل تدريجيا نحو الاطراف في جميع الاتجاهات خلال مناطق الانتقال والاتصال بين الاقاليـــم المتجاورة ، حيث ان التغير في السمات او الصفات المميزة للاقليم المناخي الواحد تتدرج من المركز نحو الخارج بنسبة تختلف من اقليم مناخي الى اخر . والحقيقة انه ليس في الطبيعة خطوط حادة تفصل اقليم عن اخر كتلك الخطوط التى تظهر على خرائط توزيع الاقاليم المناخية ، وهذه الخطوط التي تفصل بين اقليم واخر في الطبيعة ما هي الا مناطق انتقال قد تكون واسعة او ضيقة ، وهي غالبا ما يتم رسمها على اساس قاعدة معينة يتخذمنها الباحث وراسم الخريطة وسيلة للفصل بين الاقاليم المناخية غير المتشابهة .

ومهما كان الاساس في رسم الخطوط الفاصلة بين الاقاليـــم المناخية ، واختيار القاعدة التي تم بموجبها الفصل بين اقليم مناخي واخر ، فانه على اساس الحرارة يمكن تقسيم سطح الكرة الارضية الى مجموعتين كبيرتين من انواع الاقاليم المناخية المتشابهة حراريا هي :

١ ـ انواع الاقاليم المناخية داخل المدارين .

٢ ـ انواع الاقاليم المناخية خارج المدارين .

ويمكن تقسيم كل مجموعة من المجموعات المناخية في اعلاه على اساس كمية المطر وتوزيعها الفصلي الى اقاليم مناخية اخرى ، كان تكون اقاليم جافة او رطبة ، او كان تكون مطيرة طول العام او ذات امطار فصلية تسقط في فصـــل الصيف او في فصل الشتاء .

هذا وسنتناول في هذا الفصل دراسة المميزات المناخية العامة لكـــل مجموعة من المجموعتين ، ثم سنحاول دراسة الاقاليم المناخية الواقعة ضمن كل مجموعة بشيء من التفصيل .

اولا ـ انواع الاقاليم المناخية في المنطقة المدارية :

الموقع والمميزات المناخية العامة :

تحتل مجموعة انواع الاقاليم المناخية في المنطقة المدارية حوالي نصـــف مساحة الكرة الارضية وذلك بما فيها انواع المناخ المداري الرطب وانـــواع المناخ الصحراوي الجاف وشبه الصحراوي .

وتقع مجموعة انواع الاقاليم المناخية بين خطي الحرارة المتســاوية لمعدل ابرد اشهر السنة ٦٤ر٤ درجة فهرنهايتية/١٨ درجة مئوية على كلا الجانبـــين الشمالي والجنوبي ، من خط الاستواء ، الى ما بين دائرتي عرض ٣٠ درجة شمالا و٢٥ درجة جنوبا . ويقع ضمن هـــــذه الحدود الحرارية الصحاري

واشباه الصحارى المدارية التي تتميز عن بقية جهات الاقليم بقلة امطارهـــا وشدة جفافها .

وتتصف الحرارة في نطاقات المناخ المداري بارتفاعها وانتظامها طـــول العام ، ومن ثم يتم التمييز بين اقليم واخر من الاقاليم المناخية في المنطقـــة المدارية على كمية الامطار ونظام سقوطها .

وعموما قلما يتغير المناخ في الاقاليم المناخية المدارية ، اذ ان الشمـــس تكون عمودية او قريبة من العمودية طول العام وتبقى نسبة ما يصـــل من الاشعاع الشمسي ثابتة تقريبا طول العام دون ان يكون هناك تغيرا ملحوظـــا في احوال الطقس من فصل الى فصل اخر وذلك باستثناء المناطق الجبليـــة المرتفعة الواقعة ضمن المنطقة المدارية .

ويكون المدى الحراري السنوي عادة صغيرا جـــدا والمدى الحراري اليومي دائما يزيد على المدى الحراري الفصلي . كما وان الضغط الجـــوي يتغير قليلا والعواصف نادرة الوقوع ، اللهم الا في اوقات نهاية الفصل المطير. والرياح السائدة هنا هي الرياح التجارية المنتظمة الهبوب نحو منطقة الوهو الاستوائي الواقعة بين الرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية، بالاضافة الى الرياح التجارية تسود في بعض جهات المنطقـــة المدارية الرياح الموسمية الصيفية وخاصة على المحيط الهندي .

وتعتبر الامطار اهم عنصر من عناصر المناخ في اقاليم المنطقة المدارية ، حيث انها تتميز بغزارتها في الاقاليم الرطبة وبندرتها في الاقاليم الجافة وشبه الجافة ومعظمها من النوع الانقلابي في الاصل ومصحوبة بعواصف رعدية ، وبعضها اعصارية تنتج احيانا عن الجبهات الباردة التي تتكون على طـــول الجبهة الاستوائية Intertropical Front التي تتكون على طول حـــدود الالتقاء بين الرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية . وعلى العكس من الحالة الحرارية تتميز الامطار بدبذبة كبيرة وعدم انتظام سقوطها وتوزيعها الفصلي وخاصة في الاقاليم الرطبة وشبه الجافة .

وعلى اساس كمية المطر يمكن التمييز بين مجموعتين اساسيتين من انواع المناخ المداري هما :

١ ـ مجموعة انواع المناخ المداري الرطب

٢ ـ مجموعة انواع المناخ المداري الجاف

اولا ـ انواع المناخ المداري الرطب :

تحتل مجموعة انواع المناخ الرطب مساحة شاسعة من سطح الارض تقدر باكثر من ٢٠٪ من مساحة اليابس و٤٠٪ من مساحة المسطحات المائية ، وهذه تمتد على جانبي خط الاستواء على شكل نطاق غير منتظم يحيط بالكرة الارضية بسعة تتراوح مابين ٢٠ و٤٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية .

وعلى اساس نظام التوزيع الفصلي للامطار وليس على اساس متوسطات الحرارة الشهرية تقسم مجموعة انواع المناخ المداري الرطب الى ثلاثة انواع رئيسة من المناخ هي :

أ ـ المناخ في الاقليم الاستوائي .

ب ـ المناخ في النطاق الاستوائي الموسمي .

ج ـ المناخ في النطاق المداري الرطب .

أ ـ المناخ في الاقليم الاستوائي :

يسود المناخ الاستوائي او ما يسمى احيانا بمناخ الغابات المطيرة في منطقة مساحتها حوالي ١٠٪ من مساحة الكرة الارضية ، تمتد على جانبي خط الاستواء على شكل نطاق متقطع ، كما يظهر من الشكل المرفق يقع مابين دائرتي عرض ٥ درجات الى ١٠ درجات الى الشمال والجنوب من خط الاستواء في المعدل ، مع امتداد يتراوح من ١٥ درجة الى ٢٥ درجة في الجهات الساحلية المواجهة للرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية

الشرقية وتخضع انواع المناخ المداري الرطب بصفة عامة والمناخ الاستوائي بصفة خاصة لهبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية التي تلتقي مع بعضها في منطقة الزهو الاستوائي مكونة الجبهة الاستوائية في منطقة الضغط الاستوائي المنخفض ، ذات التيارات الهوائية الصاعدة . وتتميز منطقة الزهو الاستوائي عن غيرها من المناطق بعدم وجود رياح سطحية سوى تلك التي تهب بين الحين والاخر في مقدمة العواصف الرعدية .

ويتحكم بالصفات العامة للمناخ الاستوائي الرطب موقعه في نطاق الضغط الاستوائي المنخفض ، ففي هذه العروض تكون الشمس عمودية او قريبة من العمودية ، ومن ثم يكون الاشعاع الشمسي مرتفعا بصورة دائمية ، ويكون الليل مساويا للنهار بواقع ١٢ ساعة تقريبا خلال ايام السنة ، حيث تشرق الشمس وتغرب خلال اوقاتها المحددة لها .

اما بالنسبة لظاهرة تعاقب الفصول الاربعة والتغير من فصل صيف نهاره طويل وليله قصير الى فصل شتاء ليله طويل ونهاره قصير فلا وجود لها في مناطق هذا النوع من المناخ المداري ، ولذا تبقى الظروف المناخية متشابهة خلال فصول السنة ، فالظروف المناخية السائدة في شهر تموز مثلا تبقى هي نفسها مشابهة تماما للظروف المناخية السائدة في كانون الثاني .

ففي هذا النوع من المناخ يصعب تقسيم السنة الى فصولها الاربعة ، وارتفاع الحرارة في جميع فصول السنة هو النمط السائد في كل جهات هذا النوع من المناخ .

ويتمثل المناخ المداري الاستوائي المطير تمثيلا جيدا كما يظهر من الخريطة المرفقة في قارة افريقيا وخاصة الجهات الداخلية من حوض الكونغو وسواحل غينيا وفي قارة آسيا في الطرف الجنوبي لشبه جزيرة الملايو وفي جزر اندونيسيا ، جاوه وسومطره وبورنيو وامتدادها في بعض الجزر الاستوائية في

المحيط الهادي وفي قارة امريكا الجنوبية في جوف الامزون وخاصة في الجهات المجاورة للسفوح الشرقية لجبال لانديز وفي المنطقة الواقعة لهبوب الرياح التجارية الجنوبية الشرقية والسواحل الغربية من كولومبيا والسواحل الشرقية لامريكا الوسطى وفي بعض جزر الهند الغربية في البحر الكاريبي .

وتتميز الجهات الواقعة ضمن المناخ الاستوائي المطير بارتفاع الحرارة طول العام بمعدلات شهرية لا تتجاوز ٨٠ درجة فهرنهارية / ٢٦٫٧ درجة مئوية الا في حالات نادرة ، وهي بهذا تكون متقاربة في كل شهر من اشهر السنة فهي لا ترتفع في الصيف ارتفاعها في الجهات الصحراوية ولا تهبط في الشتاء هبوطها في العروض العليا .

ولما كانت اشعة الشمس في جهات هذا النوع من المناخ تكون دائما عمودية او قريبة من العمودية وطول النهار مساويا لطول الليل ، وقلما يختلفان من فصل لآخر ، فان الاختلاف الفصلي في درجات الحرارة صغيرا جدا ، ومن ثم يكون المدى الحراري السنوي او الفرق بين المعدلات الحرارية لادفا وابرد شهر قليلا جدا لا يتعدى ٨ درجات فهرنهاتية ، وانه عموما أقل من ٥ درجات فهرنهاتية في داخل القارات واقل من هذا في الجزر الاستوائية .

اما المدى الحراري اليومي ، او الفرق بين درجة حرارة ادفا ساعة في النهار واقل حرارة في الليل فتكون اعلى من المدى الحراري السنوي حيث يتراوح ما بين ١٠ و ٢٥ درجة فهرنهاتية .

وتتراوح القراءة اليومية للحرارة عموما في المناخ الاستوائي الرطب ما بين ٨٥ و ٩٣ درجة فهرنهاتية / ٢٩ و ٣٣ درجة مئوية اثناء النهار وما بين ٧٠ و ٧٥ درجة فهرنهاتية / ٢١ و ٢٤ درجة مئوية خلال الليل . ولهذا السبب يقال عن ليل الجهات التي يتمثل فيها هذا النوع من المناخ بشتائها وعن نهارها بصيفها . ففي كل يوم ترتفع الحرارة اثناء النهار الى نفس الدرجة الحرارية والى نفس المستوى الذي وصلت اليه في اليوم السابق وتهبط خلال

الليل الى نفس المستوى الذى كانت عليه في ليلة اليوم السابق بصورة منتظمة وبدون تغيير او انحراف عن سير الحرارة اليومي ، ولذا فان قراءات فترة الاربع والعشرين ساعة تكون شبيهة طبق الاصل لقراءات فترة الاربع وعشرين ساعة السابقة واللاحقة ، وحراريا يتميز المناخ الاستوائي الرطب عن غيره من انواع المناخ في :-

١ - ان درجات الحرارة مرتفعة بصورة منتظمة في جميع ايام السنة الامر الذى يجعل المناطق التي يسود فيها هذا النوع من المناخ وكانها في صيف دائم لا يتغير .

٢ - ان المدى الحراري اليومي والفصلي صغير جدا ، وان كان الاول اعلى بكثير من الثاني .

٣ - أن التطرف الحراري في هذا النوع من المناخ لا وجود له اطلاقا .

٤ - ان ظاهرة الصقيع غير معروفة في هذا النوع من المناخ ما عدا الجهات الجبلية المرتفعة الواقعة ضمن حدود هذا الاقليم .

٥ - ان فصل النمو طويلا بطول السنة ، وعليه يمكن ان يكون الحصاد وجني الثمار في اي وقت وفي اي فصل من فصول السنة ، وذلك حسب ما يحدده وقت البذر وطول الفترة التي يتطلبها المحصول الزراعي للنضج .

اما من حيث كمية الامطار وتوزيعها الفصلي فهي تتميز بالغزارة وبانتظام هطولها في كل شهر من اشهر السنة بكمية لا تقل من ٢ر٤ بوصة / ٦١٠ ملم لاكثر اشهر السنة جفافا . ومعظم الامطار هنا من النوع الانقلابي الذى يسقط في مساء العدد الاكبر من ايام السنة وذلك بعد ان يتسخن الهواء الملامس لسطح الارض حيث يرتفع الى الاعلى محملا ببخار الماء الى طبقات الجو العليا ، فيبرد ذاتيا (ادياباتيكيا) ثم يتكاثف فتتكون الغيوم وتهطل الامطار بشدة وبغزارة ولكن لفترة قصيرة لا تلبث ان تنقطع وتنقشع الغيوم وتصحو السماء وتنخفض درجة الحرارة نسبيا .

بالاضافة الى غزارة الامطار فانها تكاد تكون موزعة توزيعا عادلا على فصول السنة مع وجود قمتين لها تقعان عادة بعد فترة قصيرة من تعامد الشمس على خط الاستواء في وقت الاعتداليين ومع فترتين اقل مطرا نسبيا تقعان في الانقلابين الصيفي والشتوي .

اما كمية الامطار السنوية فتتراوح ما بين ٦٠ الى ١٢٠ بوصة / ١٥٢٤ الى ٣٠٤٨ ملم ، ويتميز هذا النوع من المناخ بعدم وجود فصل جاف واضح ولكن غالبا ما يوجد فصل اقل مطرا وخاصة في الجهات الاكثر بعدا من خط الاستواء .

وتتميز الامطار هنا بانها ليست فقط تصاعدية وانما تتصف ايضا بقصر فترة هطولها مقترنة ببرق ورعاصف رعدية يبلغ عددها في المتوسط ما بين ٧٥ الى ١٥٠ عاصفة رعدية في السنة الواحدة ، بل يزداد عددها في بعض جهات جنوب شرق آسيا الى اكثر من ذلك بكثير ، حيث يتم في جاوه مثلا تسجيل عواصف رعدية في ٢٢٢ يوما من ايام السنة البالغ عددها ٣٥٠ يوما .

والمألوف في الاقليم الاستوائي هو ان تكون السماء ملبدة الغيوم من مساء كل يوم من ايام الفصول المطيرة ، ولكنها تتبدد بعد فترة سقوط الامطار فتصبح السماء صافية زرقاء ينجومها الثلاثة ليلا وبشمسها الساطعة صباحا بعد أن يددت بحرارتها ضباب الصباح الذى يملأ الجو ، فيزداد الاشعاع الشمسي قوة وتبعا لذلك يشتد التبخر وتتكون السحب التي سرعان ما تتكاثف الى غيوم ثم الى امطار غزيرة تسقط بانتظام وبمواعيد محددة لدرجة ان سكان المنطقة يحددون مواعيدهم على أساس سقوطها ، فيقول مثلا (بعد المطر) كما نقول نحن (بعد العشاء) .

ويختلف الموعد اليومي لسقوط الامطار في المنطقة الاستوائية من جهة الى اخرى وذلك حسب الموقع الجغرافي وحسب الظروف المحلية ، ففي معظم الجهات الداخلية تسقط الامطار خلال الفترة الممتدة من بعد منتصف النهار الى

أواخر المساء ، بينما تسقط في الجهات الساحلية من الاقليم في الفترة الممتدة من الصباح الباكر الى آخر ساعات الصباح .

وتنحصر فترة الامطار عموما بين الساعة الثالثة والرابعة مساء في الجهات الداخلية وذلك بعد أن تبلغ درجة حرارة الهواء نهايتها العظمى ، حيث يرتفع الهواء المحمل ببخار الماء الى طبقات الجو العليا فيتكاثف وتسقط الامطار على شكل مزن مصحوبة برعد وبرق ، ثم تنقشع الغيوم وتصحو السماء طوال الليل الى اليوم التالي .. وهكذا تستمر الدورة العامة للمياه في الطبيعة يوما بعد آخر .

وعلى الرغم من استمرار الحالة الجوية على رتيبة واحدة دون أن يطرأ عليها تغير ملحوظ من فصل الى آخر ، ففي مناخ الاقليم الاستوائي نجد بعض الاختلافات المحلية يمكن تلخيصها بالآتي :

١ ـ يختلف موعد سقوط الامطار اليومية في الجهات الداخلية من الاقليم عن موعدها في الجهات الساحلية ، كما بينا قبل قليل .

٢ ـ تتصف الرياح في هذه المنطقة بهدوئها وسكونها في منطقة الرهو الاستوائي، وبعدم انتظام هبوبها خلال العواصف الرعدية .

٣ ـ يتصف الضغط الجوى في المنطقة الاستوائية بعدم اختلافه من وقت الى آخر ، وتتميز خطوط الضغط المتساوية على خرائط الطقس بابتعادها عن بعضها عموما، وتقاربها مع بعضها في أوقات حدوث عواصف الهريكن وخاصة في الجزء الغربي من المحيطات ما بين دائرتي عرض ٢٥٫٨ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية .

٤ ـ أن ظاهرة نسيم البر والبحر صفة مميزة لمناخ المناطق الساحلية في المنطقة الاستوائية .

٥ ـ الضباب ظاهرة مميزة لمناخ الجهات الداخلية في الاقليم الاستوائي حيث يستمر وجوده من حوالي الساعة الرابعة صباحا وحتى الساعة الثامنة او العاشرة صباحا أحيانا .

٦ ـ تتصف الجهات الاستوائية المطيرة بثبات درجة الحرارة مع تسجيل أدنى حد لها قبل شروق الشمس واعلى حد لها ما بين الساعة الواحدة والساعة الثانية بعد الظهر .

٧ ـ أن المدى الحراري عموما صغير جدا مع ملاحظة زيادة المدى الحراري اليومي على المدى الحراري الفصلي .

ب ـ المناخ في النطاق الاستوائي الموسمي :

يدمج بعض المختصين بدراسة الجغرافية المناخية المناخ الموسمي مع نوع المناخ الاستوائي وذلك للاسباب الآتيـة :ـ

١ ـ أن كلا النوعين يقعان على جانبي خط الاستواء .

٢ – يتشابه كلا النوعين في ارتفاع درجات الحرارة طول العام بمعدلات تتراوح ما بين اكثر من ٧٠ درجة فهرنهايتية / ٢١ درجة مئوية واقل من ٨٠ درجة فهرنهايتية / ٢٨ درجة مئوية .

٣ – يقع الجزء الاكبر من مساحة كلا النوعين في النصف الشمالي والجزء الاصغر في النصف الجنوبي من الكرة الارضية .

٤ – يتميز كلا النوعين بامطار غزيرة جدا تصل كميتها السنوية الى اكثر من ٨٠ بوصة / ٢٠٣٨ ملم في المتوسط وهذه كمية كافية لقيام حياة نباتية من الغابات ذات الاشجار الضخمة .

وعلى العكس من هذا يرى بعض المختصين في الجغرافية المناخية ضرورة الفصل بينهما وذلك للاعتبارات الآتية :ـ

أ – يتصف المناخ الموسمي في انه اقرب الى المناخ في النطاق المداري (السفانا السوداني) بارتفاع حرارة اشهر الربيع على حرارة اشهر الصيف المطير .

