الدكتور
علي موسى
أستاذ مساعد في كلية الآداب
بجامعة دمشق

الوجيز
في
المناخ التطبيقي

مراجعة وتقديم
الدكتور عبد الرحمن حميدة
أستاذ في كلية الآداب
ورئيس قسم الجغرافيا سابقاً بجامعة دمشق

دار الفكر

الدكتور
عبد الله سالم المالكي

الدكتور
علي موسى
أستاذ مساعد في كلية الآداب
بجامعة دمشق

الوجيز
في
المناخ التطبيقي

مراجعة وتقديم
الدكتور عبد الرحمن حميدة
استاذ في كلية الآداب
ورئيس قسم الجغرافيا سابقاً بجامعة دمشق

دار الفكر

تصوير ١٩٨٣ م
عن ط١- ١٩٨٢ م
جميع الحقوق محفوظة



طبع بالأوفست في دار الفكر هاتف(١١١١٦٦/١١١٠٤١) ، برقياً(فكر)
ص.ب(٩٦٢)دمشق-سورية Tx FKRMGS 411745 Sy

الاهـــــداء

امـــاه . . . القلب يدميـــه فراقـــك .

امـــاه . . . الحنـــين إليـــك يـــزداد

وصورتـــك الاخـــيرة لاتبارحني .

امـــاه . . . لو كانت حياتي تنفع لفديتك إيـــاها

فليبقى إسمك خالدا في كل كلمة اخطهـــا .

فـــإلى ثرى قبرك الطـــاهر

اقـــدم هـــذا العمل

علـــي

بسم الله الرحمن الرحيم

تقـــديـــم

بقلم الاستاذ الدكتور عبد الرحمن حميدة

قليلة هي الكتب التي صدرت باللغة العربية حول الجغرافيا الطبيعية ، عموما، ولاسيما تلـك التي تتصدى لعلم المنـاخ ، سـواء كانت تأليفا ، أو ترجمـة ، علـى الخصوص .

ولهذا النقص الخطير اثره البالـغ علـى مختلف فروع علم الجغرافيا وسـائر العلوم التي تتطلب معرفتهـا الالمام ببعض بحوث عـلم المنـاخ ، بدرجات متفاوته ، كعلم الصحة ، وهندسة المدن ، وعلم النفس ، والعلوم الحربية ، والطيران ، والعلوم الزراعيـة .

ويحاول الدكتور علي موسى ، في هذا الكتاب ، ان يقدم دراسة تطبيقية لعـلم المناخ ، دراسة تتجه نحو الجانب التطبيقي المباشر ، أو قل إنهـا دراسة «براغماتية» تشد القارىء اليها لما يلمسه فيها من أمور ترتبط بحياته اليومية ، وبيئته التيعيش فيها ، أو تعطيه المعلومات الجديدة عن المناطق النائية وعـن ظروف محيطها ، مثلمـا تساهم في سد ثغرة في المعرفة الجغرافية ، لايجوز بحال من الاحوال إغفالها والتغاضي عنهـا .

ولقد اعتمد المؤلف في دراسته على احدث المراجع التي تعالج مثل هذه البحوث

المتخصصة الدقيقة ، وعلى راسها كتاب Applied Climatology لمؤلفه غريفيث Griffiths وهو من اهم المراجع القيمة التي يعاد نشرها بضع مرات .

وإني في الوقت الذي اقدم هذا المؤلف الثمين لجمهرة القراء ، يدفعني الامل في أن يستمر الكاتب في عطائه وأن يثابر على إغناء المكتبة الجغرافية بمثل هذه المؤلفات الرصينة التي نحن في امس الحاجة اليها لتساهم في مسيرتنا الخيرة نحو التقدم وتحسين ظروف معيشة ابناء هذا الوطن الغالي الذي نتشرف جميعا بالانتساب اليه .

دمشق ١٩٨٢/٤/١

د. عبد الرحمن حميدة

مقـدمـــة

يؤثر الطقس والمناخ كظواهر ديناميكية في بيئتنا على أنشطة الانسان كافـة ، عظمت درجة التاثير هذه أم قلت . ولقد لفت نظـر المناخيين الطرق التي تؤثر بهـا عناصر الطقس والمناخ في أشكال النشاط الاجتماعي والاقتصادي كافـة ، فانطلقوا للبحث عن تحديد دور كل عنصر من تلك العناصر . ولم يعد هناك مجال لنكـران أثر الظروف الجوية على حياتنا اليومية . فبالاضافة الى تحكم الاحوال الجوية في تحديد نموذج لباسنا ونوع طعامنا الأنسب ، ومكان قضاء عطلتنا الاسبوعية ، تحدد أيضا مدى امكانية القيام ببعض الاعمال التي تتم في العراء ... الخ .

ولقد بدا علم المناخ منذ نشاته بداية تطبيقية ، فما ان بدا الانسان يتنفس هواء جـوه ، ويتلمس التباينات الموجودة ما بين أجزاء بيئته المحدودة، حتى شعر بضرورة البحث عن دور الظاهرات الجوية في تحديد طرق معيشته ، والعمل على ضبط تأثير تلك الظاهرات وتجنب مآسيها ان امكن له ذلك .

ويخصص هذا الكتاب لمعالجة تاثير المناخ على جوانب البيئة المختلفة ، طبيعية كانت أم بشرية ، وذلك بغية القاء الضوء على آثار المناخ المباشرة وغير المباشرة . ولقد قسم الكتابالى خمسة أبواب ، أنفرد الباب الاول منها بدراسة جوانب المناخ المختلفة بغية تسهيل دراسة التطبيقات المناخيـة العديدة . وفي الباب الثاني تمت معالجـة التأثيرات المناخية على جوانب البيئة الطبيعية (تربـة ، نبات ، ميـاه) ، بينمـا كان الباب الثالث مجال بحث التأثير المباشر للمناخ على الانسان من حيث صحته ولباسه وغذاؤه . أما الباب الرابع فعولج فيه تاثير المناخ على أنشطة الانسان الاقتصادية من زراعة وحيوان وصناعة ونقـل ومواصـلات . وترك الباب الاخـير لموضوع المنـاخ والعمـران .

وقد اعتمدت كثيرا في إعداد هذا الكتاب على ترجمـة فصول من كتاب المنـاخ التطبيقي Applied Climatology لمؤلفه Griffiths, J. F المطبوع للمرة السادسة عام ١٩٧٦ ، وتم اختيار تلك الفصول لما وجدت فيها من الشمولية والدقة ، أكدتهـا العلاقات الرياضية العديدة التي أبرزت الترابط القائم بين المنـاخ وجوانب البيئـة

البشرية والطبيعية . إلا اني لمست بعض النقص في فصول اخرى ووجدت امكانيـة سـده بما توافر لدي من معطيات تغني تلك الفصول ، وقد استعنت في ذلك بعـدد من المؤلفات من أهمها ؛ كتاب Principles of Applied Climatology لمؤلفه Smeith, K المطبوع عام ١٩٧٥ ، وكتاب Applied Climatology لمؤلفه Hobbs, J. E المطبوع عام ١٩٨١ ، بجانب العديد من الكتب العربية والاجنبية الواردة في قائمة المراجع في آخر هذا الكتاب .

ولا يفوتني ان اشكر استاذي الدكتور عبد الرحمن حميدة لمراجعته اصـول هذا الكتاب ، ولآرائه القيمة وتوجيهاته السديدة التي ابداها اثناء تلك المراجعة.

ويمكنني القول اخيرا ، إن هذا الكتاب ليس اكثر من لبنة اولى اضعها في هـذا المجال بين يدي القارىء . واذا كان يمثل اضافة جديدة للمكتبة العربية في مجـال دراسة جديدة ، فاني لآمل ان يجد المهتمون بمثل هذه الدراسات من جغرافيين وغيرهم الفائدة التي أرجوها لهـم .

دمشق : في ١٩٨٢/٣/٣١

د. عـلي موسى

البـــاب الاول

المناخ عنصر من عناصر البيئة الطبيعية

الفصل الأول : عناصر المنـــاخ التطبيقي

الفصل الثاني : المناخـــات الأصفريـــة

الفصل الثالث : اقـــاليم العـــالم المناخيـــة

الفصل الاول

عناصر المنـــاخ التطبيقي

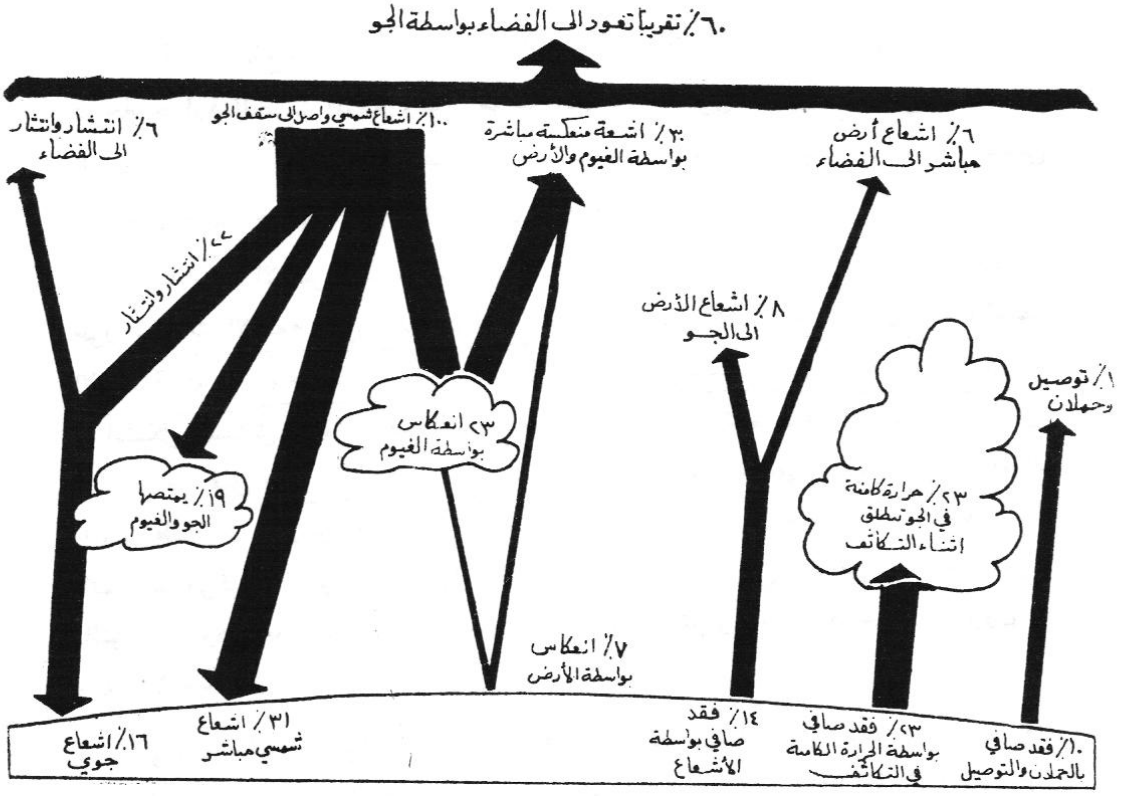
ان اهم العناصر المناخية التي تمارس تأثيراتها على جـوانب البيئة الطبيعيـة والبشرية تتمثل في ؛ الاشعاع، وفترة السطوع، والتغيم ، ودرجة الحرارة، والتهطال، والرطوبة الجوية ، وحركة الهواء ، والتبخر . وعلى الرغم من أن تفاعل تلك العناصر مع بعضها يعطينا صورة واضحة عن حالة الجو السائدة ، إلا أن فاعلية عنصر أكثر من غيره تفرض علينا البحث عن أسباب اختلاف الاحوال المناخية بين منطقة واخرى . ولما كانت المؤثرات المناخية لاتبرز بصورة واضحة من خلال تركيبها ، لذا فان معالجة كل عنصر من العناصر السابق ذكرها تمكن من ايضاح العلاقة ما بين هذا العنصر والجانب المتأثر به من جوانب البيئة المختلفة .

١ ـ الاشعـاع :

مما لاشك فيه ، ان الشمس هي مصدر كل اشكال الطاقة ، سواء ما كان منهـا بشكل فحم او نفط ، أو ما كان منها بشكل حرارة مباشرة . وما درجـة الحرارة ، والضغط والكتل الهوائية ، والتيارات المحيطية الا شكل من اشكال اختلاف كميـة الاشعة التي تتلقاها أجـزاء سطح الارض المختلفة . واذا كانت كميـة الاشعة التي يتلقاها سطح الارض والجو ، وتلك التي يفقدها سطح الارض والجو ، متوازنة خلال فترات طويلة من الزمن على مستوى المكان ، فان هناك اختلافات كبيرة على مستوى فترات زمنية محدودة ـ يوم أو حتى سنة ـ حيث يكون هنـاك وقت فيـه مكسب اشعـاعي ، ووقت آخر تكون فيه خسارة اشعاعية ، ففترة النهـار وفتـرة الصيف فترتي الكسب الاشعاعي ، بينما فترة الليـل والشتاء فترتي الخسـارة . وتختلف كمية الاشعة الشمسية التي تصل سطح الارض ليس من وقت الى آخر اثناء اليوم، أو من يوم الى يوم ، وانما تختلف من موقع الى آخر ، ولهذه الاختـلافات تأثـيرات كبيرة على درجة الحرارة وجملة العناصر المناخية الاخرى .

والشمس تبعد عن الارض بحدود ١٥٠ مليون كم وسطيا ، وكمية الاشعة التي تبعثها الشمس ثابتة تقريبا ، وما يتلقاه السنتمتر المربع الواحد من سطح الغلاف الجوي للارض يقارب من ٢ حريرة في الدقيقة الواحدة ، وهذه الكمية ثابتة تقريبا ، إذ ان اختلافاتها محدودة جدا لا تتعدى ± ٣٪ ، وهذا مرده الى مدار الارض الاهليلجي الذي ينجم عنه اختلاف في بعد الارض عن الشمس . إلا أن الذي يحدد شدة الاشعة الشمسية ، هي زاوية ورودها الى سطح الارض ، فكلما ازداد بعدها عن الوضع العمودي قلت شدتها ، وفي المنطقة المحصورة بين المدارين فان ميل الاشعة الشمسية عن الوضع العمودي يتراوح بين + ٢٧ َر٢٣ ْ و ـ٢٧ َر٢٣ ْ . وهذا كله يلعب دورا كبيرا في خلق تمايزات كبيرة في المناطق الشديدة التضرس ، والتي لها وجهات متعاكسة ، بعضها نحو الجنوب والآخر نحو الشمال ، وخاصة في المناطق الواقعة خارج المدارين .

ولايصل الى سطح الارض سوى نسبة محدودة من قيمة الثابت الشمسي ، ذلك أن مركبات الجو المختلفة من بخار ماء وقطرات ماء ، وغبار ، وغازات أخرى متعددة ـ كثاني أوكسيد الكربون ، والأوزون ... ـ ، تمارس تأثيراتها على الاشعة الواردة الى سطح الارض . فجزء من الاشعة الداخلة الى الجو يمتص من قبل بعض مركباته ، وجزء ينتشر في اتجاهات مختلفة ، والجزء الآخر ينعكس باتجاه الفضاء ، في حين يصل ما تبقى الى السطح ـ شكل (١) ـ . فالغيوم لها درجة عاكسية كبيرة، في حين ان نسبة امتصاصها محدودة جدا لا تزيد عن ٥٪ من الاشعة التي تتلقاها ، أما في حال كون السماء خالية من الغيوم فان نسبة الاشعة التي تصل سطح الارض تقدر بحدود ٧٥ ٪ من الاشعة الواصلة الى سطح الغلاف الجوي ، ذلك أن نسبة من الاشعة تضيع بالانتشار والامتصاص . وتعتمد عمليتي الامتصاص والانتشار على طول الموجات الاشعاعية ، وعلى حجم المركبات الغازية في الجو . فالموجات الاشعاعية لاتنتشر بدرجة متساوية ، لأن الموجات الاكثر قصرا تكون أكثر تعرضا للانتشار ، وتكون الجزيئة الناثرة ذات قطر أقل من طول الموجة الاشعاعية . وهذه الحقيقة توضح سبب انتشار الضوء الازرق أكثر من الاحمر ، وبالتالي سبب زرقة السماء . ويقدر ان قرابة ٦ ٪ من الاشعة الشمسية تنثر عائدة الى الفضاء من الجو . واذا كان الاوكسجين والاوزون يمتصان الاشعة قصيرة الموجة التي طول موجاتها يتراوح بين



شكل (١)

الموازنة الاشعاعية

٠٢ر٠ الى ٢٩ر٠ ميكرون ، فان لبخار الماء وثاني اوكسيد الكربون دورا كبيرا في امتصاص الاشعة تحت الحمراء طويلة الموجة .

وتختلف شدة الاشعة المنبعثة من الشمس باختلاف طول الموجة (قانون بلانك) وتصل شدتها العظمى في الحزمة الخضراء ـ الصفراء . كما يظهر قانون بلانك ان القدرة الاشعاعية لجسم ما تتناسب مع درجة حرارته . ويظهر قانون ستيفان بولتزمان Stefan Boltzman ان كمية الطاقة التي يشعها جسم أسود ـ حيث انه يمتص كل الاشعة الكهرومغنطيسية الساقطة عليه ـ تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة حرارته المطلقة ، وهذا يلقي صورة توضيحية لسلوك الشمس والارض كأجسام سوداء . وعليه فان معرفة درجة حرارة الارض في منطقة ما تمكن من حساب الكمية

التقريبية للاشعاع الذي تبثه والتوزع الطيفي لهذا الاشعاع . كما يوجد علاقة بين درجة حرارة الجسم المشع وطول موجة النهاية القصوى للبث الاشعاعي ؛ فالشدة العظمى لاشعاع الارض يكون عند طول موجة ١٠ ميكرون ، بينما الاشعاع الاعظمي للشمس يكون عند طول موجة يقارب من ٥ر٠ ميكرون .

ولما كانت الارض تشع كجسم أسود عند درجة حرارة ٣٠٠ كلفن ، وبما أن طول موجات الاشعة التي تبثها يتراوح مداه بين ٣ ـ ٥٠ ميكرون ، فان هذه الاشعة الأرضية طويلة الموجة تلعب دورا كبيرا في التوازن الاشعاعي الطويل الامد في الجو . ـ الشكل السابق ـ . ومعظم الاشعة طويلة الموجة ـ الشمسية والارضية ـ تمتص في الجو من قبل بخار الماء وثاني اوكسيد الكربون والغطاء الغيمي ، وتقوم هذه المواد بدور غطاء واق للارض اثناء الليل يحميها من التبرد ، الا ان هناك حزم اشعاعية لاتمتصها مركبات الجو ولذا فانها ترتد نحو الفضاء الخارجي ، وتعرف تلك الحزم بالنوافذ ، وهي ما تقع ضمن مدى طول موجة يتراوح بين ٨ ـ ١٣ ميكرون ، و ٤ ـ ٦ ميكرون .

وينص قانون كيروشوف Kirchhoff انه عند درجة حرارة معينة فان نسبة القوة الامتصاصية الى القوة الانبعاثية لطول موجة معين يكون واحدا في كل الاجسام، ومن ثم فان الجسم الماص بشكل جيد هو في الوقت نفسه جسما مشعا بشكل جيد .. والعكس صحيح . وتحتل الاشعة قصيرة الموجة ضمن الطيف الشمسي نسبة تقارب ٥٠٪ ، والبقية تتمثل في الاشعة الطويلة الموجة الحرارية (الحمراء وتحت الحراء). والاشعة المرئية هي تلك التي تشكل ضوء الشمس ، وهي أشعة قصيرة الموجة (تحتل نسبة ٤١٪ و ٩ ٪ الباقية عبارة عن اشعة فوق بنفسجية وأشعة اكس وجاما) .

وفي أثناء النهار فان الاشعة القصيرة الموجة تكون المسيطرة ، ومع هذا فان الاشعاع الصافي يكون متجها نحو سطح الارض . اما في الليل فان الاشعة طويلة الموجة المتجهة نحو السماء تكون الغالبة ، وهذا ما يجعل درجات الحرارة الليلية اخفض من درجات الحرارة النهارية . إلا ان الغطاء الغيمي يمنع من تسرب الاشعة نحو الفضاء حيث يعيد جزءا كبيرا منها نحو سطح الارض مما يحمي الارض من التبرد،

وهذا ما دلت عليه القياسات التي تمت في سدني (استراليا) في شهر نيسان ، حيث ان درجة الحـرارة لم تنخفض سوى ٤ر٢°م فيما بعد الفترة التاليـة لغروب الشمس بثلاث ساعات في الجو الغائم ، لكنها انخفضت ٢ر٦°م في حال خلو السماء من الغيوم.

٢ ـ سطوع الشمس ، والتغيم :

يرتبط هذان العنصران ارتباطا وثيقا بالاشعاع ، ففترة الاضاءة ودرجة التغيم تحددان الى درجة كبيرة كمية الاشعة الواصلة الى سطـح الارض ، والصادرة تجـاه الفضاء الخارجي .

ا ـ سطوع الشمس : المقصود بسطوع الشمس هـي فترة الاضاءة المحـددة بالفترة التي تبقى فيها الشمس ساطعـة في السماء ، وهنا فـانه يجب علينا التمييز ما بين المدة الفعلية لسطوع الشمس ، وبين عدد الساعات العظمى الممكنـة لسطـوع الشمس (طول النهار) . وهناك العديد من العلاقات التي تربط بين الاشعاع وسطوع الشمس ، ولربما أفضل تلك العلاقات هي العلاقة التالية :

$$Q/Qo = 0.29 \ Cos\varphi + 0.52 \ n/N$$

حيث :

- Q = الاشعاع الكلي على سطح افقي عند عرض φ
- Qo = الاشعاع الكلي في حال انعدام الجو عند عرض φ
- n = المدة الفعلية لسطوع الشمس .
- N = المدة النظرية لسطوع الشمس .

ومن الافضل أن تستعمل هذه العلاقات لفترات طويلة ، كأن تكون متوسطـات ١٠ أيـام على الاقل ، حيث أن القيم التي تعطيها أيام فردية تكون غير دقيقة .

ب ـ التغيم : ان التغيم هو اصطلاح يشير الى درجة تغطيـة السماء بالغيوم ، وعلى هذا فان التغيم له انعكاس على فترة الاضاءة الشمسية ، علما بأن الفترة الليلية من اليوم تحتوي على غيوم ، وللتغيم الليلي الكثير من الفوائـد في مجـال التطبيقات المناخية . ويحسب التغيم كنسبة مئوية من تغطيـة السمـاء بالغيوم ، فاذا ما كانت السماء مغطاة كليا بالغيوم فان نسبة التغيم تكون ١٠٠٪ ، اما اذا كان نصف السماء مغطى

بالفيوم ، فالنسبة عندها تكون ٥٠٪ . واحيانا يستخدم مقياس الثمن أو العشر . ومعرفة عدد الايام الغائمة تلقي صورة عن الاحوال المناخية العامة في المنطقة(١) ، خاصة اعتدال المناخ او تطرفه، قرب المنطقة من البحر أو بعدها عنه . . . وما الى ذلك.