ب – لا يختلف المناخ الموسمي عن المناخ الاستوائي المطير من حيث كمية الامطار السنوية وانما من حيث انها تسقط في فصل الصيف وتنقطع تقريبا في فصل الشتاء ، وهي بهذا تشبه نظام امطار مناخ السفانا السوداني ، وبهذا فهي تختلف عن نظام الامطار في المناخ الاستوائي المطير التي تكاد تكون موزعة على اشهر السنة توزيعا عادلا .

ج – يختلف المناخ الموسمي عن الاستوائي من حيث ان الامطار في المناخ الاول من النوع التضاريسي بينما في المناخ الثاني من النوع الانقلابي .

وخلاصة ما يمكن قوله عن الصفات العامة للمناخ الموسمي هي انه يقع ضمن المنطقة المدارية ، ويتصف بفترة جفاف قصيرة نسبيا في فصل الشتاء

وصيف ممطر وتسقط فيه كمية من الامطار مساوية للكمية الساقطة في المناخ الاستوائي المطير ان لم تزد عليها ، وهي كافية لنمو غطاء نباتي من الغابات الاستوائية الكثيفة تكون اشبه بالغابات الاستوائية ، ولكن اشجارها اكثر تباعدا واقل تشابكا منها .

وبهذه الصفات يتميز المناخ الموسمي في انه يجمع بين صفات المناخ الاستوائي الرطب من حيث كمية المطر وارتفاع درجة الحرارة ، وصفات المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) من حيث فصلية سقوط المطر صيفا وارتفاع حرارة اشهر الربيع التي تزيد على حرارة اشهر الصيف المطير .

وكما يظهر من الخريطة يتمثل المناخ الموسمي في نفس العروض التي يتمثل فيها المناخ المداري الاستوائي والمناخ المداري الجاف ـ الرطب (السفانا ـ السوداني) ، على انه يتمثل ممثيلا في جنوب شرق آسيا في كل من الهند والباكستان وبنكلادش وسيلان والسواحل الشمالية الغربية من الملايو وفي تايلاند وبورما وكمبوديا ولاوس وفيتنام وفي جنوب الصين وتايوان وفي شمال وغرب الفليبين . كما يتمثل أيضا تمثيلا غير مثالي في غرب ساحل غانه في افريقيا والساحل الشمالي الشرقي لامريكا الجنوبية والسواحل الشمالية لهايتي وبوزتيو والسواحل الشمالية لجزيرة كوبا وغيرها من الجهات الاخرى الواقعة في شرق القارات .

اما من حيث الظروف الحرارية السائدة في الاقليم الموسمي فهي لا تختلف كثيرا عنها في المناخ الاستوائي ، اذ ان المعدلات الشهرية للحرارة عموما تزيد على ٧٠ درجة فهرنهايتية / ٢١ درجة مئوية ، ولكن يلاحظ أن حرارة أحر اشهر السنة في الاقليم الموسمي هي اعلى من حرارة أحر اشهر السنة في الاقليم الاستوائي ، حيث تبلغ درجات الحرارة اقصاها في اشهر الربيع (آذار ونيسان ومايس) اى قبل حلول موسم الامطار ، وبهذا يتبع نظام الحرارة في المناخ الموسمي نفس النمط الحراري في المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) ، حيث

تسجل أعلى درجات للحرارة قبل بداية سقوط الامطار مباشرة وعلى وجه الخصوص في شهر مايس مع معدل حراري يتراوح ما بين ٨٥ درجة فهرنهايتية الى ٩٠ درجة فهرنهايتية/ ٢٩ درجة مئوية الى ٣٢ درجة مئوية ، ويعتبر كانون الثاني ابرد شهر في السنة بمعدل يتراوح ما بين ٦٥ درجة فهرنهايتية و٧٥ درجة فهرنهايتية / ١٨ درجة و ٢٤ درجة مئوية .

كما يلاحظ ان المدى الحراري اليومي اكبر نسبيا منه في المناخ الاستوائي ويبلغ اقصاه في اشهر الجفاف وادناه في الاشهر المطيرة .

وبهذا يتشابه المناخ الموسمي بالمناخ المداري (السفانا ـ السوداني) البعيد شتاء والممطر صيفا أيضا ، وذلك من حيث انقسام السنة الى ثلاثة فصول حرارية هي :ـ

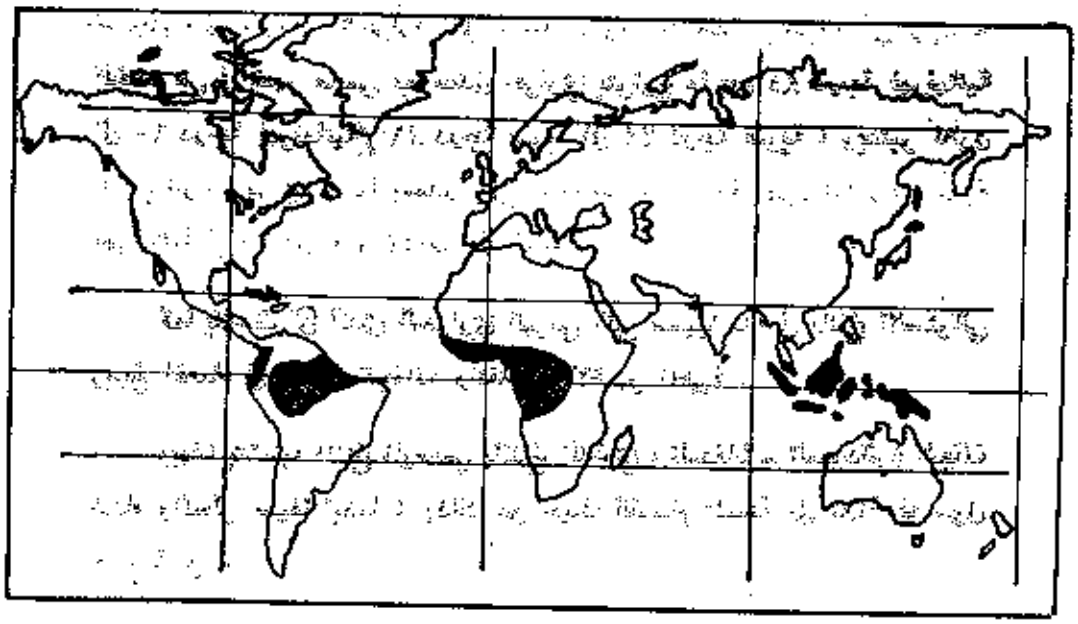
١ ـ الفصل البارد نسبيا ـ ويمتد من منتصف شهر كانون الاول حتى نهاية شهر شباط .

٢ ـ الفصل الحار ويمتد من بداية شهر آذار حتى نهاية مايس .

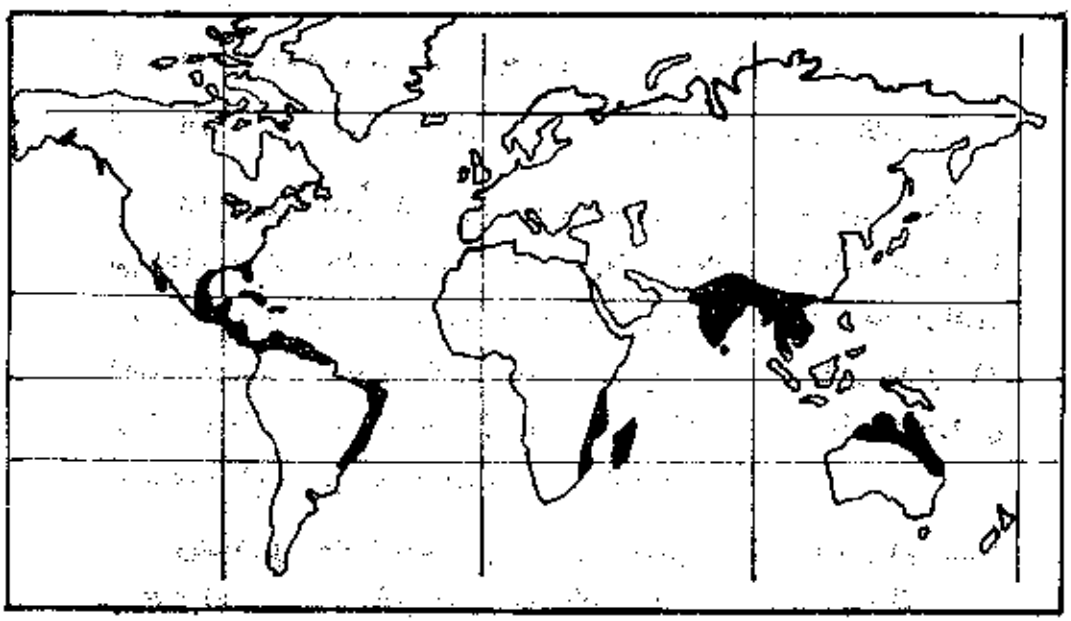
٣ ـ الفصل المطير ويمتد من شهر حزيران حتى منتصف كانون الاول .

اما بالنسبة لكمية الامطار وتوزيعها الفصلي فان اهم ما يميز هذا النوع من المناخ هو ان امطاره فصلية تسقط صيفا ، حيث ان ٦٠ بالمائة من كمية الامطار الساقطة على الهند وغيرها من امطار جنوب شرق آسيا تسقط في اشهر الصيف (حزيران ، تموز وآب) بكميات تتراوح من ٣٠ الى ٨٠ بوصة / ٧٦٢ الى ٢٠٣٢ ملم ، وذلك اعتمادا على موقع المحطة المناخية بالنسبة لارتفاعها عن مستوى سطح البحر وبعدها عن المسطحات المائية .

ويتحكم في نظام الامطار في الاقليم الموسمي هبوب الرياح الموسمية Monsoon التي تعني باللغة العربية موسم هبوب الرياح الموسمية المطيرة التي تعتبر بالنسبة للايين السكان في الهند وجنوب آسيا مانحة الحياة .



توزيع المناخ الاستوائي المطير .



توزيع مناطق المناخ الموسمي

والواقع يمكن اعتبار الرياح الموسمية نسيم بحر فصلي يهب من المياه الى اليابسة بسبب انخفاض الضغط الجوي على اليابسة صيفا .

ففي بداية حزيران من كل سنة يعلن عن بداية الفصل المطير بتراكم السحب وتليد السماء بالغيوم وارتفاع الرطوبة في الجو . وبالرغم من أن معظم الامطار الموسمية الساقطة على الهند وجنوب شرق آسيا مصدرها الرياح الموسمية الصيفية التي تهب من المحيط الهندي على اليابس ، فان هناك استثناءات قليلة تشذ عن هذه القاعدة ، ولعل من أشهرها الجزء الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة الهند وساحل انام وفيتنام التي تتسلم اعلى كمية للامطار في فصل الشتاء وليس في فصل الصيف ، وذلك بسبب تعرضها لهبوب الرياح الموسمية الشتوية الآتية من القارة والمارة في طريقها على المسطحات المائية .

مما تقدم يلاحظ أن معظم التساقط في هذا الاقليم يرجع الى هبوب الرياح الموسمية الى جانب اثر التضاريس التي تسبب تركيز معظم الامطار على السفوح المواجهة للرياح الموسمية .

على أن الجهات الداخلية في هذا الاقليم تتاثر أيضا بامطار العواصف المدارية التي تعتبر من أكثر العواصف الجوية تدميرا للمنشآت الحضارية والمحاصيل الزراعية .

هذا وتتميز الامطار الموسمية عموما بغزارتها وعدم انتظام سقوطها وخاصة على الحافات التي تتعرض اما لجفاف قاتل واما لفيضانات عارمة تجلب معها الدمار والكوارث والمجاعات للملايين من سكان هذا الاقليم المناخي .

ج – المناخ في النطاق المداري الرطب (السفانا – السوداني) :

يختلف المناخ في النطاق المداري الرطب (السفانا – السوداني) عن المناخ المداري الاستوائي المطير في :

١ – ان الامطار هنا ليست موزعة توزيعا متساويا على اشهر السنة كما هو الحال في المناخ الاستوائي .

٢ ـ ان كمية الامطار السنوية اقل مما عليه في الاستوائي .

٣ ـ يتميز المناخ المداري الرطب (السفانا ـ السوداني)بوجود فصل جفاف واضح يتراوح طوله من ٣ الى ٥ اشهر وحتى ٦ اشهر في السنة يتبعها فصل مطر واضح ، ولهذا يسمى هذا النوع من المناخ احيانا بالمناخ **المداري الرطب ـ الجاف او بمناخ (السفانا ـ السوداني) .**

٤ ـ يشبه المناخ المداري الرطب ـ الجاف (السفانا ـ السوداني) المناخ المداري الموسمي من حيث نظام فصلية سقوط المطر ، حيث أن في كلا النوعين من المناخ تسقط الامطار صيفا وتنقطع شتاء ، علما أن فترة **الجفاف تكون أطول وكمية الامطار اقل في نوع المناخ المداري الرطبالجاف عما هي عليه في نوع المناخ الاستوائي الموسمي .**

هذا ويمثل المناخ المداري (السفاما ـ السوداني) منطقة انتقال بين **المناخ الاستوائي والموسمي الرطب من جهة وانواع المناخ الجاف وشبه الجاف المداري من جهة اخرى ، وذلك ليس فقط في كمية الامطار ودرجة الحرارة** والرياح السائدة وانما ايضا في نوع الغطاء النباتي .

ففي الجهات القريبة من انواع المناخ المداري الرطب تكون الامطار غزيرة وفصل الجفاف قصيرا ودرجة الحرارة عالية ومنتظمة والنباتات الطبيعية كثيفة ، وتتدرج هذه الصفات المناخية والنباتية الى انواع المناخ شبه الجاف ، **والاستبس والمناخ الجاف الصحراوي حيث تقل كمية الامطار وتطول فترة الجفاف كلما ابتعدنا من مناطق المناخ المداري الرطب باتجاه انواع المناخ شبه الجاف والجاف شمالا وجنوبا نحو القطبين .**

وعليه تقع الجهات ذات المناخ المداري الرطب ـ الجاف (السفانا ـ السوداني) بين انواع من المناخ مختلفة كل الاختلاف في ظروفها المناخية ، حيث ان كل منها **على النقيض من الآخر في الظروف الحرارية والمائية ، وهما المناخ الاستوائي**

والموسمي من جهة خط الاستواء ، والمناخ المداري الشبه الجاف او الاستبس والجاف الصحراوى من جهة القطبين .

وينمثل المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) تمثلا مثاليا في المناطق الواقعة بين حوالي ٥ و ١٠ درجة في بعض الجهات وبين ١٥ وحتى ٢٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية في جهات اخرى ، اى انها تقع بين نطاق الضغط الاستوائي المنخفض من جهة ونطاق الضغط المرتفع شبه المداري من جهة اخرى . ولذا يقع تحت تاثير التيارات الهوائية الصاعدة وغير المستقرة من جهة والتيارات الهوائية الهابطة والمستقرة من جهة ثانية .

هذا ولما كان الانتقال الفصلي لاشعة الشمس يتبعه انتقال فصلي للنطاقات الحرارية مصحوبة بانتقال في نطاقات الضغط والرياح فان المناطق التي يسود فيها المناخ الرطب ـ الجاف تدخل ضمن منطقة الرهو الاستوائي او منطقة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية بالرياح التجارية الجنوبية الشرقية في فصل الصيف المطير ، وضمن منطقة اضداد الاعاصير شبه المدارية في فصل الشتاء الجاف . لهذا يتميز المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) بصيف ممطر وشتاء جاف .

ونظرا لوقع مناطق هذا النوع من المناخ بين اقاليم المناخ الاستوائي والموسمي من جهة واقاليم المناخ الشبه الجاف والجاف من جهة اخرى ، فانه لا بد وان توصف هذه المناطق بتدرج مناخي واضح ، اى يصبح الفصل الجاف اكثر طولا وجفافا كلما ابتعدنا عن الحافات القريبة لخط الاستواء واقتربنا نحو الحافات الواقعة باتجاه القطبين ، وبالعكس يكون الفصل الجاف أقصر طولا واقل جفافا كلما تقدمنا نحو حافات الاقليم الواقعة باتجاه خط الاستواء . ويكون هذا التدرج المناخي أقل وضوحا في الجهات الشرقية من القارات منه في جهاتها الوسطى والغربية .

هذا ولا تختلف معدلات الحرارة في المناخ المداري (السفانا ـ السوداني)

اختلافا كبيرا عن المناخ المداري الاستوائي والموسمي . فالحـرارة متشابهة ومتقاربة في معدلاتها الشهرية والسنوية ، حيث ان اشعة الشمس العمودية والقريبة من العمودية هي العامل المسيطر على حرارة الانواع المناخية الثلاثة ، وان كانت هناك اختلافات بسيطة في المدى الحراري السنوي الذي يزيد في نطاق المناخ المداري بعض الشيء عن المناخ الاستوائي والموسمي ، اذ يزيد المـدى الحراري السنوي في المناخ الاول عموما بـ ٥ درجة فهرنهاتية ولكنه نادرا ما يتجاوز ١٥ درجة فهرنهاتية / ٩ درجة مئوية على المدى الحراري السـنوي في المناخ الثاني .

ويتميز المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) عموما باختلافات فصلية في الحالة الحرارية التي تكون أوضح مما هي عليه في المناخ الاستوائي والموسمي ، وهو ان هذه الاختلافات اقل بكثير في هذه العروض مما هي عليه في العروض العليـا .

وعموما تكون درجات حرارة المناطق التي يشمل فيها هذا النوع من المناخ مرتفعة طول العام بمعدلات شهرية تتراوح ما بين ٦٥ درجة فهرنهاتية / ٨٠ درجة فهرنهاتية/١٨ درجة و ٢٧ درجة مئوية .

ويشبه مناخ الاقليم المداري الجاف ـ الرطب مناخ الاقليم الموسمي وذلك من حيث أن اشهر الصيف لا تعتبر أحر اشهر السنة وانما الاشـهر التـي تسبقها ، اى اشهر الربيع (آذار ، نيسان ، مايس) ولهذا يميز سكان هذا الاقليم المناخي ، ثلاثة فصول حرارية في السنة ، تماما كما كان الحال في المناخ الموسمي وهي :ـ

١ ـ الفصل البارد نسبيا ويحل خلال فترة هبوط الشمس في الافق ووصول اشعتها بصورة مائلة .

٢ ـ الفصل الحار الجاف ـ الرطب ـ ويسود خلال الفترة التي تسبق سقوط المطـر .

٣ ـ الفصل الحار الرطب ويحل خلال فترة هطول الامطار .

اما فيما يتعلق بكمية الامطار وتوزيعها الفصلي في الجهات التابعة لاقليم المناخ المداري الجاف ـ الرطب (السفانا ـ السوداني)فانها عموما اقل من كميتها الساقطة في كل من المناخ الاستوائي والموسمي اذ انها تتراوح ما بين ٤٠ و ٦٠ بوصة / ١٠١٦ و ١٥٢٤ ملم ، وهي كالمناخ الموسمي تتركز في فصل الصيف .

والحقيقة أن الكمية القليلة من الامطار السنوية في نطاق المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) مقارنة بكميتها السنوية في الاستوائي والموسمي ، تعكس الصفة الانتقالية لهذا النوع من المناخ الذى يقع بين نطاق المناخ المداري الاستوائي والموسمي من جهة خط الاستواء والمناخ شبه الجاف والجاف من جهة القطبين .

ان هذا الموقع المتوسط للمناخ المداري (السفانا ـ السوداني) بين نطاق الرهو الاستوائي المطير من جهة والحافات الاكثر جفافا لمناطق الرياح التجارية وما يصاحبها من اضداد الاعاصير شبه المدارية من جهة اخرى جعل من امطار هذا النوع من المناخ يتبع الشمس حقا Rainfall Fallow The Sun

فعندما تنتقل الشمس شمالا بعد تعامدها على خط الاستواء في الاعتدال الربيعي فان نطاقات الضغط والرياح تنتقل معها بنفس الاتجاه نحو الشمال . وفي الوقت الذى ينتقل فيه نطاق الضغط الاستوائي المنخفض تدريجيا نحو الشمال تبدأ العواصف الرعدية بالظهور في شهر آذار ونيسان وتأخذ الامطار بالازدياد الى شهر تموز وآب حتى يصل نطاق الرهو الاستوائي الى اقصى ما يمكن وصوله الى الشمال ـ وفي هذا الفصل الرطب تكون الحالة المناخية في النطاق الشمالي لمناخ (السفانا ـ السوداني) مشابهة تماما لما يسود من ظروف مناخية في المناخ الاستوائي والموسمي .