٣ ـ درجة الحرارة :

ان درجة الحرارة هي المظهر الرئيسي للاشعاع ، وتتعلق بكل من الاشعة الارضية والاشعة الشمسية ، فهي محصلة لهما . وتلعب الصفات الفيزيائية للاسطح المشعة والعاكسة دورا كبيرا في تحديد درجة حرارة تلك الاسطح وجوها القريب منها، وهناك عدة موازيين لقياس الحرارة ، كما أن وحدات القياس متنوعة ، منها المقياس المئوي (السنتيغراد) ، والمقياس الفهرنهيتي ، ومقياس كلفن (المقياس المطلق) .

واختلاف درجات الحرارة على سطح الارض كبيرا جدا ، فالفارق ما بين أعلى درجة حرارة وادنى درجة حرارة بلغ قرابة ١٤٧°م ، حيث سجلت أعلى درجة حرارة في سان لويس (المكسيك) ومقدارها ٥٨°م ومثلها تقريبا في بلدة العزيزية بليبيا ، أما أخفض درجة حرارة فكانت ـ٨٨°م في القارة القطبية الجنوبية . إلا أن أعلى متوسط سنوي للحرارة بلغ ٣٥°م في منطقة داللول Dallol في أثيوبيا ، بينما سجل أدنى متوسط سنوي للحرارة عند قطب البرد في القارة القطبية الجنوبية وكان مقداره ـ٥٨°م .

ومن الاصطلاحات الشائعة الاستعمال في درجة الحرارة ما يلي ؛

١ ـ المتوسط اليومي لدرجة الحرارة ؛ ويمثل متوسط قيم قراءات ميزان الحرارة خلال ٢٤ ساعة ، ويمكن أن يحسب بقسمة مجموع الحرارة العظمى والصغرى على رقم ٢ .

٢ ـ المتوسط الشهري للحرارة العظمى ؛ ويمثل متوسط مجموع قيم الحرارة العظمى المطلقة في أيام الشهر .

---

(١) . يكون اليوم غائما اذا كانت نسبة تغطية السماء بالفيوم لاتقل فيه عن ٧٥٪ .

٣ ــ المتوسط الشهري للحرارة الصغرى ؛ ويمثل متوسط مجموع قيم الحرارة الصغرى المطلقة في أيام الشهر .

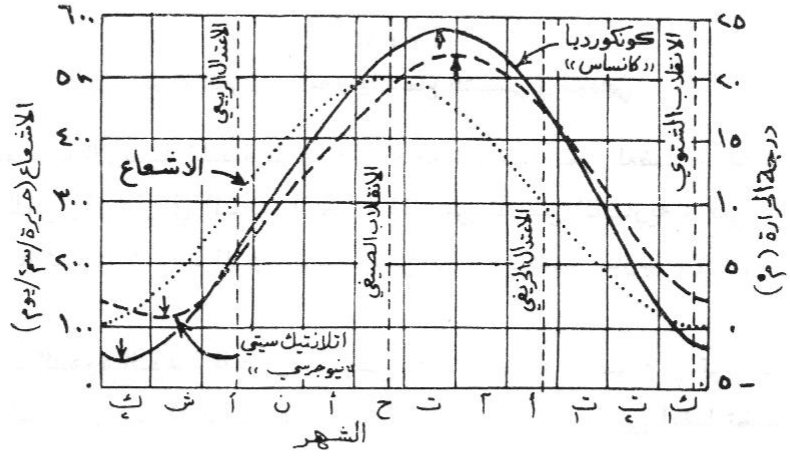
٤ ــ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة ؛ وهو معدل المتوسطات اليومية لأي شهر ، او بمعنى آخر ، هو عبارة عن مجموع المتوسطات اليومية لأي شهر مقسوما على عدد أيام هذا الشهر .

٥ ــ المدى اليومي للحرارة ؛ وهو الفرق بين درجة الحرارة العظمى والصغرى لأي يوم .

٦ ــ المدى السنوي للحرارة ؛ وهو تعبير عن الفرق بين متوسط أشد الشهور حرارة واكثرها بردا .

٧ ــ التغير البين يومي ؛ الفرق بين متوسط درجة الحرارة اليومية ليومين متتاليين.

ا ــ الدورة السنوية للحرارة : ترتبط الدورة السنوية لدرجة الحرارة في المناطق المعدومة الغطاء الغيمي ارتباطا كاملا بميل الاشعة الشمسية عن الوضع العمودي ، ولكن مع فترة تأخير تقارب شهر للنهايات الحرارية عن النهايات الاشعاعية ــ شكل (٢) ــ . واذا كان التأخير يتراوح بين ٢ ــ ٤ أسابيع في المناطق القارية ،

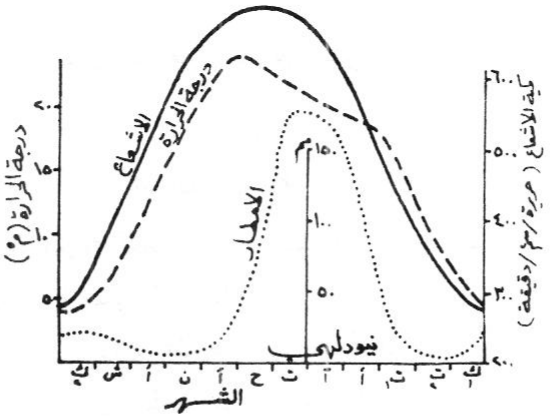


شكل (٢)

العلاقة بين درجة الحرارة والاشعاع الشمسي في منطقتين ؛ احداهما بحرية (اتلانتيك سيتي) والاخرى قارية (كونكورديا)

فانه يصل الى ٦ ــ ٨ اسابيع في المناطق البحرية .

واذا كانت الغيوم عامل تدفئة أثناء الليل ، فانها عامل تبريد أثناء النهار حتى ولو كان هناك تهطال في النهار فان الحرارة المنطلقة أثناء التكاثف لاتعوض تلك التي يعكسها الغطاء الغيمي وتنثرها قطرات الماء ــ شكل (٣) ــ . ولما كان لبخار الماء دورا في



شكل (٣)

درجة الحرارة والامطار والاشعاع الشمسي في نيودلهي

منع الاشعاعات الارضية الليلية طويلة الموجة من التبدد نحو الفضاء ، لذا فان المدى السنوي للحرارة يكون في المناطق البحرية أقل من المناطق القارية ؛ ففي جاليوت (جزيرة مارشال) لا يزيد المدى السنوي عن ٥ر. °م لكنه يقارب ٤٠ °م في وينيبغ (كندا) .

ب ــ الدورة اليومية للحرارة : وهي تشبه الدورة السنوية في كونها تتعلق بالاشعاع الشمسي ــ اذا لم تتدخل العوامل الاخرى ــ ، وهي ايضا تختلف في المناطق البحرية عما هي في المناطق القارية ، فالمدى اليومي للحرارة لايزيد في جاليوت عن ٦ °م (منطقة بحرية) لكنه يصل الى ١٣ °م في وينيبغ (منطقة قارية). وتتأخر النهايات الحرارية عن النهايات الاشعاعية ايضا ، فأقصى درجة حرارة تسجل حوالي

الساعة ١٤ ، في حين أن أخفض درجة حرارة تسجل قرابة الساعة الخامسة صباحا (قبيل شروق الشمس) .

ج ـ تغير درجة الحرارة مع الارتفاع : إن درجة الحرارة تتناقص مع زيادة الارتفاع بمعدل وسطي يقارب من ٥٥ر.°م لكل ارتفاع مقداره ١٠٠°م . وان عملية التناقص هذه عملية اديباتية ناجمة عن تمدد الهواء مستمدا الطاقة المبذولة من طاقته الداخلية . ومعدل التناقص هذا ليس واحدا فهو يختلف في الاجواء الحارة عن الباردة ، وفي الرطبة عن الجافة ، إلا أن مداه يتراوح بين ٤ر.° ـ ٨ر.°م واحيانا اكثر (١°/ لكل ١٠٠م ارتفاع في الجو الجاف) . واذا كان المدى اليومي للحرارة يتزايد مع الارتفاع عن سطح البحر ، فان المدى السنوي يقل . كما أن فترة حدوث الاعظمي الحراري والاصغري تتأخر في المستويات العليا عما هي عليه في المستويات السفلى .

وفي السنتيمترات الاولى القريبة من سطح الارض يكون غراديان الحرارة كبيرا جدا ، إذ تبين من القياسات التي تمت في شبه جزيرة العرب الجنوبية في الفصل الحار النتائج التالية :

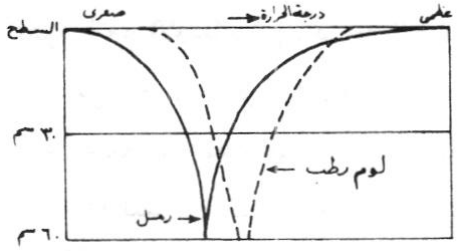
أ) ٧١°م عند السطح مباشرة ، ٣٨°م عند ارتفاع متر واحد فقط .

ب) ٧٧°م عند السطح مباشرة ، ٤٩°م عند ارتفاع ٥ سم فقط .

د ـ درجة حرارة التربة : ان درجة حرارة التربة تعتمد على عاملين رئيسيين ، هما ؛ ناقلية الحرارة ، والسعة الحرارية . وتختلف فاعلية هذين العاملين باختلاف حالة التربة ، هل هي رطبة أم جافة ، واذا كان الهواء ناقلا رديئا للحرارة (٠٠٣ر. حريرة /سم٢/ دقيقة) فانه ناقل جيد للاشعاع ، غير أن الامر ينعكس في التربة ، فهي ذات ناقلية للحرارة افضل من الهواء ، لكنها ذات ناقلية رديئة جدا للاشعاع . ومع هذا فان درجة حرارة التربة تختلف عن درجة حرارة الهواء .

وقوام التربة يحدد الكثير من صفاتها الحرارية ، فالتربة الرملية الجافة تتسخن بسرعة كبيرة عند السطح اثناء النهار ، بسبب سعتها الحرارية القليلة وناقليتها

الرديئة ، ولكن عند عمق سنتيمترات قليلة تنقص الحرارة نقصا كبيرا ـ شكل(٤) ـ،



شكل (٤)

النمط اليومي لاختلاف درجة الحرارة حسب نوع التربة

إلا أن الامر يختلف في تربة غرينية (لـوم) رطبة ، اذ ان تغير درجة الحرارةمع العمق يكون أكثر بطئا لكون ناقلية الحرارة أكبر ، إلا أن سطحها لايتسخن كما يتسخن سطح التربة الرملية . وفي الليل يحدث العكس ، فالتربة الرمليـة تتبرد بسـرعة أكبر من سرعة تبرد التربة الغرينية ، بسبب الناقلية الرديئة للحرارة من الاسفل .

وهذه بعض القيم المتوسطة التمثيلية لدرجات حرارة التربة لاعماق مختلفـة ؛ فعند عمق ٣م يكون المدى السنوي للحرارة قرابة ٣°م ، ينخفض الى ٢° عند عمق٦م، ويصبح درجة واحدة فقط عند عمق ١٠م . اما في الماء ، فانه بسبب قدرته على نقـل الاشعاع الى اعماق عدة امتار ، فان هذا يجعل المدى السنوي يقارب من ٥°م عنـد عمق ٢٠م ، لكنه ينخفض الى ١°م عند عمق ٥٠م .

وكما هو الحال في الهواء الحر ، فان النهايات الحرارية في التربة تتـأخر عـن النهايات الاشعاعية ، بسبب حركة نقل الحرارة ضمن التربة . وبوجه عام فان التأخير يبلغ قرابة ١٢ ساعة عند عمق ٣٠سم ، وقرابة ٦ أشهر عند عمق ١٠م ، وهكذا نجد أن الفترة الاكثر حرارة أثناء اليوم تكون عند منتصف الليل على عمق ٣٠ سم ، بينما تكون الفترة الاكثر حرارة من السنة في الشتاء على عمق ١٠م .

ولا تقل حرارة التربة أهمية عن حرارة الهواء بالنسبة للزراعة ، كونها أحـد

العوامل الرئيسية التي تؤثر على الانبات ونمو الجذور ، وعلى امتصاص الماء والعناصر الغذائيـة الموجودة في التربة .

٤ ـ التهطـال :

المقصود بالتهطال هو كل ما يهطل من السماء بشكل سائل أو صلب . ولا بـد لحدوث التهطال من أن يكون الجو مشبعا ببخار الماء ، وهذا يتطلب إما امدادا ببخار المـاء ، أو انخفاضا في درجة الحرارة ، ولذا لابد من حدوث التبريد كي يتكاثف بخار الماء متحولا الى قطرات يعجز الهواء عن حملها ، ولا بد من توفـر بعض الجسيمـات الغريبة في الجـو ، كالغبار والدخـان ، وذرات الملح .. الخ ، والتي تشكل نويـات تكاثف .

وتبريد الهـواء يتم بصعوده نحو الاعلى ، وهناك ثلاث طرق لصعود الهـواء، هـي :

أ ـ الصعود التضاريسي ؛ وهذا مرده الى اصطدام الكتلة الهوائيـة بحاجـز تضاريسي مرتفع مما يجبرها على الصعود ، ومن ثم التبرد .

ب ـ الصعود الحملاني ؛ وينجم عن التسخين الشديد لسطح الارض ، مما يجعل الهواء يتمدد ويصعد نحو الاعلى .

جـ ـ الصعود السيكلوني (الجبهي) ؛ ويتم بفعـل تصادم كتلتـين هوائيتـين مختلفتين في درجة حرارتهما ورطوبتهما ، مما يجعل الكتلة الحارة الأخف تصعد نحو الاعلى فتتبرد ويتكاثف بخار مائها ويتم الهطول .

وباستثناء المناطق الواقعة خلف الدائرتين القطبيتين حيث معظم التهطال يكون ثلجيا ، فان بقية مناطق الارض يغلب فيها التهطال المطري . وللامطـار اهمية كبرى بالنسبة لكافة اشكال الحياة ، وجل ما يمكن قوله هو أن الماء أساس الحياة .

ولاشك ان **الامطـار** ـ واشكال التهطال الاخرى ـ هي مصدر المـاء السطحـي والجوفي، وعلى هذه المياه تقوم الزراعة ، وتربية الحيوان . واختلافات الامطار أشـد واعظم من اختلافات الحرارة ، فهناك مناطق لاتتلقى في بعض السنوات ولا قطرة مطر

واحدة ، في حين نجد مناطق اخرى تتلقى مئات السنتيمترات من الامطار في السنة. واعلى معدلات مطرية سجلت حتى الآن كانت في ولايات أسام الهندية ، وفي جزيرة هاواي ، وجبال الكمرون . حيث بلغ معدل الامطار السنوية في تشيرابونجي (الهند) قرابة ٥ر١١م ، ومثله ايضا سجل في جبال وايا ليلا Waialele (هاواي) ، كماان ديبوندستشا في الكمرون سجلت ٣ر١٠م . إلا ان اجف مناطق الارض هي صحراء اتكاما ، والصحراء الكبرى ، ففي اريكا (الشيلي) ووادي حلفا (السودان) قد تمر عليهما عشر سنوات دون ان يهطل فيهما كميات تذكر من الامطار .

ان اعلى كميات مطر سنوية وشهرية ونصف شهرية سجلت حتى الآن كانت في تشيرابونجي ، بينما اكبر كمية مطر يومية سجلت في بلدة سيلاوس (جزيرة رينيون)، اما اكبر كمية مطر هطلت في دقيقة واحدة فكانت في بلدة اينيونفيل (ولاية ميرلاند الامريكية) . والجدول التالي يبين اكبر كميات مطر هطلت حتى الآن على مدار السنة وأيامها .

المدة	الكمية (مم)	المكان	التاريخ
١٢ شهر	٢٦٤٧٠	شيرابونجي (الهند)	آب ١٨٠٦ ، تموز ١٨٦١
١١ شهر	٢٢٩٩٠	شيرابونجي (الهند)	كانون٢ ــ تشرين٢ ١٨٦١
٦ اشهر	٢٢٤٥٤	شيرابونجي (الهند)	نيسان ــ ايلول ١٨٦١
شهر واحد	٩٣٠٠	شيرابونجي (الهند)	تموز ١٨٦١
١٥ يوم	٤٧٩٨	شيرابونجي (الهند)	٢٤ حزيران ــ ٨ تموز ١٩٣١
٥ أيام	٣٨٥٤	سيلاوس (رينيون)	١٣ ــ ١٨ آذار ١٩٥٢
٢ يوم	٢٥٠٠	سيلاوس (رينيون)	١٥ ــ ١٧ آذار ١٩٥٢
٢٤ ساعة	١٨٧٠	سيلاوس (رينيون)	١٥ ــ ١٦ آذار ١٩٥٢
١٢ ساعة	١٣٤٠	بيلويفي (رينيون)	٢٨ ــ ٢٩ شباط ١٩٦٤
٦ ساعات	١٠٨٧	بيلويفي (رينيون)	٢٨ شباط ١٩٦٤
٢ساعة و٤٥دقيقة	٥٥٨	هانس (تكساس)	٣١ أيار ١٩٣٥
٤٢ دقيقة	٣٠٥	هولت (ميسوري)	٢٢ حزيران ١٩٤٧
٨ دقائق	١٢٦	فوسين (بافاريا)	٢٢ أيار ١٩٢٠
دقيقة واحدة	٣١	اينيونفيل (مريلاند)	٤ تموز ١٩٥٦

ان اختلافات الامطار كبيرة ما بين سنة واخرى ، وشهر وآخر ، وقد يصل هذا الاختلاف الى درجة تؤثر على المحاصيل الزراعية وخاصة المطرية منها ، والامثلة كثيرة عما يلم بالمحاصيل الزراعية في سوريا في المنطقة الهامشية التي معدل امطارها السنوي يتراوح بين ٢٥٠ ــ ٥٠٠مم . ويستخدم لمعرفة مدى تغير الامطار عن معدلها العام ؛

١ ــ مقياس الانحراف المعياري :

$$\text{ع} = \sqrt{\frac{\text{مج}\ (\text{س} - \text{م})^2}{\text{ن}}}$$ حيث : ع = الانحراف المعياري

س = كمية المطر السنوية م = معدل كمية الامطار السنوية

ن = عدد السنوات مج = مجموع .

٢ ــ كما ويستخدم احيانا مقياس التغير المئوي :

$$\text{معامل التغير المئوي} = \frac{\text{الانحراف المعياري}}{\text{معدل كمية الامطار}} \times ١٠٠$$

وكلما كانت المنطقة اقل امطارا كلما ازدادت نسبة التغير .. والعكس صحيح . ومما لا شك فيه ان الامطار التي تهطل في فترة الليل اكثر اهمية بالنسبة للمحاصيل الزراعية من الكمية الهاطلة اثناء ساعات النهار الحارة ، ذلك ان كمية الضائع بالتبخر اثناء الليل قياسا بالنهار تكون محدودة . وفي مناطق الامطار الحملانية فان الجزء الاكبر من الامطار يهطل في فترة بعد الظهيرة وحتى المساء .

وكما هو معروف فان كمية التهطال تتزايد مع تزايد الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، ومعدل التزايد هذا يختلف مع المظهر الطبوغرافي ، ومع الحالة الجوية العامة السائدة . إلا أن التهطال لا يتزايد بصورة مطلقة مع تزايد الارتفاع ، ذلك ان هناك مستوى يكون عنده الهواء قد فقد الجزء الاكبر من حمولته من بخار الماء ، وهذا المستوى الذي يعرف بمستوى التهطال الاعظمي يعقبه تناقص في كمية التهطال مع الارتفاع . واذا كان مستوى التهطال الاعظمي يقع على ارتفاع ١٠٠٠م في هاواي ، فانه

يرتقي حتى ارتفاع ٣٠٠٠م في افريقيا الشرقية ، وفي جبال نيفادا في ولاية كاليفورنيا يقع على ارتفاع يقارب من ١٥٠٠م .

ـ **الثلج** : لسنا بصدد آلية تشكل البلورات الثلجية ، وانما بصدد كميات الثلج الهاطلة ، والتي تغزر كلما ازدادت برودة المنطقة . ويندر هطول الثلج فيما بين المدارين سوى في الاجزاء المرتفعة منها ، بينما يشكل الثلج في مناطق العروض العليا حقول ثلجية بسماكة تزيد عن بضعة أمتار . وفي بعض الحالات يصعب معرفة كمية الثلج الساقطة فعلا من السماء بسبب الثلوج المنجرفة والمثارة بفعل العواصف الريحية . ورغم أن الثلج يحمي التربة من خطر الصقيع ، إلا أنه أيضا يشكل مخزونا مائيا للتربة في حال ذوبانه ، وهذا ما دعى القول « الثلج خميرة الارض » . إلا أن الامر المهم هو معادلته للماء ، وهذا يعتمد على عمق الثلج وكثافته ، وكثافة الثلج تختلف من حالة الى أخرى اختلافا كبيرا ، وتتراوح عموما بين ٠,٠٠٤ الى ٠,٩١ ، ولذا فان سماكة ١٠سم من الثلج القديم المرصوص قد تعادل قرابة ٧ سم من الماء ، بينما اذا كانت تلك الكمية من الثلج حديثة السقوط فانها لاتكافىء أكثر من ١ سم من الماء وهو المكافىء العادي . واذا كان خط الثلج الدائم يقع على ارتفاع ٤٧٠٠م عند خط الاستواء ، فانه يكون على ارتفاع ٥٢٠٠م في المناطق المدارية الجافة ، لكنه ينخفض الى ٣٠٠٠م عند خط عرض ٤٥ شمالا ، والى ١٤٠٠ م عند عرض ٦٠ شمالا ، وفي نصف الكرة الجنوبي فان تلك القيم تكون أخفض .

ـ **البرد** : يعتبر البرد من أخطر الظواهر الجوية المرافقة للعواصف الرعدية، ويدل سقوطه على وجود حركة رفع قوية للهواء مكنت من تشكل غيوم الركام المزني (الكومولونيمبوس). ويتراوح قطر حبة البرد الساقطة بين ٥ ـ ٥٠مم وأحيانا قد يزيد عن ذلك . ولسقوط البرد أخطار كبيرة ليس على الحاصلات الزراعية التي تكون في مراحل نموها الاولى ، وانما على الحاصلات التي تكون في مرحلة النضج ، وعلى الاشجار، والحيوانات ، وحتى على الانسان ذاته فيما اذا كان في العراء وكانت حبات البرد كبيرة الحجم .

٥ ـ الرطوبة الجوية :

لكمية بخار الماء في الهواء اهمية كبيرة بالنسبة لكافة الظاهرات المائية ، وتزداد

قدرة الهواء على حمولته من بخار الماء بازدياد درجة حرارته . ومصدر بخار المـــاء الجوي يتمثل في المسطحات المائية ، والنباتات ، وسطح الارض الرطب ، حيث تتبخر الميـــاه من تلك الاجسام وينتقل البخـــار الى الجـــو .

ويعبر عن حالة الجو الرطوبية بعـــدة اشكال :

١ ـ **ضغط بخـــار المـــاء :** ويعبر عن قوة الضغط التي يمارسها بخار الماء الموجـــود في الجو على وحدة المساحة ، ويصل ضغط بخـــار الماء اقصاه عندمـــا يكـــون الهواء مشبعا ببخار الماء (ضغط بخار الماء المشبع) .