وبعد تعامد الشمس على مدار السرطان في ٢١ حزيران تتحرك نحو الجنوب

باتجاه خط الاستواء فتنتقل منطقة الرهو الاستوائي تابعة للشمس الى ان تصل خط الاستواء بعد مرور فترة شهر او شهرين من وصول الشمس ، فتبدأ الامطار بالتدهور التدريجي وبالتناقص المستمر في تشرين اول والثاني حيث يحل محل نطاق الضغط المنخفض الاستوائي ، نطاق الضغط العالي ويسود الجفاف وبذلك تكون الاحوال المناخية السائدة في النطاق المداري (السفانا ـ السوداني) مشابهة تماما للمناخ الجاف وشبه الجاف الصحراوي وشبه الصحراوي .

ويختلف طول الفصل المطير والفصل الجاف من جهة الى اخرى وذلك اعتمادا على بعد المنطقة عن خط الاستواء . وليست هناك حدود صارمة تفصل بين انواع المناخ الاستوائي المطير والموسمي وبين المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) وانما هناك انتقال تدريجي من نوع الى آخر . ففي هوامش المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) الواقعة في جهة خط الاستواء يطول الفصل المطير الى ٨ او ١٠ اشهر ، وفي الهوامش الواقعة من جهة القطبين بعيدة عن خط الاستواء يطول فصل الجفاف ويقصر الفصل المطير .

ومهما كان الامر ، فان الامطار في نطاق المناخ المداري (السفانا ـ السوداني) لا يمكن الاعتماد عليها ، حيث انها كالامطار في المناخ الموسمي ، تتميز بتذبذبة كميتها من سنة الى اخرى، ففي سنة قد تسقط كمية كبيرة من الامطار ينتج عنها فيضانات عارمة ، وفي سنة اخرى تقل كميتها عن المعدل العام كثيرا ، فيسود الجفاف فيموت الزرع ويهلك الضرع وتعم المجاعة .

ثانيا ـ انواع المناخ المداري الجاف :

لقد بينا سابقا بانه على اساس كمية الامطار السنوية يمكن تقسيم المنطقة المدارية الى مجموعتين اساسيتين هما : مجموعة المناخ المداري الرطب ، وقد تكلمنا عنها ، ومجموعة المناخ المداري الجاف التي سنتناول دراسة الظروف المناخية السائدة فيها في الصفحات الآتية بشيء من التفصيل .

وكما قسمنا مجموعة المناخ المداري الرطب على اساس كمية الامطار وفصلية سقوطها الى ثلاثة انواع من المناخ الاستوائي والموسمي والسفانا ـ السوداني يمكن تقسيم مجموعة المناخ المداري الجاف على اساس كمية الامطار السنوية ومقدار التبخر الى نوعين من المناخ هما :

١ ـ المناخ المداري الجاف (الصحراوي) حيث تقدر كمية الامطار السنوية باقل من ١٠ بوصة/٤ و ٢٥ ملم .

٢ ـ المناخ المداري شبه الجاف او الاستبس ، وتتراوح كمية امطاره السنوية بين ١٠ بوصة / ٤ و ٢٥ملم و ٣٠ بوصة / ٧٦ ملم .

ان اهم ما يميز انواع المناخ الجاف عن غيرها من انواع المناخ الاخرى هو أن تحديدها لا يتم على أساس متوسطات الحرارة وانما على أساس العلاقة القائمة بين الحرارة ومقدار التساقط ، اذ اينما كان مقدار التبخر مساويا مقدار التساقط أو يزيد عليه توجد انواع المناخ الجاف وذلك بغض النظر عن الموقع بالنسبة لدوائر العرض . ان اي منطقة على سطح الكرة الارضية تتساوى فيها كمية الامطار ونسبة التبخر أو تزيد فيها نسبة التبخر على كمية الامطار يمكن ان تصنف ضمن نوع او آخر من انواع المناخ الجاف . ومن هنا يصبح من الواضح بانه يصعب جدا تحديد المناطق الجافة على أساس كمية الامطار الساقطة لا سيما وان نسبة التبخر تختلف اختلافا كبيرا من جهة الى اخرى وذلك تبعا لاختلاف موقع المنطقة بالنسبة لدوائر العرض . من كل ذلك يتضح لنا بانه ليس هناك كمية معينة من الامطار السنوية يمكن ان تستخدم لتعيين الحدود الفاصلة بين الانواع الرئيسة للمناخ الجاف نفسه وبين بينها وبين المناطق الرطبة ، وبعبارة اخرى لا يمكن معرفة فيما اذا كانت المنطقة جافة أو رطبة بمجرد معرفتنا كمية الامطار السنوية الساقطة عليها . اذ من المحتمل ان تكون كمية معينة من الامطار كافية ان تجعل من منطقة ما ذات حرارة عالية منطقة جافة .

ومما تقدم يصبح واضحا ان تعيين الحدود الفاصلة بين الاقاليم الرطبة وبين الاقاليم الجافة يجب ان يقوم على اساس الحالة السائدة للحرارة والمطر معا وليس على اساس كمية الامطار الساقطة فقط .

على انه ينبغي التأكيد هنا على ان الحدود التي تتمثل على الخرائط المناخية ليست موجودة على الطبيعة كما هي موجودة على خرائط الاقاليم المناخية ، وذلك لانها في الطبيعة تمثل مناطق انتقال تضيق هنا وتتسع هناك حسب الظروف المحلية اكثر مما هي حدود فاصلة ؛ بالاضافة الى انها مناطق متغيرة بتغير كمية الامطار والحرارة واختلاف توزيعها من وقت الى آخر ولاسيما في منطقة الحدود الفاصلة بين الاقاليم المعتدلة الدفيئة والباردة الرطبة من جهة ، وبين هذه الاقاليم الجافة شبه الصحراوية والصحراوية من جهة ثانية .

وكما بينا سابقا يمكن تقسيم مجموعة المناخ المداري الجاف على أساس كمية الامطار السنوية ومقدار التبخر الى :

أ ـ المناخ المداري الجاف الصحراوي .

ب ـ المناخ المداري شبه الجاف (الاستبس) .

أ ـ المناخ المداري الجاف الصحراوي :

ينحصر وجود المناخ الصحراوي المداري بين دائرتي عرض ١٥ و ٣٠ درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء في الجهات الغربية من القارات . ويعود سبب وقوع الصحارى المدارية بين دائرتي عرض ١٥ و ٣٠ درجة شمالا وجنوبا وفي غرب القارات الى احد الاسباب الآتية :ـ

١ ـ الوقوع في نطاق منطقة الضغط المداري العالي ذات التيارات الهوائية الهابطة .

٢ ـ الوقوع في نطاق منطقة هبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية ، ذات التأثير الجاف لتقدمها من الشرق الى الغرب فوق اليابسة ومن مناطق أبرد نسبيا الى مناطق أحر ، الامر الذى يجعلها تزداد حرارة ومن ثم تزداد قابلية على حمل بخار الماء ، ولذا تسمى بالرياح التجارية الصحراوية .

٣ ـ الوقوع في منطقة ظل المطر ، اي في الجهة المعاكسة للجبال الواقعة في اتجاه هبوب الرياح المحملة بالرطوبة .

٤ ـ الوقوع في داخل القارات بعيدا عن مصدر الرطوبة ، البحار والمحيطات .

٥ ـ الوقوع بالقرب من السواحل ذات التيارات المائية الباردة كتيار بنجويلا الموازي لسواحل صحراء كلهاري في جنوب غرب افريقيا وتيار همبولدت الموازي للسواحل القريبة لصحراء اتكاما في غرب امريكا الجنوبية .

وكمثال يظهر من الخريطة يتمثل المناخ الصحراوي المداري الجاف تمثيلا جيدا في الصحراء الكبرى في شمال افريقيا التي تعتبر من اوسع الصحارى المدارية في العالم بامتدادها عبر القارة من سواحل المحيط الاطلسي غربا وحتى سواحل البحر الاحمر شرقا ، ويتمثل ايضا في صحراء جنوب غرب آسيا وصحراء ثار الواقعة في الباكستان والجهات المجاورة لها من الهند ، وفي صحراء استراليا الكبرى ، وصحراء كلهاري ـ ناميب في جنوب غرب افريقيا ، وفي صحراء اتكاما الواقعة في غرب امريكا الجنوبية ، وفي صحراء سنورا التي تضم القسم الشمالي الغربي من المكسيك وجزء من ولاية كاليفورنيا واريزونا في امريكا الشمالية .

هذا ويتميز مناخ الصحارى المدارية بالتطرف الشديد في مقدلات الحرارة ، حيث سجلت فيها اعلى درجات الحرارة على سطح الكرة الارضية واعلى مدى حراري يومي وفصلي ، فدرجة حرارة النهار عالية جدا خلال فصل الصيف وحرارة الليل تنخفض خلال فصل الشتاء ، واهم ما يميز هذا

النوع من المناخ هو ارتفاع درجة الحرارة صيفا وشتاء ، اذ لا يقل معدل درجة حرارة ابرد شهر في السنة عن ٥٦٤ر٤ فهرنهاتية / ١٨ درجة .

ان معدلات الحرارة تكون دائما عالية خلال اشهر الصيف في جميع انحاء المناخ الصحراوي المداري ، ففي فصل الصيف مثلا يتراوح المعدل بين ٨٥ و ٩٥ درجة فهرنهاتية / ٢٩ و ٣٢ درجة مئوية ، ان ارتفاع الحرارة في اشهر الصيف الى ١٠٠ درجة فهرنهاتية / ٣٨ درجة مئوية شيء اعتيادي في الصحاري المدارية ، وبصفة عامة تكون درجات الحرارة في المناخ المداري الجاف اعلى درجات للحرارة تسجل في فصل الصيف على سطح الكرة الارضية . حيث سجل اقصى مدى حراري يومي خلال اربعة وعشرين ساعة البالغ ٦٠ درجة فهرنهاتية / ١٦ درجة مئوية ، وعموما يصل المدى الحراري اليومي الى ما بين ٣٠ درجة و ٤٠ درجة فهرنهاتية ، وهو شيء اعتيادي في الصحراء المدارية .

اما خلال فصل الشتاء فالحرارة تستمر مرتفعة ، حيث تتراوح معدلاتها بين ٦٠ درجة و ٨٠ درجة فهرنهاتية / ١٦ درجة و ٢٧ درجة مئوية ، وبذلك يصل المدى الحراري الفصلي عادة الى ما بين ٢٠ درجة و ٣٠ درجة فهرنهاتية وقد يتجاوز ذلك بكثير حيث يصل في عين صالح بصحراء الجزائر الى ٤٢ درجة فهرنهاتية / ٦ درجة مئوية وفي بغداد ٤٦ درجة فهرنهاتية / ٨ درجة مئوية .

اما المدى الحراري اليومي في العادة فيكون اعلى من المدى الحراري الفصلي ، حيث ان المدى الحراري اليومي بين ٣٠ درجة و ٤٠ درجة فهرنهاتية شيء اعتيادي ، وفي بعض الحالات المتطرفة قد يصل الى ٦٠ درجة او ٧٠ فهرنهاتية / ١٦ درجة او ٢١ درجة مئوية واحيانا قد يصل الى ١٠٠ درجة فهرنهاتية / ٣٨ درجة مئوية .

ويكون الاختلاف في درجات الحرارة بين الليل والنهار عموما اكثر وضوحا في فصل الصيف عما هو عليه في فصل الشتاء ، حيث تكون درجة حرارة النهار في الشتاء اقل من حرارة النهار في الصيف ، كما ان درجة حرارة الليل

في الشتاء قد تهبط الى ما دون درجة التجمد ، وكثيرا ما يحدث الصقيع في ليالي الشتاء الباردة في الجهات الصحراوية المدارية وخاصة في الجهات المرتفعة منها .

والخلاصة أن ارتفاع المدى الحراري الفصلي واليومي في الصحارى المدارية يعود الى صفاء السماء وقلة الرطوبة النسبية في الجو وخلو المنطقة من الغطاء النباتي ، وكلها عوامل تساعد على شدة اثر الاشعاع الشمسي خلال فصل الصيف ونهاره الطويل ، والى شدة الاشعاع الارضي خلال فصل الشتاء وليله الطويل .

وبالاضافة الى ارتفاع درجات الحرارة بوجه عام والمدى الحراري الفصلي واليومي بوجه خاص فان الجهات التي يتمثل فيها المناخ المداري الصحراوي تتميز بقلة الرطوبة وندرة الامطار وشدة الجفاف وكثرة التبخر .

وتبلغ كمية الامطار الساقطة في معظم الجهات الصحراوية المدارية اقل من ١٠ بوصة / ٢٥٫٤ ملم ، حيث تبلغ كميتها السنوية في القاهرة ٠٫٩ بوصة / ٢٣٫٣ ملم ، وفي عدن ١٫٩ بوصة/٤٨٫٨ ملم وفي ليما عاصمة بيرو ٢ بوصة/٥٫١ ملم وفي وليم كريك في استراليا ٤٫٥ بوصة/١٣٫٨ ملم وفي بورت‌تولوث في جنوب غرب افريقيا ٢٫٣ بوصة/٥٫٨ملم . وهكذا نجد أن كمية ما يسقط من الامطار الساقطة في السنة الواحدة اينما كان سقوطها اقل من أن تكون كافية لنمو غطاء نباتي طبيعي متصل . اضف الى ذلك ما يصاحب قلة الامطار في الجهات الصحراوية المدارية من كثرة ذبذبتها وتغير كميتها من سنة الى اخرى .

وقد يصل انحرافها عن المعدل السنوي العام الى اكثر من ٤٠ بالمائة . وبالاضافة الى كمية الامطار القليلة وانحرافها عن المعدل فانها تختلف في فصل سقوطها ، اى ليس لها نظام فصلي معين ، فعلى الهوامش التي تقترب من

الاقليم المداري الرطب تسقط الامطار في فصل الصيف ، وعلى تلك التي تكون قريبة من اقليم البحر المتوسط تسقط امطارها في فصل الشتاء .

اما بالنسبة لطبيعة الامطار فمعظمها من النوع الانقلابي والاعصاري معا ، فهي تسقط على شكل زخات قوية وبصورة فجائية ، اذا كان مصدرهـا التيارات الهوائية الصاعدة وخاصة في فصل الربيع، واحيانا تكون هادئة وتدوم فترة أطول اذا كان مصدرها اعصاري وخاصة في فصل الشتاء .

وتتميز المناطق الصحراوية عن غيرها بنسبة التبخر العالية التي قـد تصل أحيانا وفي بعض الجهات الى أكثر من عشرة مرات عن مقدار التساقط .

من كل ما تقدم يمكن أن نستخلص النتائج الآتية :-

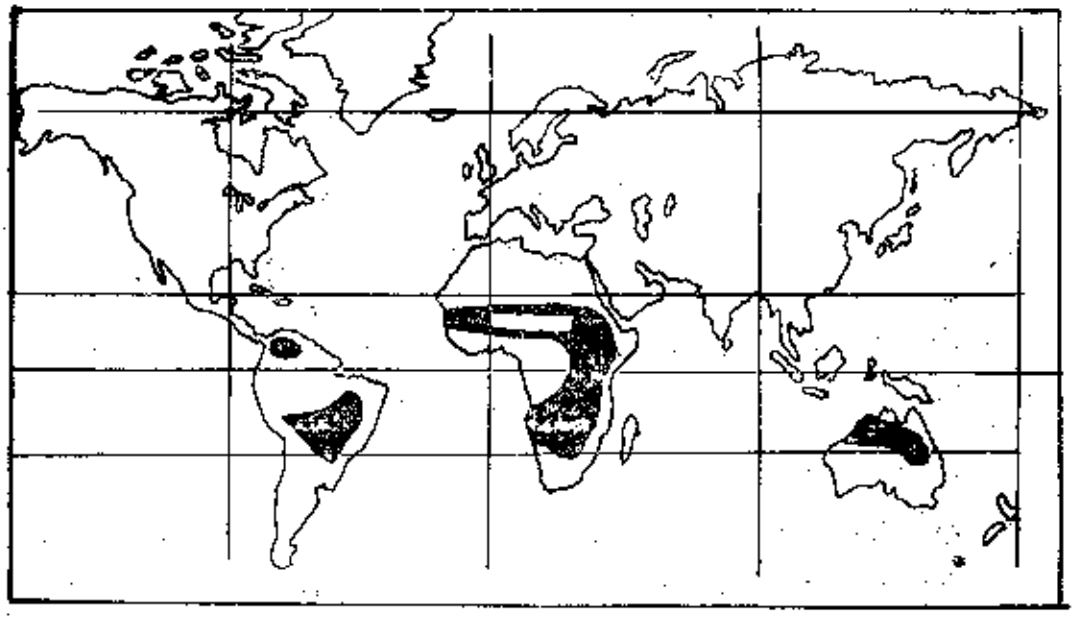
١ - تقل الامطار السنوية في كثير من جهات الصحارى المدارية لدرجة يصعب تسجيلها ، كما هو الحال في مدينة اريكا الواقعة في شمال شيلي التي بلغ مجموع ما سقط فيها خلال ١٧ سنة ٢٠ر. بوصة/٥ر. ملم .

٢ - تتميز أمطار المناطق الصحراوية بشدة هطولها وسرعة انقطاعها بصورة فجائية بعد مرور فترة قصيرة على بدء سقوطها - وقد يبلغ مقـدار ما يسقط من الامطار خلال عاصفة رعدية واحدة في حلوان مثلا بقـدر ما يسقط في مدينة لندن في سنة واحدة .

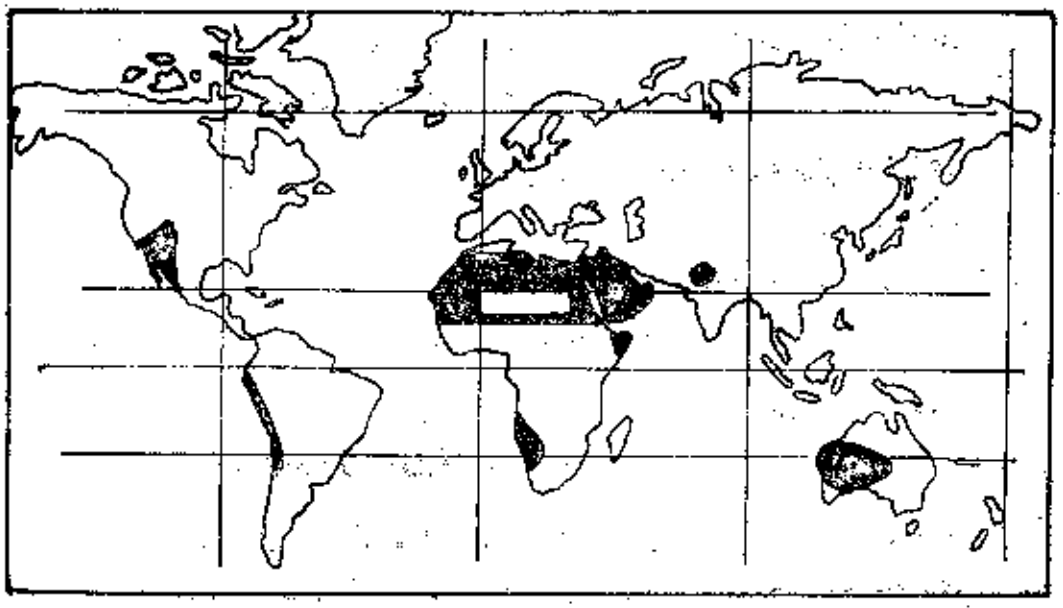
٣ - تتميز أمطار المناطق الصحراوية بانحباسها وعدم سقوطها لفترة طويلة من الزمن قد تتجاوز خمسة او عشرة سنين او حتى عشرات السنين كما هو الحال في شمال صحراء شيلي .