٢ ـ **نقص الاشبـــاع :** وهو مقدار الفرق بين ضغط بخار الماء المشبع وبـــين ضغط بخار الماء الموجود فعلا في الهـــواء .

٣ ـ **الرطوبةالنسبية :** هي النسبة بين كتلة بخار الماء الموجودة فعلا في حجـــم مـــن الهواء الى كتلة بخار الماء اللازمة لتشبع حجم الهواء هذا عنـــد درجـــة الحرارة نفسها .

$$\text{او ؛ الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء الفعلي}}{\text{ضغط بخار الماء المشبع}} \times ١٠٠$$

٤ ـ **الرطوبة المطلقة :** وتشير الى وزن بخار الماء الموجود في وحدة حجم من الهواء ، (غ/سم٣) .

٥ ـ **الرطوبة النوعية :** وتشير الى وزن بخار الماء بالنسبة الى وحـــدة وزن الهـــواء (غ/كغ) .

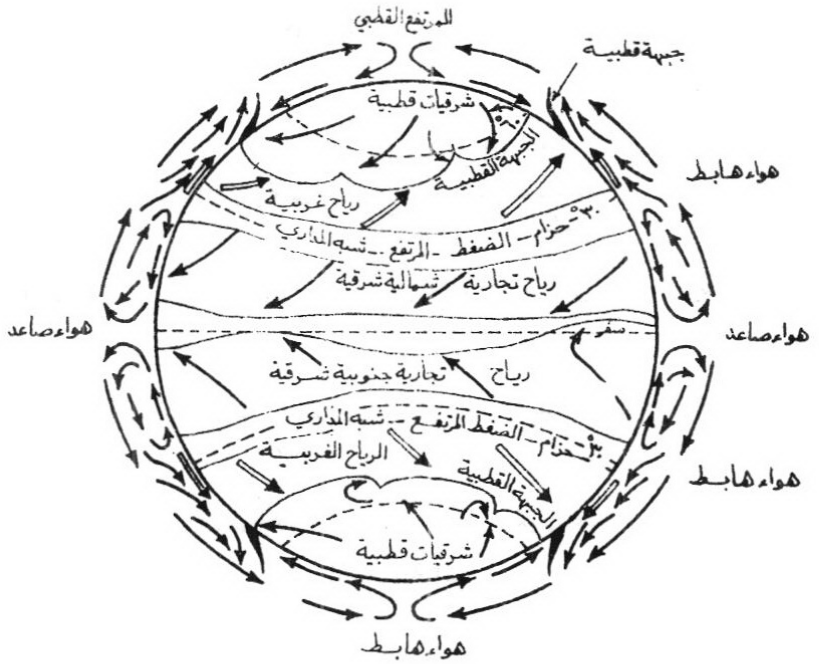
٦ ـ **نقطـــة الندى :** ان قيمة درجة الحرارة التي يكون عندها الجو مشبعا ببخـــار الماء ، هي ما تعرف بدرجة حرارة نقطة الندى ، حيث يبدأ عندها حدوث بعض تكاثف لبخار الماء .

٧ ـ **نسبة المزج :** وهي عبارة عن كمية بخار الماء اللازم وضعها في وحدة وزن مـــن الهـــواء الجاف لكي يصبح رطبا .

٦ ـ حركـة الهـواء :

ان تحرك جزئيات الهواء من منطقة الى اخرى هي محصلة لاختلافات الضغـط بين هذه المنطقة والمنطقةالاخرى . واختلافات الضغط يكون مردهـا الى التسخـين المتباين بالدرجة الاولى ، والتي ينجم عنها تحركالهواء على مستوىمحلي . اما حركة الهواء علىمستوى نطاقي ، فان الاسباب الديناميكية تلعب دورا في نشوء الضغـوط مرتفعة كانت أم منخفضة . ومن نماذج الضغوط الكبرى في العالم ؛ الضغط المرتفـع شبه المداري (ديناميكي) والضغط المرتفع القطبي (حراري) ، والضغـط المنخفض الاستوائي (حراري) والضغط المنخفض تحت القطبي (ديناميكي) . وينجم عن تباين الضغوط نوعان لحركة الهواء ؛

١ً ـ الاولى ؛ حركة رئيسية ـ شكل (٥) ـ وتتمثل في تلك الكتل الهوائية الضخمة

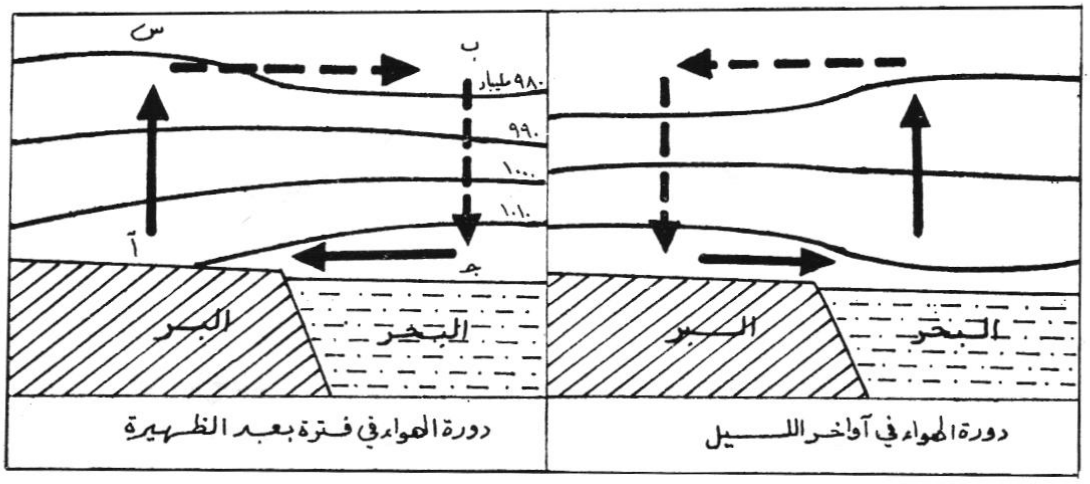


شكل (٥)

الحركة العامـة للهـواء

المنطلقة من الضغط المرتفع شبه المداري تجاه خط الاستواء (رياح تجارية) ، او تجاه الضغط المنخفض تحت القطبي (العكسيات الغربية) ، أو تلك الكتل المنطلقة من الضغط المرتفع القطبي تجاه الضغط المنخفض تحت القطبي (الشرقيات القطبية) .

٢ً ـ اما الثانية ؛ فهي حركات هواء محلية ناجمة عن تأثير العوامل الجغرافية المختلفة على درجة الحرارة وبالتالي الضغط ، وتلعب كتل الماء المتداخلة في اليابسة ، ومظاهر سطح الارض المختلفة دورا في ذلك . ومن نماذج الحركات تلك نذكر ؛ **نسيم البر والبحر** ، والذي يمثل دورة يومية للهواء ما بين البر والبحر ـ شكل (٦) ، فحركة الهواء تكون أثناء النهار من البحر الى البر (نسيم



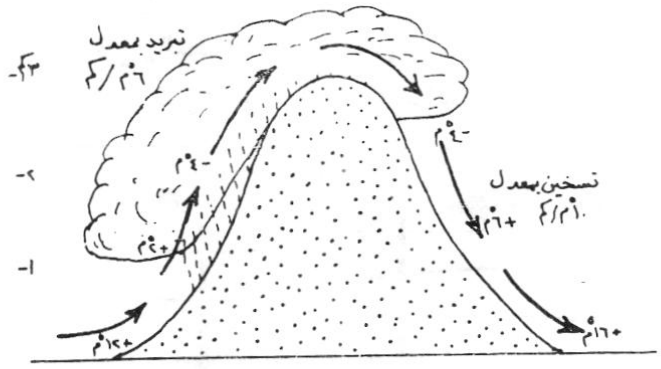
شكل (٦)

نسيم البر والبحر

البحر) وفي الليل من البر تجاه البحر (نسيم البر) ، ذلك كون البر يكون مركزا لضغط مرتفع في الليل ومنخفض في النهار ، أما البحر فالحالة تكون فيه معكوسة .

اما رياح **الفوهن** فتحدث تقريبا في كل المناطق الجبلية على الجانب المعاكس لوجهة الرياح من السلسلة الجبلية . فعندما يعبر الهواء سلسلة جبلية فانه يضطر

الى الصعود على الجانب المواجه له وبصعوده يتبرد ويحدث التكاثف وبالتالي فان معدل انخفاض الحرارة يكون قليلا (حسب الاديباتي الرطب) ، وما أن يعبر الهواء ذرى الجبال حتى يهبط على السفح الآخر وتزداد حرارته حسب معدل الاديباتي الجاف ، كما وتنخفض رطوبته ، ولذا يكون عند مقدمة الجانب المعاكس هواءا حارا وجافا ــ شكل (٧) ــ ، ولقد سجل ارتفاع في درجة الحرارة حوالي ٢٧°م خلال دقيقتين في سبرفيش Spearfish في داكوتا الجنوبية .



شكل (٧)

رياح الفوهن

اما رياح الثقالة Gravity Wind فتحدث بسبب تبرد السطح في ساعات الليل مسببا فروقات في كثافة الهواء على طول السفح ، حيث يأخذ الهواء الاكثر برودة وثقالة عند القمة والسفوح العليا بالانحدار تجاه الوديان والمنخفضات تحت تأثير الثقالة ، مما ينجم عن ذلك تراكم الهواء البارد عند المنخفضات ــ شكل (٨)



شكل (٨)

رياح الثقالة

الفصـــل الثـــاني

المناخـــات الاصغريـــة

MICROCLIMATES

لقد عالجنا في الفصل السابق أنماط المناخ العام على مقياس الكرة الارضية ، من خلال علاقة المناخ العام بالظروف القياسية التي تتعرض لها أية منطقة بغاية التقليل من آثار البيئة المحلية بتفاصيلها الدقيقة الى أقـل مايمكن ، وكان استعراضنا لأهـم العناصر المناخية التي لها أهمية كبيرة في كافة مظـاهر البيئة العامـة ، والتي تنظـم خطوطها العامة. ذلك الاستعراض منطلق لدراسة مدى تأثر البيئة بتلك العناصر جملة

ـ **سرعـة الريـاح** : إن أعلى سرعة للهواء سجلت على سطـح الارض بلغـت قرابة ٣٠٠كم/ساعة ، وتبلغ الرياح سـرعـة العاصفة فيمـا اذا زادت سرعتها عـن ٥٠كم/ساعة ، وفوق ١١٥كم/ساعة فالرياح تبلغ مبلغ الاعصار (الهوريكان). وتختلف سرعة الرياح السطحية باختلاف شدة انحدار الضغط ، ومظاهر سطح الارض ، اذ انه كلما كان السطح أكثر خشونة كلما كان احتكاك الرياح بالسطح أشد وسرعتها أقـل. ولأن عامل الاحتكاك يقل حتى ينعدم كلما ارتفعنا عن سطح الارض ، لذا فان سرعـة الرياح تزداد حتى تبلغ أشدها عند ارتفاع ٥ كم تقريبا ، حيث تصل الى قرابة ٣٠٠ ـ ٤٠٠ كم/ساعة .

٧ ـ الاضطرابات الجويـة :

تشكل مناطق الضغوط المرتفعة منابع الكتل الهوائية المختلفة ، وهناك نموذجين أساسيين من الكتل الهوائية ؛ كتل هوائية قطبية P ومصدرها الضغوط المرتفعـة القطبية ، وكتل هوائية مدارية T مصدرها الضغط المرتفع شبه المداري. وحسب اختلاف طبيعة السطح الذي تتشكل فيه كل من الكتلتين الرئيسيتين تختلف خصائصها، فقد تكون الكتلة بحرية أو قارية . تلك الكتل الهوائية تتحرك تجاه مراكـز الضغـوط

المنخفضة ، وفي حال تحرك كتلتين تجاه بعضهما ـ تختلف كلا منهما عن الاخرى في حرارتها ورطوبتها ـ فانهما لاتمتزجان مع بعضهما بل تبقيا مفصولتين بسطح انفصال يعرف باسم الجبهة ، كحال السطح الفاصل ما بين الهواء المداري T ، والهواء القطبي P ، والذي يعرف بالجبهة القطبية . وتشكل الجبهات الكبرى المناطق الملائمة لنشوء وتطور الاضطرابات الجوية ، حيث تحدث تموجات على طول الجبهات الكبرى (الجبهة القطبية مثلا) تلك التموجات ما هي سوى بداية تشكل المنخفضات الجوية (سيكلونات) . وتتألف المنخفضات الجوية من جهة حارة واخرى باردة يفصل بينهما قطاع من الهواء الحار ، وفي مؤخرة الجبهة الباردة هواء بارد مندس . والسيكلونات تؤدي الى اضطراب في الطقس ، حيث يصحبها تغيرات سريعة في درجة الحرارة وفي اتجاه الرياح، وفي الغيوم ، ويصاحبها أيضا تهطال تختلف شدته باختلاف قطاع السيكلون .

وفي العروض المنخفضة نجد نموذجا من الاضطرابات الجوية تعرف باسم الهوريكان عند سواحل امريكا الشرقية ، والتيفون عند سواحل الصين . وهذه الاضطرابات أشد عنفا من اضطرابات العروض الوسطى اذ تؤدي الى هطول امطار غزيرة مسببة حدوث الفيضانات الكبيرة ناجما عن ذلك أضرارا جسيمة . كما أن سرعة الرياح لاتقل عن ٧٠كم/ساعة ، بل قد تصل أحيانا الى أكثر من ١١٥كم/ساعة .

٨ ـ التبخر :

ان التبخر هو العامل الفعال المؤثر على فقد الماء ، ذلك الماء الذي يعود الى الجو ليتكاثف من جديد . وتختلف كمية المياه المتبخرة من سطح التربة والمسطحات المائية والمنتوحة من النبات ، باختلاف درجة حرارة الجو من جهة ، ودرجة سطح التبخر من جهة اخرى . فكلما كانت درجة حرارة سطح التبخر أعلى من درجة حرارة الهواء كلما كان التبخر أكثر ، ولهذا نجد أن التبخر يصل اقصاه في أواسط النهار وأواسط الصيف . وتستخدم طاقة في عملية التبخير، هذه الطاقة تختزن في الماء المتبخر ، لذا فان التبخير عامل من عوامل تبريد الجسم المتبخر منه . كما أن التبخر يكون أكثر كلما كانت سرعة الرياح أكبر ، وجفاف الهواء أشد ؛ ففي حال كون سرعة الرياح بحدود ٤٥ـ٦٠ كم/ساعة ، ودرجة الحرارة ٢٧°م، والرطوبة النسبية ١٠٪ فان التبخر يكون على أشده .

وتحسب قيمة التبخر إما بأجهزة قياس مخصصة لذلك تستخدم في محطات الرصد ، أو من خلال بعض العلاقات النظرية ، كما في علاقة بنمان لحساب كمية التبخر من سطح ماء حر ، وهي على الشكل التالي :

$$Eo = \frac{\Delta H + 0.5\ Ea}{\Delta + 0.5}$$

حيث Δ = ميل منحنى ضغط بخار الماء عند درجة حرارة هواء متوسطة .

H = (الاشعاع قصير الموجة الوارد) × (معامل الامتصاص) ـ (الاشعاع طويل الموجة الصادر) .

Ea = ٠٫٣٥ (متوسط نقص الاشباع) × (١ + ٠٫٠٦ × u)

u = متوسط سرعة الرياح عند مستوى ٢م (كم/يوم) .

وحساب التبخر النتح يتم أكثر ما يكون باستخدام العلاقات النظريةالتجريبية، ومن هذه العلاقات أيضا يمكن ذكر علاقة بنمان حيث تحول العلاقة السابقة ، وتستخدم Et (طاقة التبخر النتح) بدلا من Eo ، ويضرب حاصل العلاقةبالعامل (f الذي يعتمد على بنية الورقة وطول فترة الاضاءة ، وتتراوح قيمة f في الجزر البريطانية بين ٠٫٦ في فصل الشتاء و ٠٫٨ في فصل الصيف . وعلاقة ثورنثويت لحساب طاقة التبخر النتح ، من العلاقات الهامة ، وهي على الشكل التالي .

$$\text{طاقة التبخر النتح} = ١٫٦ \left(\frac{١٠ \times \text{المتوسط الشهري للحرارة}}{I} \right)^{a}$$

حيث I = مجموع قيم i لأشهر السنة ، $i = \left(\frac{\text{متوسط الحرارة الشهري}}{٥} \right)^{١٫٥١٤}$

a = ثابت

ويمكن قياس التبخر النتح باستخدام جهاز اليسيمتر Lysimeters .

السبب فان بساتين الفاكهة وحتى المنازل السكنية تتضرر ، اذ تصبح تلك المنخفضات بحيرات باردة ، أوحفرا صقيعية .

وهناك نمط من جريان الهواء يتخذ شكلا دواميا، ومنه أعاصير البحر (التورنادو)، والدوامات الترابية. **والتورنادو** رياح شديدة السرعة يبلغ قطرها بضعة عشرات الامتار، وتصل سرعة الرياح أحيانا الى أكثر من ٥٠٠كم/ساعة بحيث يصعد الماء نحو الاعلى على شكل نافورات . وتنشأ من حالة عدم استقرار زائد ، وتبدو متدلية من غيمة كومولونيموس ، وينجم عنها آثار تخريبية كبيرة . اما **الدوامات الترابية** Dust Devils فتنجم بفعل نشاط شديد للحركات الحملانية نتيجة للتسخين الشديد ، ويكثر حدوثها في الصحاري المدارية ، ويبلغ قطر هذه الدوامات بضعة أمتار عند سطح الارض . ويمكن للحركة الدوامية اذا كانت قوية أن تقوم بحمل فتات الصخور الصغيرة من على سطح الارض .

وتفصيلا. غير أنه بالنسبة لمعظم المسائل التطبيقية فان معرفة المناخ العام لم تعد كافية، ذلك أن المعدلات التي يعتمد عليها المناخ العام لاتعطي صورة دقيقة لما هو موجود فعلا في الطبيعة ، كونها تهمل كثيرا من التفاصيل المهمة التي لها آثار واضحة على حياة النبات والانسان والحيوان . خاصة وان المعلومات التي يقدمها المناخ العام هي نتاج قياسات أجهزة الرصد الموضوعة على ارتفاع ١٫٥م فوق مستوى سطح الارض ، إلا ان الاحوال الجوية في المدى المحدود الذي يوجد فوق سطح التربة له أهمية كبيرة من الناحيتين النظرية والعملية ، وليس المقصود من هذا الكلام ان المناخ الاصغري يهتم بدراسة هذا المجال المحدود ، بل نجده يتعدى ذلك بكثير في المناطق العمرانية والحقول الزراعية ...

ان الاختلافات في الظروف المحلية يمكنها أن تخلق مناخات متميزة ضمن المناخ العام السائد ؛ ففي نهار حار ، يمكن أن تتوضح الصورة لو قارنا الحالة فيما اذا كنا سائرين على سطح اسفلتي في منطقة ريفية بالحالة التي تبدو اثناء وقوفنا على أرض عشبية . فالانعكاس والامتصاص والسعة الحرارية وصفات طبيعية أخرى في البيئة المتنوعة تلعب كلها دورا رئيسيا في تحديد المناخ الاصغري السائد . فدراسة مناخ المدن ، ومناخ الغابات والمزارع ، ومناخ التجمعات السكنية مهما قل حجمها ، ومناخ

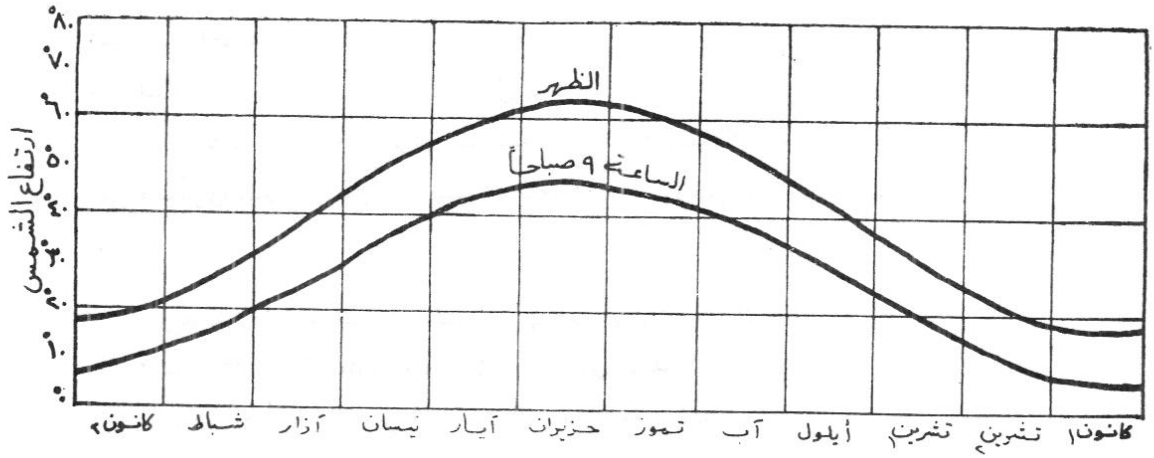
المنشآت العمرانية الاقتصادية ، ومناخ سطح التربة ، ومناخ اي وحدات مكانية لهـا ظروف محلية (الوادي ، الجبل) كل ذلك من اختصاص المناخ الاصغري . فالمنـاخ الأصغري يهتم بدراسة الاحوال المناخية التفصيلية لمسافات صغيرة ومحدودة ، وذلك على مستوى المجال المتأثر بتفاصيل مظاهر سطح الارض المتباينـة طبيعيـة كانت أم بشرية .

ويعـد الكتاب الـذي نشره Geiger بعنوان « المنـاخ قرب سطـح الارض The Climate Near the Ground » والذي أعيد طبعه عدة مرات ، ونقل الى أكثر من لغة ، من أهم ما كتب عن المناخات الأصغرية رغم قدمه .

وفي الصفحات التالية القليلة سنعالج المظاهر الاكثر أهمية في المناخات الاصغرية، واختلافاتها باختلاف الظروف المحلية للمنطقـة ، وما كان له أهميـة في الجـوانب التطبيقية المختلفة .

١ ـ الاشعاع ، سطوع الشمس ، ودرجة الحرارة :

ان كمية الاشعة الشمسية وشدتها التي يتلقاها سطح جسم ما تتـأثر بزاوية ورود هذه الاشعـة الى ذلك الجسـم . ففي نصف الكرة الشمالي مثـلا ، نرى ان المنحدرات المواجهة للشمال تتلقى كمية من الاشعة أقل بكثير من تلـك التي تتلقاهـا المنحدرات المواجهة للجنوب . فالمنحدر المواجه للشمال في منطقة تقع على خطعرض ٥٠ درجة ، اذا ما كانت درجة ميل هذا المنحدر تزيد عن ٤٠ درجة ، فانه لايتلقىأيـة أشعة شمسية مباشرة خلال الفترة المحصورة بينالاعتدالالخريفي والاعتدالالربيعي، وحتى اثناء الصيف فان الاشعة الشمسية لاتسقط مباشرة على ذلك المنحدر إلا فيما بين الساعة التاسعة صباحا والثالثة بعد الظهر ـ شكل (٩) ـ . ولقد استغلتهذه المعرفة استغلالا ناجحا في قيام بعض الزراعات ، وهذا ما يتوضح في وادي الراين حيث تقوم مزارع الكرمة على المنحدرات الشديدة الميل المواجهة للجنوب والجنوب الغربي، ذلك ان ما يتلقاه سطح أفقي منالاشعاع الشمسي في تلكالعروض لايكفي لنجاح زراعة هذا المحصول .