٤ - ان عدد الايام المطيرة في الجهات الصحراوية المدارية قليل جدا قـد لا يتجاوز يوما او يومين في السنة .

٥ - تتميز الجهات الصحراوية بقلة امطارها عموما وبذبذبة كميتها من سنة الى اخرى .



توزيع مناطق مناخ الجاف ـ الهند السفانا ـ السوداني



توزيع مناطق المناخ الصحراوي في العروض المدارية

٦ ـ نسبة التبخر تكون دائما أعلى من كمية التساقط .

ب ـ المناخ المداري شبه الجاف (الاستبس)

تحيط المناطق التى يتمثل فيها المناخ المداري شبه الجاف (الاستبس) بالجهات التي يتمثل فيها المناخ المداري الصحراوي الجاف من جميع الجهات ، ماعدا الغربية ، وبهذا يمكننا القول بان المناخ المداري شبه الجاف او الاستبس مناخ انتقالي يقع بين المناخ الصحراوي الجاف من جهة والمناخ الرطب الواقع الى الشمال والجنوب والشرق منه من جهة اخرى ، كما هو الحال في استراليا وقارة افريقيا .

ولما كانت الجهات التابعة لمناخ شبه الجاف او الاستبس المدارية تقع على هوامش الصحارى المدارية الشمالية والجنوبية والشرقية مجاورة للمناطق الرطبة ، فان كمية الامطار الساقطة فيها تزيد عموما بحوالي مرتين تقريبا على مقدار ما يسقط منها في المناطق الصحراوية ، ولكنها تقل بمرتين تقريبا عن كمية الامطار الساقطة في المناطق الرطبة المجاورة لها ، ولهذا سمي مناخ مناطق الاستبس المدارية بمناخ شبه الجاف .

هذا وتقع مناطق هذا النوع من المناخ بصورة رئيسة بين دائرتي عرض ١٥ و٣٥ درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء ، علما بانها قد تقترب من خط الاستواء في بعض الجهات ، كما هو الحال في اقصى الجزء الشمالي لامريكا الجنوبية ، وفي السودان في افريقيا وفي جنوب الهند .

وتشبه الاستبس المدارية الصحارى المدارية الحارة من حيث انها تصل احيانا الى السواحل الغربية للقارات .

ويسمى مناخ الاستبس المدارية احيانا بمناخ الشبه الصحراوي او مناخ السهوب الذى يتمثل تمثيلا جيدا في الجهات المحيطة بالصحارى المدارية في شمال افريقيا وفي جنوبها وفي مرتفعات شبه الجزيرة العربية وفي

الجهات الشمالية الشرقية من العراق وامتدادها في هضبة ايران وافغانستان والباكستان وفي القسم الجنوبي من السهول العظمى في امريكا الشمالية وفي بعض جهات امريكا الجنوبية . اما في استراليا فيتمثل على شكل نطاق يحيط بالصحارى المدارية من الشمال والجنوب والشرق .

ولا تختلف درجات الحرارة في استبس العروض الدنيا عنها في الصحارى المدارية ، فهي مرتفعة خلال اشهر الصيف واقل ارتفاعا خلال اشهر الشتاء . وبهذه الحالة فالاستبس المدارية مشابهة للصحارى المدارية في معدلات الحرارة الشهرية والسنوية وفي المدى الحراري السنوي واليومي .

وكما كان الحال بالنسبة للصحارى المدارية فان المعدل السنوي للحرارة في الاستبس المدارية لا يقل عن ٦٤ر٤ درجة فهرنهائية/١٨ درجة مئوية في ابرد اشهر السنة .

اما بالنسبة لكمية الامطار السنوية وتوزيعها الفصلي ، فتعتبر مناطق الاستبس المدارية مناطق انتقال بين الصحارى المدارية من جهة والمناطق الرطبة من جهتي القطبين وخط الاستواء من جهة اخرى ، اي تخضع الاستبس المدارية لنفس العوامل المتحكمة بامطار المنطقتين الرطبتين المجاورتين لها ، وبذلك يكون نظام توزيع الامطار هنا هو نفس النظام السائد في كلا المنطقتين الواقعتين على جوانب الاستبس المدارية الشمالية والجنوبية ، حيث تسقط الامطار في الاستبس المدارية الشمالية في فصل الشتاء بسبب مرور الانخفاضات الجوية والجبهات الهوائية التي تجلب الامطار لكل من الاستبس الشمالية ولمنطقة البحر المتوسط بكميتين مختلفتين .

وبسبب الامطار التي تسقط في فصل الشتاء البارد نسبيا فان نسبة التبخر قليلة اذا ما قورنت بنسبة التبخر في الاستبس الجنوبية ذات الامطار الصيفية.

وتسقط الامطار في الاستبس الجنوبية خلال فصل الصيف على العكس منها في الاستبس الشمالية حيث تقترب منها منطقة الرهو الاستوائية التي تسبب

سقوط الامطار التصاعدية فيها ، وفي مناطق المناخ المداري الرطب ـ الجاف (السفانا ـ السوداني) المجاور لها من جهة خط الاستواء .

وعليـــه فالتوزيع الفصلي للامطـار في الاستبس المدارية الجنوبية يشبه توزيعها في المناخ المداري الجاف ـ الرطب ، الا ان الفرق بين النوعين مـــن المناخ هو ان الفصل الجاف اطول ، وكمية الامطار اقل في نوع المناخ الاول عما هي عليه في النوع الثاني من المناخ .

ولما كانت الامطار تسقط في فصل الصيف فان مقدار ما يتبخر منهـــا اكثر مما هو في الاستبس الشمالية ، ويتبع هذا ، هو ان تأثيرها الفعلي هنا يكون اقل من التأثير الفعلي للامطار الساقطة في الاستبس الشمالية .

والخلاصة : ان الاستبس الجنوبية لا تشبه المناخ المداري الجاف ـ الرطب (السفانا ـ السوداني) بفصليه سقوط الامطار فيها فحسب ، وانما تشبه في نظام الحرارة ايضا ، حيث تكون حرارة اشهر الربيع اعلى من حـــرارة اشهر الصيف المطيرة .

ثانيا ـ انواع الاقاليم المناخية خارج المدارين

تتضمن المنطقة الواقعة خـارج المدارين عدة اقاليم مناخية تقع بـــين دائرتي عرض ٣٠ و ٩٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية ، وهذه يمكن تقسيمها الى انواع المناخ في الاقاليم الآتية :

١ ـ انواع المناخ في الاقليم شبه المداري .

٢ ـ انواع المناخ في الاقاليم المعتدلة .

٣ ـ انواع المناخ في الاقليم شبه القطبي .

٤ ـ انواع المناخ في الجهات القطبية والجنوبية .

انواع المناخ في الاقليم شبه المداري

الموقع والمميزات المناخية العامة :

تقع انواع المناخ في الإقليم شبه المداري في العروض الوسطى بين دائرتي عرض ٣٠ر٤٥ درجة من درجات العرض شمالا وجنوبا ، وتتميز في ان معدل حرارة ابرد شهر فيها يزيد على ٤٣ درجة فهرنهاتية /٦ درجة مئوية ولكنه يقل عن ٦٥ درجة فهرنهاتية/١٨ درجة مئوية ، واحيانا تنخفض درجة الحرارة في شهر واحد او في اربعة اشهر خلال فصل الشتاء الى ما دون درجة التجمد ٣٢ درجة فهرنهاتية/صفر مئوية .

وكمـــا يظهر من الشكل توجـــد ثلاثة انواع من المناخ شبه المداري في العروض الوسطى هي :

١ – المناخ شبه المداري في غرب القارات (البحر المتوسط) .

٢ – المناخ شبه المداري في وسط القارات (الصحراوي والاستبس) .

٣ – المناخ شبه المداري الرطب في شرق القارات (الصين).

وسنتناول في الصفحات الآتية المميزات المناخية السائدة في كل نوع من انواع المناخ في اعلاه بشيء من التفصيل .

١ – مناخ البحر المتوسط

يسمى مناخ البحر المتوسط أحيانا بالمناخ شـــبه المداري الجـــاف ويتصف هذا النوع من المناخ بصفات اربع رئيسة هي :

١ – شتاء ممطر وصيف جاف نسبيا او جاف كليا .

٢ – شتاء معتدل وصيف حار او دافيء .

٣ – نسبة اشعة الشمس عالية صيفا وشتاء .

٤ ـ انه النوع المناخي الوحيد في العالم الذى يقع في غرب القارات وامطاره شتوية .

يقع هذا النوع من المناخ كما بينا سابقا بين دائرتي عرض ٣٠ و ٤٥ درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء تقريبا في الجهات الغربية من القارات كما يظهر في الخريطة ، اي بين المنطقة الجافة ذات الضغط المرتفع والتيارات الهوائية الهابطة والرياح التجارية الجافة من جهة خط الاستواء ، وبين المنطقة المعرضة للاعاصير الجوية والجهات الهوائية والرياح الغربية المطيرة من جهة القطبين . وبهذا فان الجهات التابعة لهذا النوع من المناخ تتعرض صيفا لهبوب الرياح التجارية وتأثيرات التيارات الهوائية الهابطة وشتاء لتأثيرات الرياح العكسية المطيرة والاعاصير الجوية ، وذلك تبعا لحركة الشمس الظاهرية التي يتبعها انتقال في مناطق الضغط الجوي ومناطق الرياح شمالا وجنوبا . ومن هذا يتضح بان مناطق هذا النوع من المناخ تتعرض لتأثيرات عدة عوامل خلال فصول السنة .

ويتمثل مناخ البحر المتوسط بصفاته المناخية المميزة كما يظهر في الخريطة في خمسة مناطق رئيسة هي :

١ ـ المنطقة الساحلية التي تحيط بحوض البحر المتوسط ، وهذه تعتبر من أوسع مناطق هذا النوع من المناخ ومن احسنها تمثيلا لصفاته المناخية .

٢ ـ المنطقة الوسطى الساحلية من جنوب ولاية كليفورنيا في امريكا الشمالية .

٣ ـ المنطقة الوسطى من ساحل شيلي في امريكا الجنوبية .

٤ ـ المنطقة الواقعة في اقصى الطرف الجنوبي الغربي من جنوب افريقيا .

٥ ـ المنطقتان الصغيرتان الواقعتان في اقصى الطرف الجنوبي الغربي والجنوب الشرقي من قارة استراليا .

وتحتل هذه المناطق الخمس مساحة تقدر بنحو ٣ بالمائة من سطح اليابس .

مما تقدم يظهر لنا بان اوسع المناطق التي يتمثل فيها مناخ البحر المتوسط كما يظهر في الخريطة هي في قارات العالم القديم في جنوب اوربا وشمال افريقيا وغرب آسيا وذلك ابتداء من السواحل الغربية لشبه جزيرة ايبريا والسواحل الشمالية الغربية للمغرب المطلة على المحيط الاطلسي وامتداده في السواحل الجنوبية والغربية لحوض البحر المتوسط .

اما في قارات العالم الجديد في استراليا والامريكيتين الشمالية والجنوبية فيحتل مناخ البحر المتوسط مساحات صغيرة مقارنة بمساحته في العالم القديم .

ولما كان مناخ البحر المتوسط يقع على الحافة الشمالية للمنطقة المدارية فانه مناخ شبه مداري في صفاته المناخية وخاصة الحرارية .

يتميز مناخ البحر المتوسط حراريا بصيف حار وشتاء معتدل حيث تصل درجة الحرارة في اشهر الصيف الى اكثر من ٦٨ درجة فهرنهايتية / ٢٠ درجة مئوية وحتى الى اكثر من ٧٧ درجة فهرنهايتية/٢٥ درجة مئوية في الجهات الداخلية من الاقليم كما هو الحال في وسط جنوب ايطاليا . ويتصف الشتاء بالدفء عموما بحيث تبلغ معدلات اشهر الشتاء بحوالي ٥٠ درجة فهرنهايتية ، وبهذا يتراوح المدى السنوي ما بين ١٠ درجة مئوية الى ١٧ درجة مئوية . وقد تصل حرارة النهار في اشهر تموز وآب ، اكثر اشهر السنة حرارة في النصف الشمالي في كثير من الاحيان ، الى ٩٥ درجة او ١٠٠ درجة فهرنهايتية/٣٥ درجة او ٣٨ درجة مئوية .

اما في اشهر الشتاء الدافئة ، فقد ترتفع الحرارة في النهار الى ٦٥ درجة فهرنهايتية/١٨ درجة مئوية ، ولا تنخفض خلاله الى اقل من ٤٥ درجة فهرنهايتية وبهذا يكون المدى الحراري اليومي في فصل الشتاء اصغر من نظيره في فصل الصيف .

وعلى الرغم من ان معدلات الحرارة في فصل الشتاء هي فوق درجة التجمد فان حدوث الصقيع ظاهرة مناخية متوقعة ولو انها نادرة الوقوع .

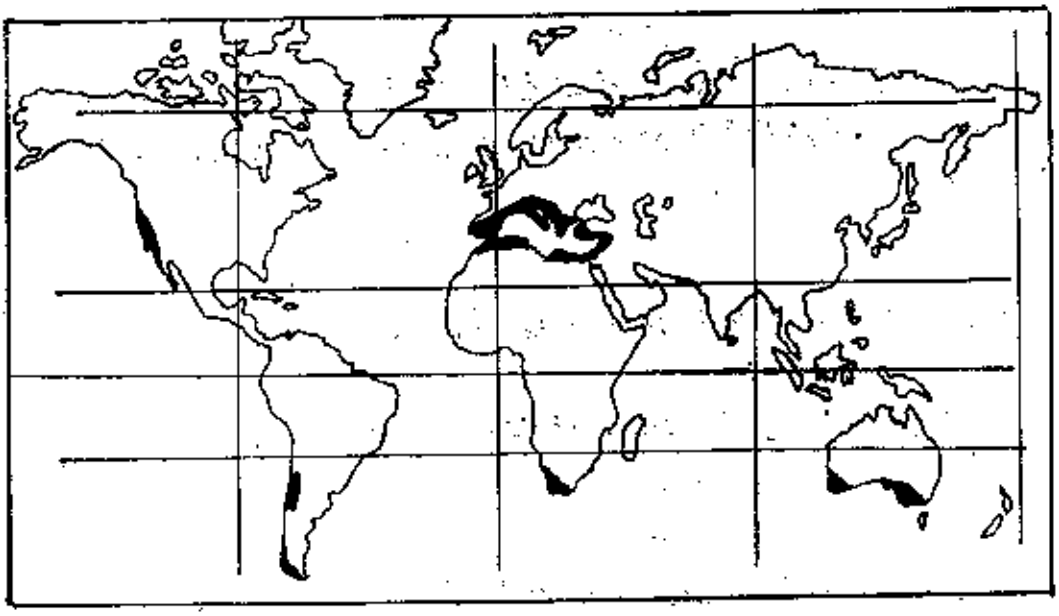
ومن بين الصفات الاساسية لمناخ البحر المتوسط هو جفاف اشهر الصيف وسقوط كمية متواضعة من الامطار في اشهر الخريف والشتاء والربيع. ويرجع هذا ولا شك الى الانتقال الفصلي لنطاق الضغط المرتفع شبه المداري شمالا وجنوبا تبعا لانتقال الشمس الظاهري بين المدارين .

ففي فصل الصيف يتحرك نطاق الضغط المرتفع باتجاه القطبين الى العروض الوسطى تبعا لحركة الشمس نحو الشمال ، فتسود الاقليم ظروف مناخية شبيهة بتلك التي تسود في المناخ الجاف وشبه الجاف بسبب ارتفاع الضغط الجوي والتيارات الهوائية الهابطة التي لا تساعد على تكوين السحب وانما تساعد على صفاء السماء وزيادة الايام المشمسة .

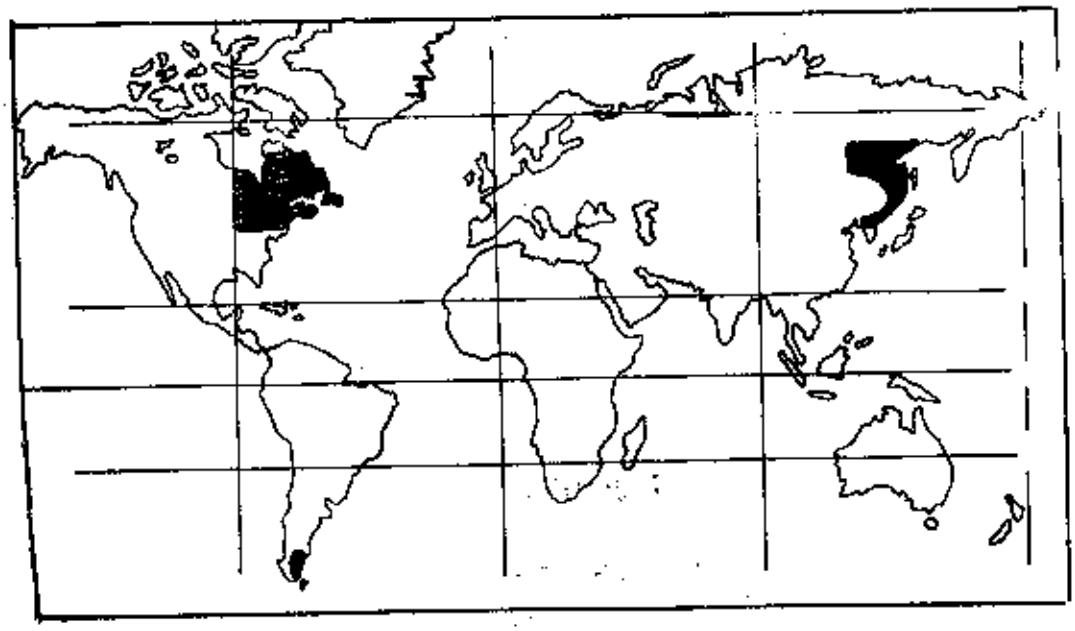
وفي فصل الشتاء يتحرك نطاق الضغط المرتفع شبه المداري باتجاه خط الاستواء تبعا لانتقال الشمس نحو الجنوب ، فتخضع منطقة البحر المتوسط لهبوب الرياح العكسية المطيرة ولمرور الانخفاضات الجوية ، فتزداد نسبة الغيوم والرطوبة الجوية فتسقط الامطار ويقل عدد الايام المشمسة نسبيا .

ويختلف مقدار التساقط السنوي عموما في اقليم البحر المتوسط المناخي اختلافا كبيرا من جهة الى اخرى ولكنه في المعدل يتراوح مابين ١٥ بوصة/٣٨١ مم ، و٣٠ بوصة/٧٦٢ ملم .

فعلى الجافات القريبة من المناطق الجافة تكون كمية التساقط قليلة وعلى الجافات القريبة من انواع المناخ الرطبة وعلى المناطق الجبلية والجهات المواجهة لهبوب الرياح العكسية ومرور الانخفاضات الجوية تكون كمية التساقط عالية ، قد تصل الى ٨٠ بوصة/٢٠٣٢ ملم ، كما هو الحال في السفوح الغربية لجبال الالب الدينارية المطلة على بحر الادرياتيك .



توزيع مناطق مناخ البحر المتوسط



توزيع المناخ القاري المعتدل. (مناخ شرق القارات)

ان ظاهرة جفاف اشهر الصيف ورطوبة اشهر الشتاء ، هي في الواقع من اهم ما يميز هذا النوع من المناخ عن غيره ، بحيث لا وجود لمناخ ذي صيف جاف يقع في غربي القارات في اي جزء من مسطح الكرة الارضية .