شكل (٩)

ارتفاع الشمس عند عرض ٥٠ شمالا ، اثناء الظهيرة والساعة ٩ صباحا و ٣ بعد الظهر

وبالاضافة الى درجة الانحدار والمعرض ، فان كمية التظليل من الاجسام المحيطة تكون هامة أيضا ، ففي مدينة ذات شوارع ضيقة ، نجد أن نمط الاشعاع يكون متباينا ما بين شارعين في اتجاهين مختلفين ، أحدهما ذو وجهة شرقية ـ غربية، والآخر ذو وجهة شمالية ـ جنوبية .

وهكذا فانه من الضروري معرفة الكثير من التفاصيل عن البيئة المحلية لادراك التمايزات بين ظروفها المناخية . ويمكن أن تتم قياسات الاشعاع ، إما بالقياس المباشر بالاجهزة المتوفرة ، أو من خلال السجلات الخاصة بمحطة محلية بعد اجراءالتعديلات بالوسائل الممكنة(١) . ومن المسلم به أنه في بعض المناطق التي تتداخل فيها المحاصيل الزراعية بالأراضي الشجرية ، فان التوزع الطيفي للاشعة يتغير بواسطة امتصاصه وانعكاسه من قبل المادة النباتية.

---

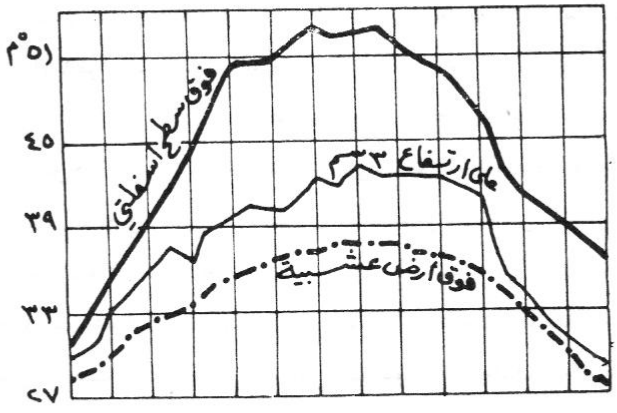
(١) . يمكن حساب قيمة الاشعاع الشمسي المباشر الواصل الى سطح الارض بالعلاقة التالية ؛

الاشعاع المباشر العمودي على سطح الارض = الثابت الشمسي × لط(معامل امتصاص الجو × طول مسار اشعاع الشمس في الغلاف الغازي) .

حيث لط = اللوغاريتم الطبيعي

ويعتمد سطوع الشمس على نفس العوامل التي تتحكم في الاشعاع ، والتي اشرنا اليها سابقا . إلا انه يجب أن نشير هنا الى أن بعض الاحياء لها حساسية لطول موجات معينة من الطاقة ، تختلف عن تلك التي يتأثر بها نظر الانسان .

وعلى الرغم من الترابط الوثيق ما بين درجة الحرارة والطاقة الاشعاعية ، إلا انها تختلف عن سطوع الشمس والضوء . وتتميز الحرارة في انها تنتقل أفقيا مع كتل الهواء المتنقلة ، من منطقة شحنتها الاشعاعية أقل الى منطقة ذات شحنة اشعاعية أكبر . وتغيرات درجات الحرارة أفقيا أقل من تغيرات الاشعاع وذلك بفعل انتقال الحرارة السابق ذكره . وتعد ظواهر نسيم البر والبحر ، ورياح الفوهن ، والرياح الهابطة من الامثلة عن اختلافات الحرارة بفعل الظروف المحلية ، كما أن الظروف المحلية نفسها تؤثر على مدى فعالية تلك الظواهر ، فقد نجد مكان لا يبعد سوى كيلو مترات قليلة إلا أنه لا يتأثر بتلك الظواهر ، وذلك كون الظروف المحلية تتغير . وتنتقل الحرارة من مكان الى آخر بطرق متعددة ، بالتوصيل ، أو بالاشعاع ، أو بالحركات الهوائية . ويختلف التبادل الحراري ما بين سطح الارض والهواء الملامس له باختلاف حالة هذا السطح ، وهذا ما يتضح فيما لو قارنا درجة الحرارة عند السطح وعند ارتفاع معين بالنسبة لسطحين احدهما مغطى بالاسفلت ، والآخر يغطيه غطاء عشبي أخضر وذلك أثناء النهار ، فالفارق بين حرارة السطح وارتفاع ٣سم عن السطح بلغ قرابة ٣٢°م بالنسبة للسطح الاسفلتي ، وقرابة ١٣°م فوق الارض العشبية ـ شكل (١٠) ـ .



شكل (١٠)

تناقص الحرارة مع الارتفاع فوق سطحين
احدهما مغطى بالاسفلت والآخر مغطى بالعشب

كما وتختلف حرارة طبقة الهواء القريبة من سطح الارض على مدى قدرة التربة على توصيل الحرارة الى الهواء ، فاذا كانت قدرتها قليلة فان سطح التربة يكون شديد الحرارة لاحتفاظه بمعظم أشعة الشمس التي يستقبلها . ولقد أجرى « جيجر » دراسة لمكان قريب من مدينة ميونيخ بالمانيا لحصر عدد الايام التي تزيد حرارتها عن ٢٥° م على ارتفاعات مختلفة من سطح الارض ، فتبين له ما يلي :

الارتفاع عن سطح الارض (سم)	عدد الايام التي تزيد حرارتها عن ٢٥°					
	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	المجموع
١٥٠	٥	٨	١٩	١٤	٩	٥٥
١٠٠	٦	٩	١٩	١٥	١٠	٥٩
٥٠	٧	١٠	٢٠	١٧	١٠	٦٤
٥	١٢	١٨	٢٥	٢٢	١٤	٩١

وحيث أن قدرة الهواء على توصيل الحرارة أقل من قدرة التربة ، فان التربة المسامية أقل قدرة على توصيل الحرارة من التربة غير المسامية ، كما أن الارض المحروثة أقل قدرة على توصيل الحرارة من الارض غير المحروثة .

٢ ـ الرطوبة الجوية والتبخر :

ان كمية بخار الماء المطلقة في الهواء تتأثر بكمية المياه المتوفرة والممكن تبخرها . ففي المناطق النباتية والسطوح المائية ـ اذا لم تكون النباتات في حالة ذبول ـ فان الرطوبة تكون أكبر مما هي عليه في المناطق الجرداء . وعلى كل حال، فان كمية المياه المنتوحة من النباتات تعتمد على سلوك المسامات Stomata التي تكون أكثر نشاطا في النهار منه في الليل ، ذلك أن الماء المنتوح ينقص كثيرا في الليل إن لم يتوقف . وينحصر ماء الارض الجاهز للتبخر في السنتيمترات العلوية القليلة من التربة، وهذا طبعا مصدرا آخر لبخار الماء بجانب المسطحات المائية والنباتات الخضراء. وهذا الهواء الذي ترطب لابد أن يرتفع الى المستويات العليا تحت تأثير قوى الرفع المتعددة .

ومهما كان مصدر بخار الماء ، فان له تأثير واضح على تبريد الهواء ، ولذا فانه

على الرغم من أن الهواء يكون أبرد فوق المناطق المغطاة بالنباتات والمسطحات المائيـة، إلا أن الرطوبة النسبية تكون أعلى أيضا . أما فوق المناطق الجرداء نسبيا ، فرغم أن تبخر ماء التربة يستهلك بعض من الطاقة الاشعاعية ، إلا انه يبقى هناك جزء كبير منها يكفي لرفع درجة حرارة سطح التربة الى درجة عالية .

ومن الممكن القول ، انه رغم أن هناك كمية من الماء يمكن أن تتبخر ، إلا أن الزيادة العامة في رطوبة الهواء الكلية تكون قليلة ما لم يحدث تحرك للهواء بسرعة منخفضة . وعندما تسود حالة ركود ، فان الرطوبة النسبية المرتفعة والتبريد الاشعاعي في الليل يؤديان الى تشكل الشابورة mist فوق الحقول الزراعية والمناطق الرطبة الاخرى . وفي حال بلوغ الرياح سرعة تقارب من ١٥كم/ساعة ، فيحدث عندها اختلاط بدرجة كبيرة للهواء السفلي بالهواء العلوي ، ونشر الرطوبة على مجال أوسع ، مما يجعل تزايد الرطوبة النسبية محدودا .

٣ ـ حركـة الهواء ، والتهطـال :

لقد سبقت الاشارة الى أن سرعة الرياح تزداد بالارتفاع عن سطـح الارض لان عوائق السطح تقل أو ينعدم تأثيرها ، كما ويمكن أن تنعكس وجهة الرياح أو يحـدث تحول في وجهة جريانها بسبب مجابهة النبات أو حاجز تضاريسي شديد الميل . ومن الواضح أن عدد حالات ركود الهواء تقل مع الارتفاع ، وتكون سرعة الرياح أشد أثناء النهار مما في الليل . والغطاء النباتي شأنه في ذلـك شأن المعوقـات الارضية الاخرى يحـد من سرعة الرياح ، ويزداد سمـك طبقة الهواء التي تتأثر بهذا العامل كلما ازداد ارتفاع النبات عن سطح الارض ، كما هو الحال في أراضي الاشجار العالية . والجدول التالي يوضح اختلاف سرعة الرياح في مستويات مختلفة من طبقة نباتية .

الغطـاء النباتي	الارتفاع (سم)	سرعة الرياح (م/ثا)
بين جذوع الاشجار	١٠	١ر٠
عند تيجان الاشجـار	٥٠	٣ر٧
فوق مستوى الاشجار	١٨٠	٩ر٣

ويلعب جريان الهواء دورا هاما في كثير من فروع علم المنـاخ التطبيقي ، فهـو يؤثر على تطبق الرطوبة الجوية ، ودرجة الحرارة ،خاصة حرارة السطح الذي يحدث منه التبخير حيث يتم التبريد ، كما يؤثر على التهطال . ولقد أشـار جيجر ، أنـه بالنسبة لتل ـ وهو بروز غير مرتفعبشكل يكفي لاحداثتحولات ترموديناميكية ـ فان المنحدر المواجه للرياح يتلقى كمية مطر أقل من الجانب المعاكس للرياح ، لان سرعـة الرياح تزداد على الجانب المواجه للرياح وخاصة عند قمة التل ، أما على الجانبالآخر للتل فان سرعة الرياح تقل ، ولذا فان قطرات الماء تحمل بعيدا بواسطة الرياح العالية السرعة على الجانب المواجه حتى تصل الى الجانب الآخر حيث الرياح أقلسرعة،ومن ثم يزداد هطول قطرات الماء ، وهذا طبعا عكس ما يحدثعلى النطاق الاقليمي . والأدلة على ذلك كثيرة فالثلج الساقط يزداد على جوانب الكتل الصخرية والاشجار والمباني غير المواجهة للريـاح.