٢ ـ مناخ صحاري واستبس العروض الوسطى :

فكما كان الحال بالنسبة للعروض المدارية ، كذلك تسود حالة الجفاف في العروض الوسطى في الجهات الداخلية من القارات البعيدة عن المسطحات المائية ، البحار والمحيطات . وتختلف صحاري واستبس العروض الوسطى عن نظيراتها الصحاري والاستبس المدارية في الموقع الجغرافي واسباب الجفاف؛ حيث تقع الصحاري والاستبس الباردة في العروض الوسطى وتمتد في كثير من الجهات الى العروض العليا ما بين دائرتي عرض تقريبا ٣٥ و ٥٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية .

اما بالنسبة لاسباب الجفاف فيرجع اما الى موقعها في داخل القارات بعيدا عن تاثيرات المسطحات المائية ، البحار والمحيطات ، واما لموقعها في مناطق ظل المطر . بالاضافة الى هذه تختلف صحاري واستبس العروض الوسطى عن المدارية في انها تكون باردة شتاء ومعدل درجة حرارة ابرد شهر تقل عن ٤ر٦٤ درجة فهرنهاتية/١٨ درجة مئوية .

وينقسم مناخ وسط العروض الوسطى الى نوعين ، لكل منهما مميزاته وصفاته المناخية هما :ـ

١ ـ المناخ الصحراوي في العروض الوسطى :

يتمثل هذا النوع من المناخ الصحراوي في اواسط اسيا وفي شمال غرب امريكا الشمالية في الجهات الواقعة في جبال الروكي ، اي تكون مواقعه في النصف الشمالي من الكرة الارضية داخلية ، بينما تكون مواقعه في نصف الكرة

الجنوبي ساحلية ، كما هو الحال في صحراء بتكوينا الواقعة في ظل مطر جبال الانديز في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي من امريكا الجنوبية .

ومن هنا يظهر ان المواقع اما ان تكون في ظل المطر لبعض السلاسل الجبلية كما هو الحال في امريكا الشمالية وبتكوتيا في امريكا الجنوبية ، ولكلا مكان ، وغربي ومتغوليا في آسيا ، أو انها بعيدة عن المحيطات وعن تاثير الرياح الرطبة كما هو عليه في الجهات الوسطى من اسيا السوفيتية الواقعة شرق بحر قزوين .

ولا تشبه الصحارى في العروض الوسطى الصحارى في العروض المدارية ، وذلك من حيث انها لا تتاثر بالرياح التجارية بل انها تتميز بضغط مرتفع وهواء مستقر في فصل الشتاء ، وضغط خفيف وهواء غير مستقر في فصل الصيف .

وتشغل الصحارى في العروض الوسطى عموما مساحة اصغر من تلك التي تشغلها الصحاري المدارية في العروض الدنيا ، وتحتل اكبر مساحة لها في وسط اسيا ، تليها من حيث المساحة الصحاري الواقعة في الحوض العظيم في نظام جبال الروكي في امريكا الشمالية، ثم صحراء بتكونيا في امريكا الجنوبية . وفيما عدا انخفاض معدل الحرارة السنوي الى اقل من ٤ر٦٤ درجة فهرنهايتية/١٨ درجة مئوية ، والموقع الجغرافي، واستهاب الجفاف، فان صحارى العروض الوسطى لاتختلف كثيرا في صفاتها المناخية عن الصحاري المدارية .

فمن الناحية الحرارية تسمى الصحاري في العروض الوسطى احيانا بالصحارى الباردة وذلك تميزا لها عن صحارى العروض الدنيا التي تسمى تسمى بالصحاري الحارة المدارية .

وترجع تسمية صحارى العروض الوسطى بالباردة الى شدة برودة الشتاء وذلك ما دامت حرارة اشهر الصيف لكلا تكون مساوية لحرارة اشهر الصيف في الصحارى المدارية .

ومما يزيد من برودة الشتاء في صحاري العروض الوسطى وخاصة الواقعة في وسط القارات هو تعرضها للرياح الباردة او الكتل القطبية الآتية من الشمال . ففي جهات كثيرة من صحاري العروض الوسطى تنخفض درجة الحرارة شتاء الى مادون درجة التجمد لفترة طويلة ينتج عنه سقوط الثلوج وحدوث الصقيع وتجمد التربة . ففي محطات مثل تيكوما في صحراء نيفادا وتورفان في مقاطعة سيناكيانك تنخفض فيهما درجة حرارة ثلاثة اشهر الى مادون درجة التجمد .

اما في اشهر الصيف فالحرارة عموما مرتفعة ولكنها اقل ارتفاعا من حرارة صحاري العروض المدارية ، وقد تصل درجة حرارة احر شهر الى ٩٠ درجة فهرنهايتية/٣٢ درجة مئوية في الظل، ونتيجة لهذا التفاوت الكبير بين درجة حرارة ابرد واحر شهر ، فان المدى الحراري الفصلي فيصحاري العروض الوسطى غالبا مايكون اعلى من اية منطقة اخرى على سطح الكرة الارضية . ويكون المدى الحراري اليومي هو الآخر كبيرا في فصلي الصيف والشتاء .

والحقيقة ان الظروف المناخية السائدة في صحاري العروض الوسطى مشابهة حقيقا لتلك السائدة في الصحارى المدارية ليس في ارتفاع درجات الحرارة فحسب وانما في نسبة التبخر العالية ، وفي عدد الساعات المشمسة في صحراء وسط آسيا في الصيف والخريف ، تفوق بكثير عدد الساعات في مصر مثلا .

اما بالنسبة للامطار في صحاري العروض الوسطى فان معظمها تسقط في فصل الصيف بسبب التيارات الموالية الصاعدة المصحوبة بالعواصف الرعدية ، وهي عموما امطار محلية من النوع الانقلابي . هذا ولما كانت صحاري العروض الوسطى تمتد امتدادا كبيرا بين دائرتي عرض ٣٥ و ٥٠ درجة شمالا وجنوبا فان ذلك يجعلها تتمثل في دوائر عرض عدة أقاليم مناخية ، الامر الذي يؤدي الى سقوط الامطار في جهاتها في فصل الصيف وفي بعض الجهات

في فصل الشتاء وذلك حسب الموقع الجغرافي للمنطقة . الا انه سواء كانت الامطار تسقط في فصل الصيف او في فصل الشتاء فان كمياتها عموما قليلة لاتختلف عن كمية الامطار السنوية في الصحاري المدارية ، مع التأكيد على ان كمية الامطار الساقطة في فصل الصيف تكون أعلى مما هي عليه في فصل الشتاء.

٢ ـ المناخ شبه الصحراوي او الاستبس في العروض الوسطى :ـ

يقع المناخ شبه الصحراوي او الاستبس في العروض الوسطى داخل القارات ضمن المنطقة الجافة الواقعة بين دائرتي عرض ٢٠ و ٥٠ درجة شمالا وجنوبا تقريبا .

وكما كان الحال بالنسبة للاستبس المدارية ، يمثل الاستبس في العروض الوسطى منطقة انتقال ايضا بين المناطق الرطبة من جهة ومناطق صحاري العروض الوسطى من جهة اخرى ، ولذا فهي تحيط بمناطق الصحارى الباردة في كل من اسيا وامريكا الشمالية .

ففي آسيا يمتد هذا النوع من مناخ الاستبس في المنطقة الواسعة الممتدة من نهر الدانوب غربا حتى شمال الصين شرقا لمسافة تقدر بحوالي ١٠٠ خط من خطوط الطول ، ويظهر كذلك في جهات اخرى من آسيا كما في وسط تركيا وايران وافغانستان وفي شمال غرب الباكستان .

اما امريكا الشمالية فيتمثل هذا النوع من المناخ في منطقة طويلة تمتد من دائرة عرض ٢٥ الى حوالي دائرة ٥٢ درجة من درجات العرض الشمالية حيث يبدأ من شمال ولاية نيومكسيكو في الولايات المتحدة ، ويستمر شمالا الى الشرق من جبال الروكي وحتى مقاطعة البرتاستكيجوان في كندا ، اي هو يتمثل تمثلا جيدا في القسم الشمالي من السهول العظمى في كل من الولايات المتحدة وكندا .

والواقع أن معظم جهات امريكا الشمالية والواقعة الى الغرب من خط

الطول ١٠٠ درجة غربا والى الشمال من دائرة العرض ٢٠ درجة شمالا هي اما مناطق صحراوية أو مناطق استبس ..

وعلى الرغم من عدم امتداد القارات الجنوبية الامتداد الكافي لظهور هذا النوع من المناخ وشبيهها ، فان مناخ استبس العروض الوسطى يتمثل في الشمال الغربي والجنوبي من افريقيا وفي منطقة ضيقة في استراليا ، تمتد باتجاه شرقي غربي الى ان تشرف على المحيط .

اما في امريكا الجنوبية فيتمثل هذا النوع من المناخ تمثلا جيدا في الساحل الغربي وفي هضبة بوليفيا العالية وفي المنطقة الممتدة من الشمال الى الجنوب غرب صحراء بتكونيا وشرق جبال الانديز .. وتعتبر هذه المنطقة من اكبر مناطق الاستبس في العروض الوسطى في النصف الجنوبي من الكرة الارضية ، حيث تمتد كما هي عليه في امريكا الشمالية من حوالي دائرة عرض ٢٥ الى دائرة عرض ٥٠ درجة من دوائر العرض الجنوبية ..

اما من حيث الظروف الحرارية فان الاستبس في العروض الوسطى تشبه ما هي عليه الحرارة في الصحاري الباردة ، ففي كل من الجهات الجافة وشبه الجافة في العروض الوسطى تهبط درجة الحرارة في عدة اشهر من السنة الى درجة التجمد او اقل من ذلك ، ولهذا فهي تختلف عن الجهات الصحراوية وشبه الصحراوية المدارية التي لا يهبط المعدل الحراري فيها الى اقل من ٦٤ر٤ درجة فهرنهايتية /١٨درجة مئوية .

ولعل من اهم خصائص مناخ الاستبس في العروض الوسطى هو التطرف الكبير في معدل حرارة الصيف وحرارة الشتاء .

ففي فصل الصيف ترتفع معدلات الحرارة الى اكثر من ٧٠ درجة فهرنهايتية/٢١ درجة مئوية ، بينما تهبط الى مادون درجة التجمد بكثير في فصل الشتاء .

وبصورة عامة يمكن القول بأن شهر كانون الثاني يعتبر من اكثر اشهر السنة برودة ، وشهر تموز من اكثرها حرارة في مناخ الاستبس في العروض الوسطى ، ولايستثنى من ذلك الا الجهات ذات الموقع البحري حيث يكون شهر آب هو اكثر الاشهر حرارة في السنة .

وعلى الرغم من اختلاف المدى الحراري السنوي من جهة الى اخرى في استبس العروض الوسطى، ففي الغالب يتراوح مابين ٤٠ و٦٠ درجة فهرنهايتية، وذلك باستثناء بعض جهات الاستبس الواقعة في قلب القارة الاسيوية التي قد تنخفض فيها درجة الحرارة الى ـ ٥٠درجة فهرنهايتية / ـ ٤٦درجة مئوية في كانون الثاني ، وبهذا تمثل اقطب البرودة ، لانها تعتبر اشد جهات العالم برودة في فصل الشتاء بسبب تعرضها لزحف الكتل الهوائية القطبية القارية التي تؤدي الى هبوط في درجات الحرارة لا مثيل له حتى في الجهات القطبية .

اما بالنسبة لكمية التساقط وتوزيعها الفصلي فتعتبر الجهات التابعة لمناخ استبس العروض الوسطى مناطق انتقالية في ظروفها المناخية بين المناخ الصحراوي الجاف والمناخ الرطب، أي انها تتعرض لنفس التاثيرات التي تسيطر على المناخ الرطب ، الا وهي تاثيرات الاعاصير الجوية والجبهات الهوائية ، ولكنها عموما تخضع الى تاثيرات امتداد الاعاصير ، ولذا تكون كمية الامطار السنوية قليلة بصورة عامة تتراوح ما بين ٨ بوصة /٢٠٣ ملم و ٢٢ بوصة / ٥٩ ملم في السنة ، وهذه الكمية من التساقط اقل من الكمية السنوية التي تستلمها الاستبس المدارية ، ولكن نظرا لانخفاض درجات الحرارة ومن ثم انخفاض كمية التبخر في استبس العروض الوسطى عن مثيلتها في العروض المدارية ، فانها من حيث الكمية تكفي لنمو اعشاب الاستبس القصيرة .

هذا وان معظم الامطار الساقطة في هذا الاقليم من النوع الاعصاري لسقوطها في فصل الشتاء ومن النوع التضاعدي ايضا لسقوطها في فصل الصيف.

٣ ـ المناخ شبه المداري الرطب في شرق القارات (الصيني) :

يطلق على المناخ شبه المداري الرطب أحيانا بمناخ شرق القارات أو بالمناخ الصيني China Type **او بالمناخ الموسمي المعتدل** ، وذلك بسبب هبوب الرياح الرطبة من المحيطات الى مناطق الضغط الخفيف على القارات في فصل الصيف، وهبوب الرياح الجافة من مناطق الضغط العالي على القارات الى المحيطات في فصل الشتاء .

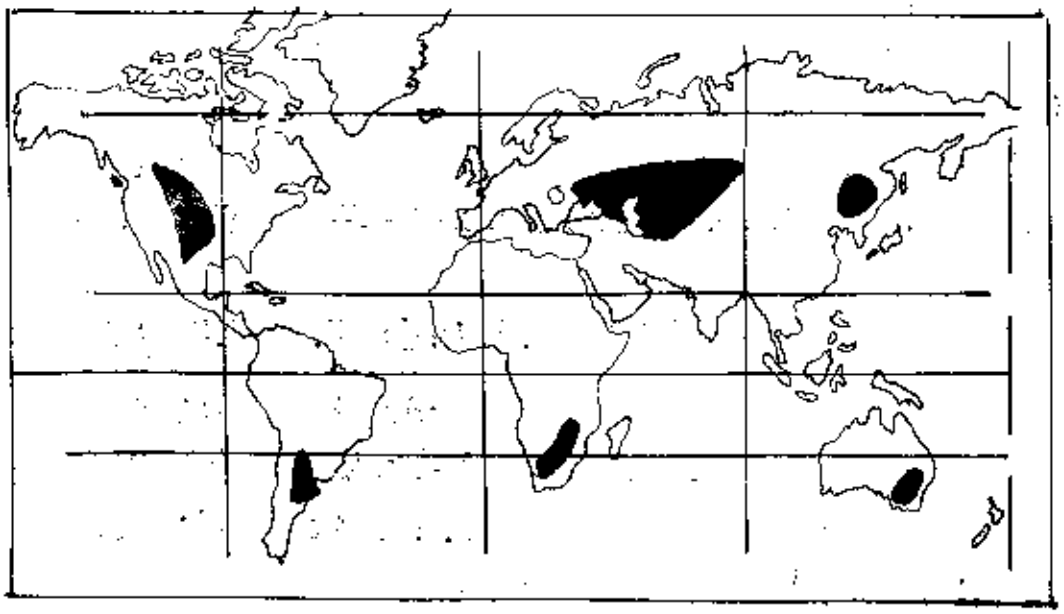
وكما يظهر في الخريطة يقع المناخ شبه المداري الرطب في الجهات الشرقية للقارات في العروض الوسطى ما بين ٢٥ و ٤٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية . ومن اوسع مناطق انتشار هذا النوع من المناخ **هي جنوب شرق الولايات المتحدة، حيث تمتد مناطق وجوده من المحيط الاطلسي باتجاه الغرب الى حوالي السهول العظمى ومن خليج المكسيك باتجاه الشمال حتى وسط ولاية الينوي وجنوب بحيرة ايري والحدود الجنوبية لولايات نبراسكا .**

وفي امريكا الجنوبية يتمثل هذا النوع من المناخ في مساحة واسعة ايضا **تمتد من باهيابلانكا في الارجنتين الى ساوباولو في البرازيل ، وهذه تشكل الجزء الاكبر من جنوب شرق البرازيل وارغواي وشمال شرق الارجنتين .**

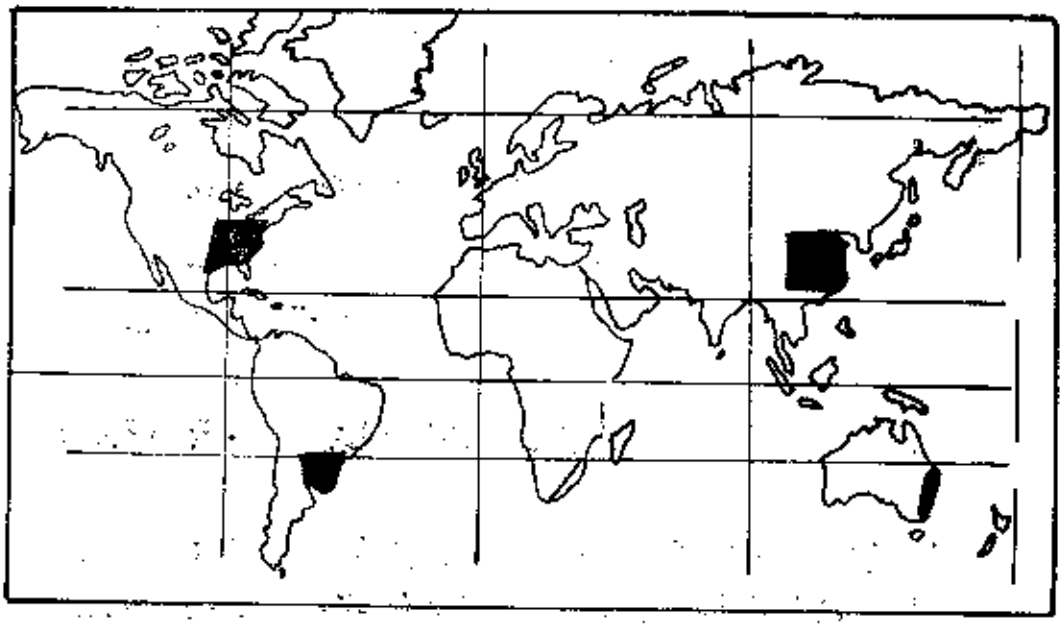
وفي جنوب شرق آسيا يتمثل المناخ شبه المداري الرطب في مساحة واسعة **تضم شمال الصين ووسطها وجنوب اليابان .** وتتمثل **المميزات المناخية لهذا** النوع من المناخ في هذا الجزء من جنوب شرق آسيا تمثلا لا نظير له في اي جهة اخرى من العالم مما ادى الى تسميته بنوع المناخ الصيني .

اما في استراليا فيوجد في شرق القارة ممتدا من مدار الجدي تقريبا وحتى مدينة ملبورن .

وفي افريقيا يتمثل في جنوب شرق القارة على شكل شريط ساحلي يمتد **من جنوب موزمبيق وحتى دربان على طول ساحل ناتال .**



توزيع مناخ الاستبس الباردة



توزيع مناطق المناخ شرق القارات (الصين)

وفي قارة اوربا يتمثل في سهل البو في شمال ايطاليا وفي حوض الدانوب الاسفل وفي بعض جهات السهول الساحلية للبحر الاسود .

يتبين لنا من هذا التوزيع بان الجهات التي يسودها المناخ شبه المداري الرطب او مناخ شرق القارات تتميز بمواقع بحري او شبه بحري ما عدا بعض الجهات الواقعة في الولايات المتحدة التي تمتد غربا في داخل القارة حتى حدود المناخ شبه الجاف والجاف، وفي بعض الجهات الداخلية الواقعة في قارة اوربا .

اما بالنسبة للحالة الحرارية فانه رغم تاثير الموقع الساحلي وهو السائد فان مناخ شرق القارات يتميز بصيف حار ، وغالبا ما يكون شهر تموز احر اشهر السنة ، علما ان شهر آب يكون أحيانا أحر من شهر تموز او مساويا له في الحرارة في بعض الجهات من الاقليم .

أن معدل حرارة اكثر شهور السنة يزيد عموما على ٧٢ درجة فهرنهايتية / ٢٢ درجة مئوية ، وفي كثير من المحيطات قد تصل درجة الحرارة في الصيف الى اكثر من ٧٦ درجة فهرنهايتية/٢٤ درجة مئوية واحيانا الى اكثر من ٨٠ درجة فهرنهايتية/٢٧ درجة مئوية ، وخاصة في الجهات المطلة على خليج المكسيك وفي بعض جهات الصين وفرموزا .

اما معدلات الحرارة في فصل الشتاء فانها عموما تتصف بالاعتدال ، اذ يتراوح معدل حرارة شهر كانون الثاني من ٢٧ درجة فهرنهايتية/٣ درجة مئوية في حافات الاقليم الواقعة باتجاه القطبين الى اكثر من ٥٠ درجة فهرنهايتية/١٠ درجة مئوية ، هذا ويتراوح المدى الحراري اليومي بين ١٥ و ٢٠ درجة فهرنهايتية في الجهات الساحلية ويزيد عن ذلك في الجهات الداخلية للاقليم . ويكون المدى الحراري الفصلي واليومي عموما في هذا النوع من المناخ متطرفا بوجه عام ، ولو ان هناك اختلافات في المدى من محطة الى اخرى تبعا لمحطة اليابسة او القرب من المسطحات المائية والمواقع بالنسبة لدوائر العرض .

اما بالنسبة لكمية الامطار السنوية وتوزيعها الفصلي فتتميز بغزارتها وتوزيعها توزيعا جيدا على اشهر السنة . وبوجه عام يمكن القول بأن كمية الامطار السنوية تتراوح من معدل ٣٠ بوصة/٧٦٢ ملم الى ٥٥ بوصة او ٦٠ بوصة/١٣٩٧ ملم او ١٥٢٤ ملم في السنة .

وتزداد كمية الامطار السنوية عموما باتجاه خط الاستواء والشرق حيث يتكرر مرور الكتل الهوائية المدارية الرطبة غير المستقرة .

هذا ويسقط القسم الاكبر من الامطار في النصف الصيفي في السنة ابتداء من شهر آذار وحتى تشرين الاول ، ثم تقل كميتها في أشهر النصف الشتوي من السنة ، ولكن ليس بأقل من بوصة/٢٥ ملم في الشهر الواحد ويكون نوع اغلب امطار الصيف من النوع الانقلابي المصحوب بعواصف رعدية . اما معدل امطار فصل الشتاء القليلة نسبيا فانه من النوع الاعصاري، وبالرغم من ان سقوط الثلج غير متوقع في الجهات المنخفضة من الاقليم في أشهر الشتاء الا انه كثيرا ما يتكرر حدوثه في الجهات المرتفعة منه .

ويرجع سبب قلة الامطار في فصل الشتاء عنها في فصل الصيف الى أن سطح الارض ابرد من الهواء البحري الذي يصل اليه من المسطحات المائية المدارية ، ونتيجة لذلك يبرد القسم الملامس للسطح من الهواء ويزداد استقرارا، ومن ثم يقل مطرا .

الا أن الحالة الجوية تتصف عموما في فصل الشتاء برطوبة عالية ونسبة مرتفعة من الغيوم، وخاصة عند مرور الجبهات الدافئة التي تتبعها سماء صافية وطقس بارد في وقت مرور الجبهات الباردة .

انواع المناخ في الاقاليم المعتدلة

الموقع والميزات المناخية العامة :

تحتل انواع المناخ في الاقاليم المعتدلة موقعا متوسطا في العروض الوسطى

بين انواع المناخ شبه المداري من جهة خط الاستواء وانواع المناخ شـــبه القطبي من جهة القطبين .

ويبلغ معدل درجة حـرارة ثمانية اشهر عند حـدودها من جهـة خط الاستواء واربعة اشهر عند حدودها من جهة القطبين اكثر من ٥٠ درجة فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية .

وتقسم مناخ الاقاليم المعتدلة الى نوعين من المناخ هما :ـ

١ ـ المناخ البحري المعتدل الرطب (مناخ غرب القارات) .

٢ ـ المناخ القاري الرطب .

ويعتبر خط الحرارة المتـــاوى ٣٢ درجة فهرنهاتية/الصفر المئوية لابرد شهر في السنة الحد الفاصل بينهما .

١ ـ المناخ البحري المعتدل :

يطلق على المناخ البحرى المعتدل احيانا بمناخ غرب اوربا ، او بمناخ غرب القارات الرطب ، الذى يقع بين دائرتي عرض ٤٠ درجة او ٤٥ درجة و ٦٠ درجة من درجات العرض الشمالية والجنوبية .

في هذه العروض تلتقي الكتل الهوائية البحرية المدارية والقطبية فتتكون الانخفاضات البحرية التي تسير من الغرب الى الشرق ، وينتج عنها امطار غزيرة تسقط على الجهات الغربية من القارات في تلك العروض ، وتقل تدريجيا كلما توغلنا شرقا .

هذا ومن اوسع مناطق انتشار المناخ البحري المعتدل واكبرها مساحة تقع في اوربا كما يظهر في الخريطة .

ففي هذه القارة يسود هذا النوع من المناخ على مساحة واسعة تمتد من حوالي دائرة عرض ٤٠ درجة شمالا ابتداء من شمال اسبانيا الى حوالي دائرة

عرض ٦٣ درجة شمالا ، وبهذا فهو يضم ايرلنده والجزر البريطانية واقطار الاراضي المنخفضة (بلجيكا وهولنده) والدانيمارك ومعظم جهات فرنسا والمانيا والنرويج ، حيث انه يتمثل في اكثر من ٣٠ بالمائة من مساحة قارة اوربا .

اما في امريكا الشمالية فانه يسود في شريط ساحلي ضيق يمتد على طول السواحل الشمالية القريبة من شمال غرب ولاية واشنطن جنوبا وحتى دائرة عرض ٥٨ درجة شمالا .

اما في نصف الكرة الجنوبي فيتمثل هذا النوع من المناخ في جزيرة تسمانيا والمنطقة المجاورة لها من استراليا وفي نيوزيلنده ويسود في امريكا الجنوبية في السواحل الغربية الجنوبية من شيلي المطلة على المحيط الهادي وخليج ماجلان من دائرة عرض ٤٠ درجة الى دائرة عرض ٥٠ درجة جنوبا .

ويظهر من هذا التوزيع بان المناخ البحري المعتدل يلتقي من جهة الجنوب بمناخ البحر المتوسط في غرب القارات ، كما هو الحال في قارة اوربا وامريكا الجنوبية وامريكا الشمالية وجنوب شرق استراليا ويلتقي من جهة الشمال بالمناخ المعتدل البارد في النصف الشمالي من الكرة الارضية .

ويرجع سبب امتداد مناخ السواحل الغربية البحري المعتدل شمالا لمسافة بعيدة باتجاه القطب على طول السواحل الغربية للقارات الشمالية الى تاثير التيارات البحرية الدافئة التي تتحرك بموازاة السواحل الغربية للقارات . اما المسافة التي يتوغل فيها المناخ الساحلي البحري في داخل القارات فتحدد بصورة رئيسة بامتداد الجبال من الشمال الى الجنوب على طول السواحل الغربية للقارات ، اذ يقتصر وجوده في شريط ضيق على طول السواحل الغربية في حالة امتداد السلاسل الجبلية بموازاة او على مقربة من تلك السواحل كما هو الحال في امريكا الشمالية والجنوبية ، وعلى العكس اذا كانت المناطق القريبة من السواحل منطقة سهلية كما هو الحال في قارة اوربا فان التاثيرات

البحرية تتوغل في داخل القارة الى مسافات بعيدة الى ان يلتقي هذا النوع من المناخ بانواع مناخية قارية رطبة وجافة .

ففي هذا النوع من المناخ تكون معدلات الحرارة اليومية والسنوية ليست متطرفة في ارتفاعها وانخفاضها ، وبهذا فان المناخ الساحلي البحري يعتبر بحق من اكثر انواع المناخ اعتدالا على سطح الكرة الارضية ، وذلك رغم أن المدى الحراري اليومي في الجهات الداخلية من الاقليم اعلى منه في الجهات الساحلية ، فهو عموما يتراوح بين ١٥ و ٢٠ درجة فهرنهاتية ، ويكون أعلى في فصل الصيف منه في فصل الشتاء .

اما المدى الحراري السنوي فيكون حوالي ٢٠ درجة فهرنهاتية في الجهات الساحلية في النصف الشمالي من الكرة الارضية وينبط الى ١٢ درجة او ١٥ درجة فهرنهاتية في النصف الجنوبي من الكرة الارضية .

اما في المواقع الداخلية من قارة أوربا فانه يتراوح بين ٢٥ درجة و ٤٠ درجة فهرنهاتية أو اكثر ، عاكسا بذلك بعض التاثيرات القارية حيث يبلغ المدى الحراري السنوي في مدينة برلين ٣٦ درجة فهرنهاتية .

ان حرارة أشهر الصيف في مناخ السواحل الغربية دافئة تميل الى الاعتدال اكثر من أنها حارة . ففي الجهات الساحلية يتراوح معدل الحرارة في فصل الصيف بين ٥٥ درجة و ٦٥ درجة فهرنهاتية / ١٣ و ١٨ درجة مئوية ، وبين ٦٥ درجة و ٧٢ درجة فهرنهاتية / ١٨ درجة و ٢٢ درجة مئوية في الجهات الداخلية .

ان ظاهرة الاعتدال هذه واضحة تمام الوضوح في مناطق غرب اوربا التي تتعرض لتاثير تيار الخليج الدافيء الذى يجعل من تلك المناطق معتدلة رغم وقوعها في العروض العليا . حيث أن تاثير تيار الخليج الدافيء يزيد معدل حرارة كانون الثاني ، أبرد أشهر السنة ، بمقدار يتراوح ما بين ٢٠ درجة

الى ٣٠ درجة عن معدل الحرارة في المناطق الداخلية الواقعة على نفس دوائر العرض ، على ان هذا لا يمنع من تعرض جهات هذا النوع من المناخ لموجات برد شديدة قد يطول أمدها لمدة أيام بسبب هبوب الرياح القطبية الباردة الآتية من ناحية القطب الشمالي .

اما بالنسبة لكمية الامطار السنوية وتوزيعها الفصلي ، فان جهات هذا الاقليم تخضع في الواقع لتاثيرات مرور الاعاصير أو الانخفاضات الجوية طول العام ، وذلك باعتبارها مناطق التقاء للكتل البحرية القطبية والمدارية ، وبذلك ينتج عنها سقوط أمطار غزيرة توزع توزيعا عادلا على اشهر السنة ، بحيث ان كمية الامطار لا تقل في أي شهر عن ٢ر١ بوصة/٣١ ملم ، وهذا يعني عدم وجود فصل جفاف واضح كما هو الحال في مناخ البحر المتوسط مثلا .

اما من حيث التوزيع الفصلي للامطار فان النهاية العظمى لها تختلف في الواقع من جهة الى اخرى ولكنها عموما تبلغ قمة المطر في فصل الشتاء في المحطات الواقعة على السواحل او القريبة منه ، وفي فصل الصيف في المحطات الواقعة في الداخل او البعيدة عن السواحل .

اما عن مصدر الامطار فيختلف هو الآخر من جهة الى اخرى ومن فصل الى آخر اذ يكون مصدرها أعصاري في الجهات الساحلية وخاصة في فصل الشتاء حيث يزداد مرور عدد الاعاصير الجوية خلال ذلك الفصل .

الا ان هذا لا يمنع من القول بان الامطار تسقط ايضا في فصل الصيف على شكل زخات شديدة تزداد بكميتها على ما هي عليه في فصل الشتاء في المحطات الداخلية البعيدة عن تاثير المحيطات ، وهي عموما من النوع التصاعدي او الانقلابي .

بالاضافة الى الامطار الاعصارية والتصاعدية هناك الامطار التضاريسية في المناطق الساحلية التي تمتد خلفها سلاسل جبلية من جهة الشرق كما هو

الحال في الساحل الشمالي الغربي لامريكا الجنوبية وفي كثير غيرها من المناطق التابعة لهذا النوع من المناخ .

٢ ـ المناخ القاري المعتدل :

يطلق على هذا النوع من المناخ احيانا مناخ شرق القارات وهو لا يشبه مناخ غرب القارات البحري باعتداله ، ولا مناخ الجهات الداخلية في العروض العليا من القارات بتطرفه .

وبمقارنته بمناخ غرب القارات البحري الذى تكون مناطقه دائما مفتوحة للرياح الغربية او العكسية المطيرة الآتية من المحيطات ، فان الجهات التابعة للمناخ القاري المعتدل تخضع في فصل الشتاء لتاثير الرياح الآتية من الغرب والتي تجلب البرودة من المناطق الداخلية للقارات وفي فصل الصيف تخضع لتاثير الرياح التجارية الشرقية الآتية من المسطحات المائية ، والتي تعدل من درجة الحرارة وتجلب الامطار الى الجهات التابعة لهذا النوع من المناخ .

وللمناخ القاري المعتدل ، كما هو متوقع ، موقع داخلي وشرقي في كل من امريكا الشمالية وقارة اوراسيا وينتشر فوق مساحة واسعة يتراوح عرضها من ١٠ درجة الى ٢٠ درجة من درجات الطول وتمتد من حوالي دائرة عرض ٣٥ درجة او ٤٠ درجة الى ٥٠ درجة او ٦٠ درجة شمالا في النصف الشمالي من الكرة الارضية . ويحاذي المناخ القاري المعتدل في كل من شرق امريكا الشمالية وقارة آسيا انواع المناخ شبه القطبي من الشمال وانواع المناخ شبه المداري الرطب من الجنوب ، ويلتقي بمناخ البحر المتوسط في اوربا وغرب آسيا ، وانواع المناخ الجاف في الحافات الجنوبية منه .

وكما يظهر في الخريطة يتركز المناخ القاري المعتدل في منطقتين واسعتين احداهما في شمال شرق امريكا الشمالية و لثانية في شمال شرق آسيا ، ومنطقة صغيرة جدا تقع في جنوب شرق امريكا الجنوبية .

ويتصف المناخ القاري المعتدل حراريا بشتاء بارد وبصيف اما دافيء واما حار وذلك تبعا لموقع المكان بالنسبة لدوائر العرض ، اذ يتراوح معدل حرارة شهر تموز ، من ٧٥درجة فهرنهاتية /٢٤ درجة مئوية او اكثر في جنوب الاقليم الى ٦٥ درجة فهرنهاتية /١٨درجة مئوية في جهاتها الشمالية ، اما بالنسبة لمعدل درجة حرارة كانون الثاني فانه يختلف من درجة الصفر او ما دونها قليلا من الشمال الى ٢٥ درجة فهرنهاتية/٣٫٨ درجة مئوية او اكثر في الجنوب .

ونتيجة لهذا يكون المدى الحراري الفصلي مرتفعا في كل جهة من جهات الاقليم ، مع ارتفاع واضح في كلا الاتجاهين من الجنوب الى الشمال ومن الساحل الى الداخل .

ففي بيوريا الواقعة على دائرة عرض ٤١ درجة شمالا في ولاية الينوي مثلا يبلغ معدل حرارة كانون الثاني وشهر تموز ٢٤ درجة فهرنهاتية /٤٫٤درجة مئوية و٧٥ درجة فهرنهاتية/٢٤ درجة مئوية على التوالي ، وبهذا يكون المدى الحراري السنوي ٥٠ درجة فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية . الا انه في مدينة ونيبك الواقعة دائرة عرض ٥٠ درجة شمالا في كندا يبلغ معدل حرارة كانون الثاني ٤ درجة فهرنهاتية وحرارة شهر تموز ٦١ درجة فهرنهاتية ، وبذلك يرتفع المدى الحراري السنوي الى ٧٠ درجة فهرنهاتية/٢١ درجة مئوية .

وكذلك الحال بالنسبة لمدينة نيويورك الواقعة على المحيط الاطلسي حيث يصل المدى الحراري السنوي الى ٤٢ درجة فهرنهاتية/ ، بينما تصل في اوماها في ولاية نبراسكا الى ٥٥ درجة فهرنهاتية/١٢ درجة مئوية .

من الملاحظات المهمة ايضا ان معدلات الحرارة في فصل الشتاء والصيف ليس متطرفة فحسب وانما تتغير من سنة الى اخرى ، وهذا عكس ما هي عليه في المناخ المعتدل البحري الذي تبقى معدلات الحرارة في الشتاء والصيف ثابتة تقريبا سنة بعد اخرى بدون ان يطرأ عليها تغير واضح . وبتعبير آخر

تتميز الحالة الحرارية في المناخ القاري المعتدل بانحراف كبير عن المعدل السنوي العام .

اما بالنسبة لطول فترة فصل النمو فهي الاخرى تختلف في الجنوب عما هي عليه في شمال الاقليم ، اذ تصل الى حوالي ٢٠٠ يوم في الحافات الجنوبية ، وتتناقص الى حوالي ١٠٠ يوم في الجهات الشمالية للاقليم . ونتيجة لهذه الظاهرة المناخية اختلفت انماط استعمال الارض الزراعية وزراعتها بالمحاصيل **الزراعية تبعا لاختلاف دوائر العرض وطول فترة النمو . اما فيما يتعلق** بكمية الامطار السنوية ونظام توزيعها الفصلي ، فانها اقل كمية من أقاليم **المناخ البحري حيث تتراوح من ٢٠ أو ٢٥ بوصة/٥١ملم الى اكثر من ٤٠ بوصة** /١١١ ملم وتتركز بصورة عامة في فصل الصيف .

هذا وتتناقص كمية الامطار السنوية من حافات الاقليم الساحلية نحو الداخل ومن الجنوب نحو الشمال .

وعلى الرغم من ان بعض الامطار تسقط في فصل الشتاء الى اعلى قمة **لها فهي تتركز في فصل الصيف ، وهذه ميزة اخرى من مميزات هذا النوع من المناخ ويرجع سبب تركيز الامطار في اشهر الصيف الدافيء ما يأتي :**

١ – أن انخفاض درجة حرارة الهواء تجعل الرطوبة المطلقة في الجو اقل بكثير **مما هي عليه في حالة ارتفاع درجة حرارة الهواء في فصل الصيف .**

٢ – يتكون فوق الجهات التابعة للمناخ القاري المعتدل اضداد الاعاصير ، **ومن ثم هبوط الهواء من الاعلى ، وهذا يساعد على وجود حالة انقلاب** حراري فصلي لا تساعد على تكوين السحب وسقوط الامطار .

٣ – أن تغطية السطح بالجليد خلال فصل الشتاء يمنع تكوين التيارات الهوائية الصاعدة ويزيد من استقرار الهواء . اما في الصيف فان ارتفاع حرارة سطح الارض يجعل الهواء فوقه في حالة حركة وعدم استقرار .

٤ – **أن تطرف درجات الحرارة في الصيف والشتاء يقود الى اختلاف الضغط الجوي على اليابسة وعلى الماء ، ويؤدي هذا الى تعرض الجهات التابعة لهذا**

النوع من المناخ الى كتل هوائية باردة CP في فصل الشتاء والى كتل هوائية بحرية مدارية MT مع امكانية سقوط كمية من الامطار في فصل الصيف .

هذا وتصل كمية الامطار الى اقصى قمة لها في فصل الصيف في منطقتين بارزتين من الاقليم هما الجهات الداخلية والمناطق الساحلية التي تخضع لهبوب الرياح الموسمية الصيفية كما في شمال شرق آسيا . وتسقط اعلى كمية للامطار في الجهات الداخلية في أوائل الصيف ، أى يكون شهر حزيران اغزر اشهر السنة مطرا .

أن تركيز الامطار في فصل الصيف الدافيء اعطى للاقليم الذي شتاؤه بارد وفصل النمو فيه قصير أهمية اقتصادية كبيرة من حيث انتاجيته الزراعية اذ لولا هذا التركيز للامطار في فصل الصيف لما كان بالامكان الاستفادة من هذا الاقليم زراعيا .

اما في الشتاء فالامطار تكون معظمها اعصارية في الاصل ، حيث تتحرك الكتل المدارية MT في امريكا الشمالية باتجاه الشمال وتلتقي بالكتل الهوائية القطبية الباردة ، وينتج منها سقوط كمية معتدلة من الامطار في ذلك الجزء من اقليم المناخ القاري المعتدل .

اما في شمال شرق آسيا حيث الرياح الموسمية الشتوية تكون هي السائدة ومن ثم تمنع من توغل الكتل الهوائية المدارية نحو الداخل باتجاه القطب ، الامر الذى يجعل من امطار الشتاء عموما قليلة جدا في شمال الصين ومنشوريا . ففي بكين مثلا تبلغ كمية الامطار الساقطة في شهر كانون الثاني ١ر٠ بوصة/٢٥ر٠ ملم يقابلها ٩ر٤ بوصة ملم في تموز من مجموع يقدر بـ ٢٥ بوصة/٦٤ ملم في السنة .

هذا ويكون جزء من التساقط في فصل الشتاء على هيئة ثلوج يدوم بعضها عدة اسابيع في بعض الجهات وبعضها يدوم عدة اشهر في جهات اخرى .

ففي شمال شرق الولايات المتحدة وجنوب شرق كندا حيث يزداد مرور **عدد الاعاصير الجوية في فصل الشتاء تتجمع الثلوج بكميات كبيرة جدا أو تتجمد المياه في البحيرات الخمس ونهر سانت لورنس ، وتتجمع الثلوج في**شمال ولايات نيوانكلاند وشمال نيويورك الى ارتفاع ٧ قدم كمعدل عام في كل شتاء **وتقبى على السطح اربعة اشهر في الاقل من كل سنة .**

هذا وان معظم أمطار الصيف من أصل تصاعدي ، يسقط الجزء الاكبر منها على شكل زخات قوية تتكون من ٧٥ الى ٩٠ بالمائة من الامطار الساقطة في فصل **الصيف كما هو الحال في مدينة مدسن في ولاية وسكونسن .**

٣ - المناخ في الاقليم شبه القطبي

الموقع والمميزات المناخية الخاصة :

يعتبر المناخ في الاقليم الشبه القطبي اشد تطرفا من اى نوع آخر من **انواع المناخ القاري وذلك لتميزه بمدى حراري سنوي كبير لا مثيل له على سطح الكرة الارضية ، ويتمثل المناخ شبه القطبي في الجهات العليا من العروض الوسطى وينتشر فوق مساحة واسعة في قارات النصف الشمالي من العالم بين دائرة عرض ٥٠ درجة أو ٥٥ درجة الى ٦٥ درجة من درجات العرض الشمالية . ويلتقي المناخ شبه القطبي في حدوده الشمالية مع مناخ التندرا ، احد انواع المناخ القطبي ، ويفصل بينهما خط الحرارة المتساوى ٥٠ درجة** فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية لادفأ شهر في السنة ، وهو الخط الحراري الذى يكون الحد الشمالي لنمو الاشجار الصنوبرية .

ويلتقي هذا النوع من المناخ عند حافاته الجنوبية بمناطق المناخ القاري المعتدل الرطب في بعض الجهات وبمناطق مناخ الاستبس وصحاري العروض الوسطى في جهات اخرى .وتحدد الحافات الجنوبية لهذا النوع من المناخ بمعدل حرارة ٥٠ درجة فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية لاربعة اشهر من السنة .

وقد اطلق بعضهم اصطلاح (تايكا Tiaga) على هذا النوع من المناخ فعرف بمناخ التايكا وعلى اقليم الغابات الصنوبرية باقليم التايكا . وعلى هذا الاساس فان الاصطلاحين ، المناخ شبه القطبي ومناخ التايكا ، اصطلاحان يستخدمان بصورة مترادفة في اكثر الاحيان .

ويعتبر مناخ شبه القطبي من اكثر انواع المناخ انتشارا في النصف الشمالي من الكرة الارضية اذ يحتل المرتبة الثانية بالمساحة بعد المناخ الجاف الحار وربما مناخ الستفانا السوداني . كما يعتبر المناخ شبه القطبي من اكثر انواع المناخ الملائمة جدا لنمو الاشجار والغابات الصنوبرية (التايكا) حيث تزدهر الاشجار كثافة وارتفاعا واستقامة في هذا النوع من المناخ اكثر من اي نموذج اخر من انواع المناخ في العالم .

وكما يظهر في الخريطة تمتد الجهات التي يشمل فيها المناخ شبه القطبي في اوراسيا من السويد وفلنده شرقا ـ غربا الى سواحل المحيط الهادي في سيبيريا ، مع زيادة في اتساع مساحة الاقليم كلما اتجهنا شرقا واقتربنا من سواحل المحيط الهادى .

اما في امريكا الشمالية فتمتد مناطق وجوده من الاسكا الى كندا ثم شبه جزيرة لبرادور ونيوفاوندلاند على المحيط الاطلسي .

ومن اهم ما يميز هذا النوع من المناخ حراريا هو الشتاء الطويل القارس البرودة والصيف القصير البارد ايضا ، حيث يتبع احدهما الآخر بسرعة كبيرة لا تفصل بينهما سوى فترتين انتقاليتين قصيرتين جدا ، ويتصف هذا النوع من المناخ ببدء حدوث الصقيع في اواخر او اوائل ايلول ويستمر حتى اوائل حزيران ، ولذا يكون فصل النمو قصيرا جدا لا يتجاوز في احسن الاحوال اكثر من ثلاثة اشهر في بعض الجهات ، وغالبا ما يكون طوله شهرين او شهرين ونصف في معظم جهات الاقليم الاخرى .

يبلغ معدل حرارة الصيف عموما ٦٠ درجة فهرنهاتية/١٦ درجة

مئوية ومعدل حرارة الشتاء (بارد جدا) ويكون في العادة اقل من ٥ درجة فهرنهايتية /١٥ درجة مئوية .

ويعتبر شهر تموز آخر اشهر السنة حيث تتراوح معدلات الحرارة بين ٥٥ درجة و٦٠ درجة فهرنهايتية /١٠ درجة و١٦ درجة مئوية ، يتبعه شهر آب بمعدل حراري يزيد قليلا على ٥٠ درجة فهرنهايتية/١٠ درجة مئوية ، ثم شهر حزيران الذي يكون معتدلا وتميل درجات الحرارة فيه الى البرودة أكثر منها الى الدفيء ـ وعليه يمكن ان يقال بأن حرارة شهرين او ثلاثة من السنة معتدلة دفيئة ، تبعد سكان المنطقة من برودة اشهر الشتاء وقساوتها . أما بالنسبة للتساقط السنوي وتوزيعه الفصلي فان الامطار من القلة لدرجة لو انها سقطت في العروض الدنيا لنتج عنها بالتأكيد ظروف مناخية جافة أو شبه جافة ، الا ان انخفاض درجة الحرارة ومن ثم قلة التبخر جعل من كمية التساقط القليلة التي يتراوح مقدارها ما بين ١٥ بوصة/٣٨١ ملم و ٢٠ بوصة /٥٠٨ ملم كافية لنمو غطاء نباتي من غابات الشجيرات الكثيفة .

والواقع أن كمية التساقط لا تزيد في معظم جهات سيبريا التابعة لهذا النوع من المناخ على ١٥ بوصة/٣٨١ ملم ، ولا تتعدي في الجهات التابعة له في كندا ٢٠ بوصة/٥٠٨ ملم .

ويرجع سبب قلة التساقط في معظم جهات المناخ شبه القطبي الى الموقع القاري وبعدها عن التأثيرات البحرية ، والى انخفاض الرطوبة المطلقة والنسبية والى سيطرة حالة الضغط الجوي المرتفع ، وهيمنة حالة اضداد الاعاصير في فصل الشتاء القارس البرد على معظم جهات هذا الاقليم المناخي . ولذا يتركز التساقط عموما في فصل الصيف واحيانا يمتد تركيزها الى أوائل فصل الخريف ، وهي من النوع الاعصاري الذي تسببه التقاء الكتل الهوائية القطبية البارده بالكتل الهوائية الرطبة الدافئة وقليل جدا منها انقلابي . هذا وتصل الامطار حدها الادنى في فصل الشتاء خاصة ، وان معظم التساقط يكون على

هيئة ثلوج تبقى متراكمة على سطح الارض لفترة تتراوح ما بين خمسة الى سبعة **اشهر في كل سنة . وقد يكون شهر كانون الثاني او شباط او اذار او حتى نيسان يمثل اجف اشهر السنة بدون تمييز .**

٤ – انواع المناخ في الجهات القطبية والجنوبية :

الموقع والمميزات المناخيـة العامة :

على العكس من انواع المناخ المداري التي تخلو تماما من الفصل البارد هناك انواع المناخ في الجهات القطبية والجنوبية التي هي الاخرى تخلو من اى فصل حار او دافىء ، ولذا تتميز انواع المناخ في الجهات القطبية بانخفاض درجة الحرارة بصورة دائمية وعلى وتيرة واحدة طول ايام السنة .

وينحصر وجود انواع المناخ في الجهات القطبية في العروض العليا من **دائرة عرض ٦٠ درجة شمالا وجنوبا وفي قمم الجبال العالية والهضاب المرتفعة كهضبة التبت ، ويعتبر الحد الشمالي لنمو الغابات الصنوبرية حـدا جنوبيا لانواع المناخ في الجهات القطبية ، وهو حد نباتي يتفق تقريبا مع خط الحرارة** المتساوي ٥٠ درجة فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية لمعدل ادفأ شهر في السنة .

وخلال فصل الشتاء هنا تبقى الشمس بصورة مستمرة تحت الافق ، فيعم الظلام وتشتد البرودة ، وفي فصل الصيف تظهر الشمس ولكنها ليست بعيدة فيمركزها عن الافق ، ترسل اشعتها بصورة مائلة وتبعث القليل جدا من الطاقة الحرارية .

هذا في النصف الشمالي من الكرة الارضية ، اما في النصف الجنوبي ، **فالمنطقة الوحيدة التي تتمثل فيها انواع المناخ القطبية هي القارة الجنوبيـة** (انتاركتيكا) التي يقع في وسطها تقريبا القطب الجنوبي .

وما دام المحيط المتجمد الشمالي سطحا مائيا مقفلا بالياسـة من جميع

الجهات ، فان انواع المناخ القطبي تتمثل في الاطراف الشمالية لقارة آسيا وامريكا الشمالية وفي جزيرة كرينلاند .

وعلى الرغم من ان الموقع بالنسبة لدوائر العرض يعتبر من اهم العوامل المسيطرة في تحديد الصفات الرئيسة لانواع المناخ القطبي ، فان هناك عوامل طبيعية اخرى لها دور مهم في ظهور بعض الاختلافات المحلية ضمن هذا الاقليم المناخي ، كالموقع بالنسبة للقرب والبعد عن المسطحات المائية ، والارتفاع عن مستوى البحر والعواصف والاعاصير والرياح الشديدة وأثر التيارات البحرية الدافئة والباردة ، ولذلك فان المناخ القطبي لا يتكون في الواقع من انواع محددة **صفاتها تحديدا واضحا كما هو الحال في انواع المناخ الاخرى . ولكن بالرغم من عدم وضوح الصفات المناخية وتحديدها تحديدا دقيقا ، فان المناخ القطبي يمكن** تقسيمه الى نوعين من انواع المناخ يفصل بينهما معدل درجة الحرارة ٣٢ درجة فهرنهائية/الصفر المئوية .

فعندما يكون معدل الحرارة لكل شهر من أشهر السنة اقل من درجة التجمد ٣٢ درجة فهرنهائية/الصفر المئوية يكون سطح الارض دائما مغطى **بالجليد ، ولذلك يطلق على هذا النوع من المناخ القطبي بالمناخ الدائم الثلج ،** وعندما تكون درجة حرارة شهر واحد او اكثر تزيد على ٣٢ درجة فهرنهائية/ **الصفر المئوية ولكنه يقل عن ٥٠ درجة فهرنهائية/١٠ درجة مئوية عند ذلك يذوب الجليد من سطح الارض لفترة قد تقصر بحيث يسمح لنمو بعض نباتات التندرا القزمية القصيرة ، ويسمى هذا النوع من المناخ القطبي بمناخ التندرا .**

مما تقدم ، يمكن تصنيف المناخ القطبي الى نوعين من المناخ هما :

١ ـ مناخ التندرا

٢ ـ المناخ القطبي الدائم الثلج

١ ـ مناخ التندرا :

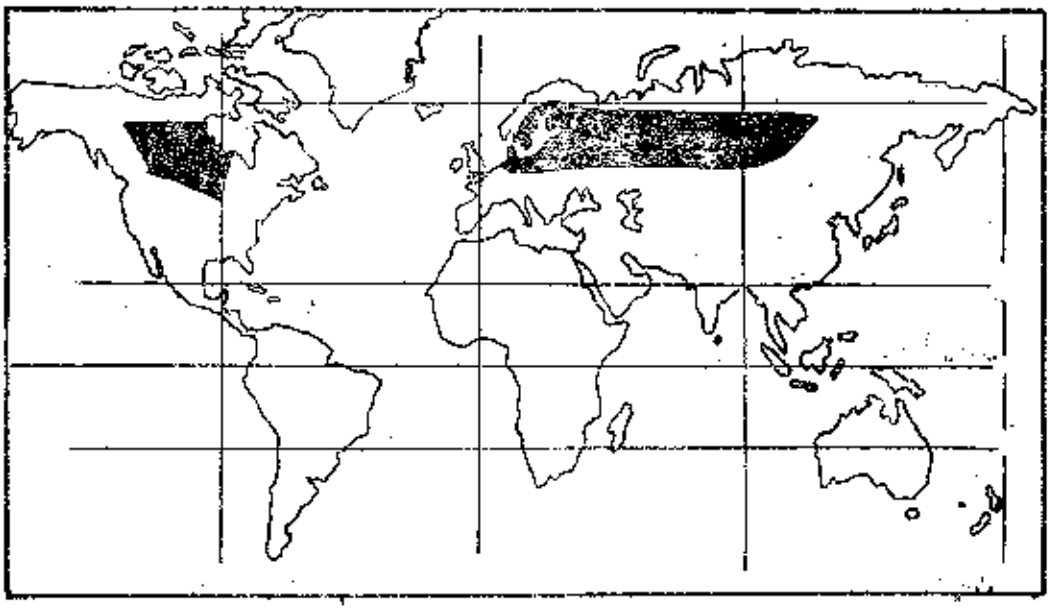
تعني كلمة تندرا في لغة قبائل الالب سهول سيبيريا التي غالبا ما تكون

مستنقعات وتكون خالية تماما من الاشجار ولكن تنمو فيها نباتات طحلبية واشنة يطلق عليها نباتات التندرا ، ويطلق كلمة تندرا هنا على مناخ المناطق التي تسود فيها هذه الانواع من النباتات الطبيعية التي تنمو في المنطقة الواقعة مباشرة الى الشمال من غابات التايكا الصنوبرية ، وعلى طول معظم الحافات الشمالية لقارة اوربا واسيا وامريكا الشمالية المطلة على المحيط المتجمد الشمالي . والواقع ان مناخ التندرا مناخ انتقالي بين المناخ القطبي الدائم الثلج وبين انواع المناخ شبه القطبية .. وكما يظهر في الخريطة يتمثل مناخ التندرا بصورة رئيسة في نصف الكرة الشمالي في شريط ضيق في اقصى شمال القارة القطبية الجنوبية انتاركتيكا في النصف الجنوبي من الكرة الارضية .

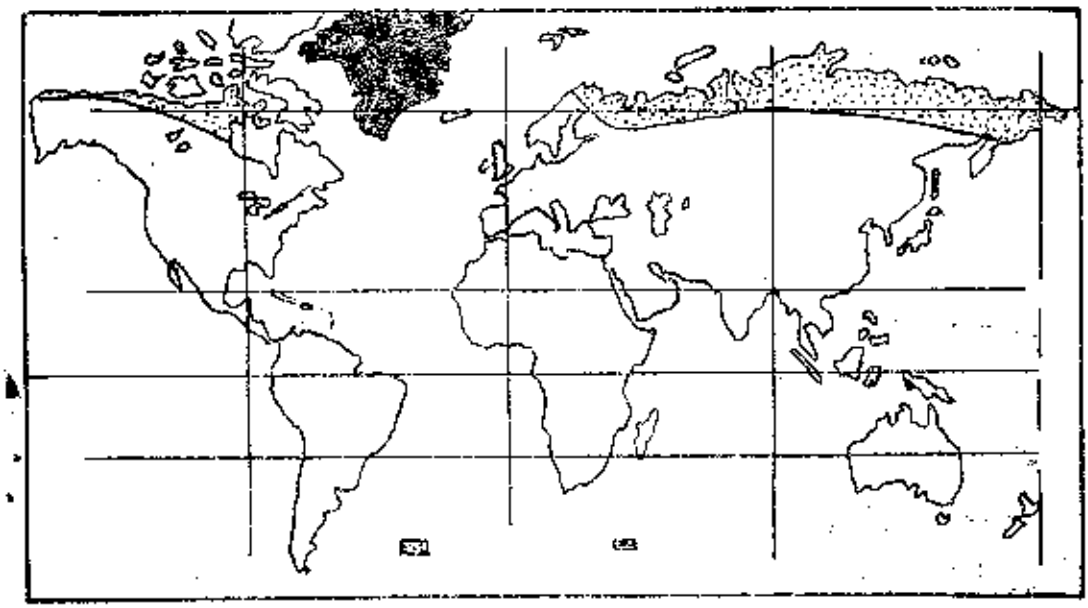
علاوة على هذا ، يتمثل مناخ التندرا في عدد كبير من جزر المحيط المتجمد الشمالي وفي بعض الجهات العالية من جبال الروكي والانديز وفي هضبة التبت الواسعة .

ومن اهم خصائص هذا النوع من المناخ الحرارية هي ان معدل حرارة ادفا شهر في السنة يقع بين ٣٢ درجة فهرنهاتية/الصفر المئوية و٥٠ درجة فهرنهاتية/١٠ درجة مئوية . وفي العادة هناك فترة يتراوح طولها بين شهرين واربعة اشهر ذات معدلات تزيد على ٣٢ درجة فهرنهاتية/الصفر المئوية . والخلاصة يميل مناخ التندرا الى الصفة القارية اكثر منه الى الصفة البحرية ، حيث ان فصل الشتاء طويل وقارس البرودة وفصل الصيف قصير جدا وبارد نسبيا .

اما بالنسبة للتساقط فانه يختلف اختلافا واضحا من جهة الى اخرى ومن سنة الى اخرى اذ انه يتراوح بين ٣ بوصة/٦ر٢ ملم في مدينة ساكاستير الواقعة الى الشمال من فرخويانسك ، الى ١٧١ بوصة/٤٣٤٣ ملم في قمة بن نفس الواقعة في مرتفعات اسكتلنده الواقعة الى الشمال من مدينة كلاسكو ..



توزيع مناطق المناخ شبه القطبي (التايكا)



أنواع المناخ في الاقاليم القطبي

والواقع ان كمية التساقط السنوية في المحطتين الانفتين تمثل حالات تطرف ، حيث ان العدد الاكبر من المحطات المناخية في مناخ التندرا تتسلم كمية من التساقط تتراوح من ٢٠ بوصة/٥٠٨ ملم الى ٤٥ بوصة/١١٣٤ ملم. ويتركز الجزء الاكبر من التساقط في ادفأ شهور السنة في الصيف والخريف والجزء الاصغر من التساقط يسجل في أواخر الشتاء او في فصل الربيع . ويكون التساقط سواء أكان على هيئة ثلوج أم امطارا من أصل اعصاري عموما ، فهو على هيئة امطار في فصل الدفء عندما تكون درجة حرارة الهواء فوق درجة التجمد ، وعلى هيئة ثلوج في فصل الشتاء عندما تكون حرارة الهواء تحت درجة التجمد .

٢ – المناخ القطبي الدائم الثلج :

يتمثل المناخ القطبي الدائم الثلج في جزيرة كرينلاند في النصف الشمالي وفي القارة القطبية الجنوبية انتاركتيكا في النصف الجنوبي من الكرة الارضية ، ففي هذه الجهات القطبية يبقى الجليد طول العام الى عمق يتراوح من ١٫٠٠٠ الى ١٠٫٠٠٠ قدم ، ولما كانت كمية الجليد الساقطة قليلة جدا فان غطاء الجليد على هذا العمق قد يكون بقايا جليد العصر الجليدي .

بالاضافة الى جزيرة كرينلاند والقارة القطبية الجنوبية يسود هذا النوع من المناخ في القمم الجليدية العالية في العروض الوسطى .

ليس هناك معلومات كافية عن حالة الحرارة وكمية التساقط في المناخ القطبي الدائم الثلج ، ولكن مع ذلك يمكن القول بان هذا النوع من المناخ يعتبر من أبرد أنواع المناخ في العالم ، حيث أن معدل الحرارة لاي شهر من أشهر السنة هو اقل من درجة التجمد ٣٢ درجة فهرنهاتية/الصفر المئوية . وبعبارة اخرى يسود هذا النوع من المناخ في تلك الجهات من العالم التي لايرتفع معدل الحرارة فيها لاي شهر عن درجة ذوبان الجليد . ولهذا فان خط الحرارة

المتساوي لادفا شهر ٣٢ درجة فهرنهائية/الصفر المئوي ، يعتبر حدا مناخيا فاصلا بين هذا النوع من المناخ وبين مناخ التندرا .

اما من حيث مقدار التساقط وتوزيعه الفصلي فيمكن القول عموما بان كمية التساقط قليلة جدا تتراوح بين ٥ بوصة/١٢٧ ملم و١٠ بوصة/٢٥٤ ملم ، وجميعها تسقط على هيئة ثلوج تتجمد سنة بعد اخرى وتكون غطاء جليديا دائما يغطي الان معظم جهات جزيرة كرينلاند وسطح القارة القطبية الجنوبية (انتاركتيكا).

ويتميز شتاء هذا النوع من المناخ بكثرة العواصف الثلجية التي تصاحبها عادة رياح شديدة تصل في سرعتها سرعة عواصف الهريكين وشدتها في الجهات المدارية .

المراجـــع

١ – اوستن ملر : علم المناخ ، جـ١ تعريب محمد متولي ، مكتبة الانجلو مصرية ، القاهرة ١٩٤٨ .

٢ – أحمد سعيدحديد : استخدام الابحاث المناخية في المجال الزراعي ، مجلة الجامعة المستنصرية العدد ٢ بغداد ٩٧١ .

مناخ المدينة نموذج للمناخ المحلي (ترجمة) مجلة المعلم الجديد المجلد الثلاثون ، جـ١ ، ٢ بغداد ١٩٦٧ .

المناخ التفصيلي والمحلي (ترجمة) مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد الثالث بغداد ١٩٦٥

٣ – محمد جمال‌الدين الفندى : طبيعيات الجو وظواهره ١٩٦٠ .

٤ – محمد جمال‌الدين الفندي : الطبيعية الجوية ، القاهرة ، مطبعة مصر ، ١٩٦٤

٥ – عبدالعزيز طريح شرف : الجغرافية المناخيـــة والنباتيـــة ، جـ١ الطبعة السادسة الاسكندرية : دار الجامعات المصريـــة ، ١٩٧٤

٦ – عبدالاله رزوقي كربل : اسس تحديد المناخ الجاف في بعض التصانيـــف المناخية مجلة كلية الاداب – جامعة البصرة : العدد السابع بصرة ، دار الطباعة الحديثة ، ١٩٧٢

٧ – علي حسين الشلش : استخدام بعض المعايير الحسابية في تحديد اقاليم العراق المناخية ، مجلة كلية الاداب – جامعـــة الرياض المجلد الثاني ، الرياض ، ١٩٧١–١٩٧٢

٨ ـ علي عبدالكريم علي : علم الجغرافية الطبيعية ، بصرة ، دار الطباعة الحديثة ١٩٦٩

٩ ـ علي عبدالكريم علي : قوانين الجغرافية الطبيعية في النباتات الاقليمية ، مقالة مقدمة للنشر في مجلة كلية الاداب ـ جامعة البصرة العدد ١٤ لسنة ١٩٧٨

١٠ـ علي محمد المياح : التصانيف المناخية عون في التدريس وعجز في الربط والتحليل ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد السادس ، بغداد : حزيران ١٩٧٠.

١١ـ عبدالرحمن حميدة : علم المناخ ، دمشق ١٩٦٨-١٩٦٩

١٢ـ فهمي هلالي هلالي ابو العطا : الطقس والمناخ ، الاسكندرية : دار الكتب الجامعية ١٩٧٠.

١٥ـ علي البنا : اسس الجغرافية المناخية والنباتية ، بيروت ١٩٧٠

١٦ـ خرموف س.ف : الطقس والمناخ والارصاد الجوي ، ترجمة فاضل الحسني ومهدي الصحاف جـ١ ، ٢ بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ١٩٧٧ .

١٧ ـ فاضل الحسني : علم الطقس « محاضرات مطبوعة بالرونيو »

1. Bengtson Neis A-and V an Rogen, Willam, Economic Geography-Hall, Inc., Englewood cliffo, N, J., 1956.

2. A.M. Ulmann, Kleines Lexikon, Leipzig 1960.

3. A. Schulze. U. A, Kleines Lexikon der Physischen Geographie Halie, 1962.

4. A. Rubinstein, Lehbuch der Klimatologie Berlin 1950.

5. E. Heyer Witterung und Klima, Leipzig 1963.

6. F.A. Berry, Hand book Meteorology, U.S.A. 1945.

7. F. Schnelle, Pflanzen Phonolgie Leipzig 1955.

8. George R. Rumney, Climatolgy and the worlds Climates, London: 1968.

9. George F.Taylor, Elementary Meteorology' U.S.A. 1965.

10. Gates, Ernest's. Meteorology and Climatology, George G. Harrap and Co. Ltd. 4th edition, London, 1972.

11. H.R.Byers, Gemeral Meteorology, New York: 1959.

12. Howard J. Critchfield, General Climatology, Ney Jersy, 1967.

13. H. Landsberg, Handbook Meteorology, U.S.A. 1945.

14. Herman Flohn, Climate and Weather, New York: 1969.

15. Horrocks, N.K. " Physical Geography and Climatology" Longmans, Green and Co. London, 1953.

16. Henry M.Kemdall, Lntroduction to geography, U.S.A. 1951.

17. Heintzel Man, oliver, H. and Highsmith, JR. Richard, M. "World Regional Geography" 4th editaion Prentice. Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J 1973.

18. J.Bluthgen, Allgemeine Klimageogmphie, Berlin 1964

19. Joseph E.Van Ripper, Mans Physical World, U.S.A.: 1962, 1971.

20. Joseph B. Hoyt, Man and the Earth, New Jersy: 1973.

21. ohn. A. Day & Gilbert L. Sternes, Climate and Weather, Reading : 1970.

22. Koeppe, Clarence, E. and De long, George, G. "Weather and Climate" Mcgraw-Hill book Co. Inc. New York, 1958.

23. K. Walton, The Arid Zones, London: 1969.

24. K. Bulow u.a, Die Entwicklungsgeschichte der Erde Leipzig 1962.

25. Miller, A. Austin "Climatology" E.P. outton and Company Inc Publishers, New York, 1945.

26. O.C. Sutton, Undeirstanding Weather, Great Britain: 1967.

27. Preece, D. M. and Wood, H.R.B. "Foundation of Geography" Univ. Tutorial Press Ltd. London, 1974.

28. P.R. Crowe, Comcepts in Climatology, London 1971.

29. Strahler, Arther, N. "Physicaly geography" 2nd, Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1963.

30. S. Bubnoff, Einfuhrung in die Erdgeschichte Berlin 1956.

31. Trewartha, Glenn, T. "An introduction to Climate" Magraw-Hill book Co. 4th Edition New York, 1968.

32. Trewarth Glenn, T. and others "Elements of Geography" Magraw-Hill book Co. New York, 1967.

33. Trewartha, G.T. and Robinson, A.H. and Hammond, E. H., Fundamentals of physical geography 2nd Edition, Magraw-Hill book Company, New York 1968

34. The New Encyclopaidia Britannica, 15. Edition, Vol. 4. 1975.

35. William L. Donn, Meteorology, U.S.A.: 1965.

36. F. Pfeifer: Wetterzeichen Überall, Leipzig 1963.

المحتويات

	الصفحة
مقدمة	٣ ــ ٥
تمهيد	٥ ــ ١٧
الباب الاول	
العوامل المؤثرة في مناخ الاقاليم	١٧ ــ ٦٧
الفصل الاول : العوامل الخارجية المؤثرة في مناخ الاقاليم العامل الاشعاعي ، المناخ الشمسي الارضي ، الاشعاع الشمسي عند سطح الارض .	١٩ ــ ٢١
الفصل الثاني : العوامل الداخلية المؤثرة في مناخ الاقاليم « دورة رياح الغلاف الغازي ودورها في تكوين المناخ ، الرياح في الجزء الاعلى من طبقة التروبو سفير ، الكتل الهوائية ، الاقليم المصدري . تصنيف الكتل الهوائية . تحور الكتل الهوائية ، اثر الكتل الهوائية على المناخ : الجبهات المناخية ، الرياح المحلية ،	٢١ ــ ٦٧
الباب الثاني	
الاتجاهات التطبيقية والحديثة في الدراسات المناخية	٦٧ ــ ١٧٩
الفصل الاول : المناخ التفصيلي والمناخ المحلي « طرق بحث المناخ المحلي والتفصيلي ، المناخ التفصيلي والمحلي كظاهرة في الطبقة الارضية ،	٦٩ ــ ١٣١

ظروف الحرارة والتحول الحراري ، ظروف الرياح
والرطوبة ، تأثير المنطقة في المناخ التفصيلي . نتائج
تأثير المنطقة ،
انواع المناخ المحلي والتفصيلي ، مناخ المدينة ، المناخ
التفصيلي للمستنقعات والمياه الضحلة والسواحل
البحرية ، المناخ التفصيلي للنبات الطبيعي .

الفصل الثاني : التطبيقات المناخية للابحاث المناخية ١٣١ — ١٧٩
« مشكلة البرد ، مشكلة الصقيع مشكلة الثلوج ، مشكلة
الحرارة مشكلة الرياح ، مشكلة الايراد المائي ،
الأبحاث المناخية والانسان ، الابحاث المناخية وتخطيط
المدن ، الابحاث المناخية والتكتكة ، المناخ الزراعي ،
السير اليومي والسنوي لحرارة سطح التربة ، توزيع
الطاقة الحرارية في التربة ، خصوبة التربة الزراعية ،
العوامل الجوية والانتاج الزراعي ،

الباب الثالث

تطور مناخ الكرة الارضية ١٧٩ — ٢٢٥
التغيرات المناخية المعاصرة ١٨٢ — ١٩٣
تغير المناخ خلال تاريخ الارض ١٩٣ — ٢٠٤
السير المناخي ٢٠٤ — ٢١٨
نظريات التغير المناخي ٢١٨ — ٢٢٥

الباب الرابع

التصايف المناخية ٢٢٥ ـ ٣٠٤

الفصل الأول : التصايف المناخية ٢٢٧ ـ ٢٤٣

« تصنيف اليسوف ، تصنيف ديمارتون ، تصنيف
ايفانوف ، تصنيف بوديكة ، تصنيف كوبن

الفصل الثاني : الاقاليم المناخية ٢٤٣ ـ ٣٠٤

المصادر والمراجع

فهرست الصور والاشكال والخرائط

جدول الخطأ والصواب

جدول الخطأ والصواب

الكلمة خطأ	الكلمة صواب	السطر	الصفحة
يقدمها	تقدمها	١٩	٦
كتابة	كتاب	٩	٨
عليها	عليه	١١	١٠
الاولالية	الاولية	٢٣	٣٥
المتحمل	المحتمل	١٧	٣٩
الجلية	الجبلية	٧	٥٤
من	في	٢٠	٦٣
ذلك	الذي	١٩	٧٣
خط	خطط	٢٣	٩٣
المرتفعات	الارتفاع	٣	١٠٥
نبات	نباتات	٩	١١٣

تشكيها	تشكيلها	١	١٤٩
متجما	متجمعا	٢٢	١٥٧
حال	محاولة	١٦	١٦٠
الثمينق	الثمين	٥	١٦٤
تسخن	تبرد	٧	١٦٨
في شكل ١٧١	في الشكل المرفق	١٩	١٨٨
للقع	للبقع	١	١٩٠
ثابة	ثابتة	٩	١٩٤
اللاتراب	اللاترايت	٣	١٩٦
الحاض	الحاضر	السطر الأخير	٢١٠
بودكية	بوديكة	٤	٢٣٥
شكل	الشكل المرفق	٩	٢٣٥
التالي	المرفق	٨	٢٣٦
السابقة	المرفقة	١٣	٢٣٦
بالسنة	السنة	١٥	٢٣٨
المعتل	المعتدل	السطر الأخير	٢٧٧
اتباع	اتساع	١٣	٢٩٧

فهرست الاشكال والخرائط والصور

الشـــــكل	الصفحة
١ ــ الاشعاع الشمسي المنتشر بشكل مائل او عمودي	٢٢
٢ ــ الميزان الحراري للكرة الارضية	٢٧
٣ ــ مقطع في طبقة التروبوسفير من خط الاستواء حتى القطب الشمالي	٣٤
٤ ــ انواع الجبهات المناخيه ، جبهة هوائيه حاره	٤١
٥ ــ جبهة هوائية باردة	٤٣
٦ ــ الجبهة المنطبقة	٤٤
٧ ــ نســـــيم البحر والبر	٤٧
٨ ــ نسيم الجبل والوادي	٥٠
٩ ــ نظام الرياح الموسمية فوق جنوبي شرق قاره اسيا	٥٠
١٠ ــ أثر التضاريس على مسار الرياح	٥٧
١١ ــ مخطط لرياح الشنوك	٦١
١٢ ــ شكل الحراره على سطح الارض ظهراً في فصل الصيف	٧٦
١٣ ــ شكل الحرارة على سطح الارض ليلا	٧٧
١٤ ــ الارتباط بين توصيل الحراره والماء في التربه الرملية الخشنة	٨٠
١٥ ــ المتوسط اليومي لضغط البخار والرطوبه النسبيه في طبقـــة الهواء القريبة من سطح الارض	٨٠
١٦ ــ انعكاس الاشعة وعلاقته بارتفاع الشمس وخصائص الارض	٨٤
١٧ ــ السير اليومي لسرعة الرياح قرب سطح الارض	٨٤

١٨ ـ نشوء منطقة السفح الدافئه	٨٩
١٩ ـ حالة منطقه السفح الدافئه	٨٩
٢٠ ـ مخطط لبحيرات الهواء البارد	٨٩
٢١ ـ تكوين الغشاء الهوائي	٩٥
٢٢ ـ السير الحراري اليومي فوق شارع مرصوف بالاسفلت	٩٥
٢٣ ـ تحديد المناخ المحتبس والمناخ الملائم	٩٧
٢٤ ـ نوع الاشعاع الصادر لدرجة الحراره في حقل للازهار	١١٠
٢٥ ـ = = = = = = = = للجويدار الشتوي	١١٠
٢٦ ـ نوع الاشعاع النافذ لدرجه الحراره في حقل للازهار	١١٠
٢٧ ـ = = = = = = = = للجويدار الشتوي	١١٠
٢٨ ـ السير اليومي لدرجات الحراره صيفا	١١٧
٢٩ ـ السير اليومي لدرجات الحراره صيفا في غابة لاشجار التنوب	١١٨
٣٠ ـ اعاقة تيارات الهواء بواسطه نطاق الحمايه المختلف الكثافه	١٢٠
٣١ ـ توزيع المطر في الغابه	١٢٤
٣٢ ـ تراكم الثلوج في حافة احدى الغابات	١٢٨
٣٣ ـ توزيع الثلج على اشكال طبوغرافية مختلفة	١٣٩
٣٤ ـ حالة الثلج في نطاق سياج نباتي ما بوضع مختلف لطريق السيارات	١٣٩
٣٥ ـ زحف الرمال امام احد الحواجز النباتيه	١٤٨
٣٦ ـ تأثير الاسيجة النباتية على سرعة الرياح وتشكيلها للدوامات	١٤٩

٣٧ ـ المتوسط السنوي للاعداد النسبية للبقع الشمسيه	١٩٠
٣٨ ـ توزيع الجليد خلال الفتره البرميه الكاربونيه	٢٠٧
٣٨ ـ المناطق المناخية خلال الزمن الترشيري	٢٠٩
٤٠ ـ انتشار جليد البلايستوسين على يابس نصف الكرة الشمالي	٢١٠
٤١ ـ حدود الثلج والجفاف في الوقت الحاضر وفي زمن البلايستوسين	٢١٠
٤٢ ـ انتشار الاثر التجلد في الزمن الرابع على سطح الكره الارضيه	٢١٢
٤٣ ـ المناطق المناخيه لاوربا خلال الزمن الجليدي القرمي	٢١٣
٤٤ ـ التوزيع التخطيطي للمناطق المناخيه في حقب مختلفة	٢١٥
٤٥ ـ تزحزح نطاق الشعاب الاستوائية عبر التاريخ الارضي	٢١٧
٤٦ ـ توزيع المناخ الاستوائي المطير	٢٥٦
٤٧ ـ توزيع مناطق المناخ الموسمي	٢٥٦
٤٨ ـ توزيع مناطق المناخ الجاف السفانا ـ السوداني	٢٦٩
٤٩ ـ توزيع مناطق المناخ الصحراوي في العروض المداريه	٢٦٩
٥٠ ـ توزيع مناطق مناخ البحر المتوسط	٢٧٧
٥١ ـ توزيع المناخ القاري المعتدل « مناخ شرق القارات »	٢٧٧
٥٢ ـ توزيع مناخ الاستبس الباردة	٢٨٥
٥٣ ـ توزيع مناطق مناخ شرق القارات « الصيني »	٢٨٥
٥٤ ـ توزيع مناطق المناخ شبه القطبي « التايكا »	٣٠٢
٥٥ ـ انواع المناخ في الاقليم القطبي	٣٠٢
٥٦ ـ خرائط بوديكة	
٥٧ ـ خارطه اليسوف	
٥٨ ـ خارطة كوبن	
٥٩ ـ خرائط الكتل الهوائيه والجبهات لشهر تموز و كانون الثاني	

هدية

الاستاذ الدكتور ماجد السيد ولي سعيد

مطبعة جامعة بغداد

المطلوب من المدن (مباني سكنية خاصة) في المناخات المختلفة

المنطقة المناخية	بنايات يجب ان تحمى من	بنايات يجب أن تكون ضامنة الى
١- المنطقة المدارية (دائمة بصورة معتدلة ابرد شهر فوق ١٨) درجة مئوية	مطر ، حرارة ، اشعة الشمس	التهوية والبرودة
٢- المنطقة دون المدارية (تبدل فصلي ،جفاف وامطار غزيرة) .	مطر ، رطوبة هوائية عالية ، اشعة الشمس	التهوية والبرودة
٣- المنطقة الجافة (تساقط متفرق غير منتظم) .	الرمال ، غبار ، رياح جفاف ، اشعة الشمس	حتى كمية المياه القليلة ، رطوبة هوائية عالية
٤- المنطقة المعتدلة (فصول اربعة واضحة غطاء ثلجي دائم شتاءا) .	امطار ، ثلوج ، حرارة عالية صيفا ، برودة عالية شتاء .	اشعة شمسية
٥- منطقة دون القطبية (شتاء طويل ، صيف قصير ، ذوبان التربة صيفا وذلك في طبقاتها السطحية فقط) .	برودة ، رياح .	ضوء عندما تكون الشمس غير عالية ، عدم ضياع الحرارة

الابحاث المناخية والتكنكة «التقنية» :

أن واجب الكثير من ميادين التكنكة هو اخذ الامكانيات المناخية بنظر الاعتبار وتغيرها ثم ابعاد التاثيرات السيئة الناتجة عن هذه التغيرات والتي تظهر باشكال مختلفة . ومجالات استخدام الابحاث المناخية في التكنكة عديدة لذا سوف نكتفي هنا بالاشارة اليها .