وهناك فرق كبير بين الامطار الهاطـلة في أراض غابية وتلـك الهاطـلة في أراض مجاورة خالية من النبات . ففي داخل المنطقة الغابية قد يستمر هطول الماء مدةزمنية أكثر من مدة هطول المطر الحقيقية ، ذلك أن ماء المطر يستغرق فترة طويلة كي يتمكن من اختراق المظلة التاجية ، حيث يتخذ عندها شكل قطرات كبيرة تسقط منالاوراق، أو تنساب بشكل جريان مائي منحدرة على أغصان الاشجار وجذوعهـا حتى تصـل سطحالارض . ولكي يتم تقدير كمية المطر الهاطلة بشكل دقيق فيأراض شجرية، يجب وضـع مقياس المطر فوق المظـلة التاجية ، ويتحول الماء المتجمع عبر انبـوب الـى وعاء موضوع عند مستوى الارض . وعلى الرغـم من أن طريقة القياس هـذه تعطي صورة دقيقة عن كمية الهطول المطري الفعلية ، إلا أنها لاتوضح حالة التهطال المطـري ضمن الاشجار الغابية .

ـ التعديـلات المناخيـة :

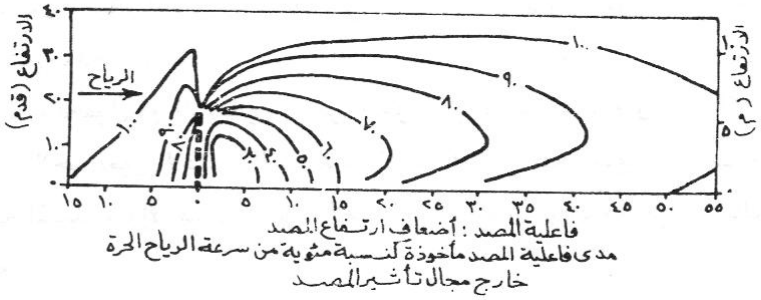
من الممكن تعديل الظروف المناخية في منطقة صغيرة نسبيا ، وذلك بخلقظروف مناخية جديدة أكثر ملائمة من الظروف السائدة فيها طبيعيا ، ويتم ذلك من خـلال تطبيق الطرق الخمسة التالية : أ) ـ مصدات الرياح . ب) ـ التحريض الصنـاعي للامطار. جـ) ـ تقليلكميةالمياهالمتبخرة. د) ـ منعتشكل الصقيع. هـ) ـ البيوت

المدفئة . وسنناقش فيما يلي الطرق الاربعة الاولى ، مؤجلين الحديث عن الطريقة الخامسة الى فصول قادمة .

أ ـ مصدات الرياح Windbeaks :

تعد محاولة الوقاية من الرياح المؤذية باقامة حاجز واق (مصد) أولى المحاولات التي قامت لتعديل ظروف الطقس . ولقد اثبتت تلك المحاولات فعاليتها في ضبط الثلج المنجرف ، والتقليل من ضغط الرياح على الاجسام الواقعة على مسافات معينة من أقرب مصد ، كما انها تحد من انجراف التربة .

وتتناسب فعالية المصدر (الواقي) طردا مع ارتفاعه ـ شكل (١١) ـ ، فاذا

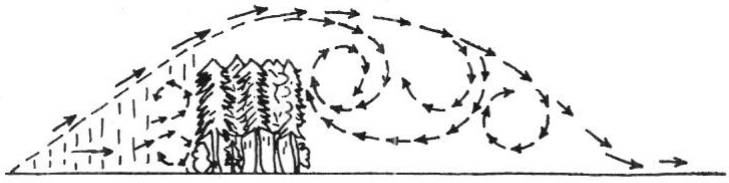


شكل (١١)

مدى فاعلية مصدات الرياح

كان ارتفاع حزام الاشجار H فان المسافة التي يظهر تأثيره خلالها في خفض سرعة الرياح تعادل ٤٠ مرة ارتفاع الاشجار (٤٠ × H) ، في حين نجد انه لمسافة تبلغ خمسة أضعاف ارتفاع المصد (٥ × H) تسود تقريبا حالة من الركود الهوائي ، مع وجود بعض الحركات الحجيرية الدورانية ـ شكل (١٢) ـ . وبالطبع ، فان فعالية الحزام الواقي تكون أكبر فيما اذا كان يشكل زواية قائمة مع اتجاه الرياح السائدة ، ولهذا السبب يجب معرفة الاتجاه السائد للرياح في الموقع المراد وقايته .

واذا كان الحزام الواقي يخفض من سرعة جريان الهواء ، فانه أيضا يؤدي الى زيادة التظليل للمحاصيل القريبة منه ، كما انه يحدث تغييرا في كمية التهطال خاصة



شكل (١٢)
عملية تشكل الدوامات الهوائيـة خلف المصدات

في حال الامطار الآتية من الاتجاه السائد للرياح ، كما يؤدي الى تغييرات في كمية المياه المتبخرة من المحاصيل الزراعية والتربة ـ إلا انه لايمكن القول ما اذا كان الحزام بوجه عـام سيسبب زيادة أو نقصا في الكميات المتبخرة ، اذ انه قد يؤدي الى الزيادة أحيانا، والى النقصان أحيانا أخرى حسب الظروف العامة السائدة سواء التي يخلقها وجود المصد أو الموجودة مسبقا ـ . ويمكن أن تستعمل الاحزمة الواقيـة لحماية منـاطق محدودة ـ كالحقول أو البساتين ـ من خطر العواصف الثلجية ومن تراكم الثلـج ؛ ولذا يجب الاخذ بعين الاعتبار الاتجاهات المحتملة التى تهب منها العواصف الثلجيـة اثناء اقامة المصد ، وإلا فـان وجود الاشجار الواقية سيزيد من تراكم الثلج في أمكنة غير متوقعـة .

ويمكن أن تستعمل الاشجار الواقية لتظليـل المحاصيل الزراعيـة اليانعـة ؛ وحمايتها من أشعة الشمس الشديدة والمؤذية خلال مراحل معينة من نموها ، ومثل هذا التظليل يكون عمليا بالنسبة لمزارع الشاي والقهوة ، غير أن بعض التجارب أشارت الى انه ليس ضروريا جدا . غير أن المصدات يمكن أن تستعمل كمـلاجىء للحيوانات وقت الحرارة الشديدة . ولقد أكدت التجارب التي قامت على محاصيل زراعية عدة أمنت لها الحماية بواسطة مصدات رياح الى زيادة في الانتاج بنسب لاتقـل عن ١٠ ٪ وتصل أحيانا الى ٢٠ ٪ فأكثر .

ب ـ التحريض الصناعي للامطـار :

ليس شرطا أن يحدث التهطال في حال وجود غيوم في السماء ، ذلك انه كثـيرا ما نرى غيوم في السماء من أنواع مختلفة الا انها غير ممطرة . ولذا فقد قامت محاولات

عديدة بغية اسقاط الامطار من تلك الغيوم . ويتم ذلك بادخال نويات اصطناعية الى الغيوم المناسبة مما يساعد على اطلاق الغيوم لمحتواها من الماء . ولقد ذكر ما سون Mason (١٩٥٧) ، أن العجز في العوامل الملائمة للتهطال في بعض الغيوم يمكن أن تعالج ببزرها (حقنها) بثاني أوكسيد الكربون الصلب ، أو بأيود الفضة ، أو بقطرات ماء ، أو بنويات هيجروسكوبية كبيرة (كملح الطعام) . فثاني أوكسيد الكربون الصلب أو أيود الفضة ينتجان بلورات جليد ، حيث يقومان بدور نويات تجمد ، بينما تقوم قطرات الماء أو النويات الهيجروسكوبية ـ كما في بودرة الملح الناعمة الجافة ـ بعمل نويات تكاثف . ولقد أثبتت النويات الهيجروسكوبية فعاليتها في الغيوم الدافئة، تلك الغيوم التي تكون درجة حرارتها فوق نقطة التجمد .

وهناك طرق عديدة تستعمل لحقن الغيوم بالنويات المختلفة، ومن هذه الطرق ؛

أ ـ استعمال مواقد نارية ، مما يجعل الهواء المتسخن يصعد للاعلى حاملا الجزيئات المحقون بها .

ب ـ استعمال قنابل حرارية موقوتة تطلقها الصواريخ بحيث تنفجر تلك القنابل عند قاعدة الغيمة أو بقربها . والسبب الذي دعى الى اختيار قاعدة الغيمة كي يتم عندها انفجار القنابل الحرارية الحاملة للنويات ، هو أن التيارات الصاعدة تكون نشيطة هناك بشكل يسمح لجزيئات الحقن بالدوران ضمن حجيرة الغيمة .

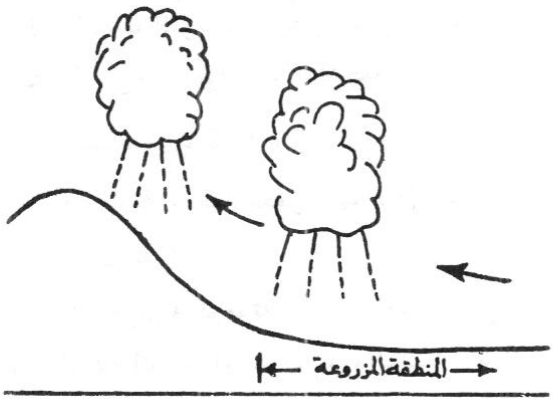
جـ ـ يمكن أن يتم حقن الغيوم مباشرة بواسطة الطائرات .

ولم تتصور الطرق الثلاث السابقة بشكل واحد ، غير أن استعمال الطائرات له ميزات حسنة ، كون المشرف على عملية الحقن يتأكد من أن اطلاق الجزيئات تم في المكان الصحيح .

وتختلف نتائج التقارير بسبب صعوبة الحكم عما اذا كانت عملية الحقن قد سببت التهطال ، أو اذا ما كان المطر سيهطل بشكل طبيعي . ولهذا يجب اخضاع نتائج التجارب للتحليل الاحصائي للحكم على دقة النتائج . فبعض التجارب أثبتت حدوث زيادة في كمية التهطال ، بينما البعض الآخر لم تظهر تغيرات هامة في التهطال،

حتى لنجـد تجارب أخرى كان محصلتها حدوث تناقص. وبوجه عام فان نسبة الزيادة في كمية التهطال نتيجة عملية الحقن لاتزيد عن ١٠ ٪ في أحسن الاحوال .

ولقد أظهرت التجارب التي تمت في افريقيـا الشرقية الى أن عملية الحقن أدت الى تسريع عملية التهطال بحدود ١٠ دقائق في حال كون الغيوم على وشك البدء فـي التهطال . ولعملية التسريع هذه اهمية كبرى عندما تكون نتيجتها حدوث التهطال فوق السهول المزروعة بدلا من حدوثه فوق الجبال غير المزروعة ـ شكل (١٣) ـ .



شكل (١٣)

تسريع هطول الامطار ببذر الغيوم بنويات تكاثف

جـ ـ تقليل التبخر Reduction of Evaporation :

ينجم عن التبخر فقدان كميات كبيرة من الماء الى الجو ، وهذا ما يوضحه المثال التالي ؛ ان تبخر ٣٠ سم مـاء في السنة من بركة مساحتها هكتار واحد يعني خسارة مقدارها ٤ مليون ليتر . ولهذا كان من الضروري التفتيش عن طريقة ما لانقاص كمية الفاقد بالتبخر من المناطق التي لاتحوي على فائض مائي عن حاجتهـا . وكانت فكـرة تعويم السطح بطبقة من مركب أحادي الوزن غير ضار موضع نقاش منذ قرابة ٤٠ سنة مضت . إلا انه في ٢٠ ـ ٢٥ سنة الماضية قام العديد من التجارب مستعملة الكحـول الستيلي ، وهو مزيج من الكربونات الهيدروجينية الثنائية والسداسية . ويعتبر هذا المركب غير ضار تقريبا ، إلا ان توتر سطحه منخفض ، حيث نجده يتحطم عند ضغط

يقارب من ٢٤ دينة/سم٢ . وتبدو هذه الصفة الفيزيائية للمركب مشكلة حقيقية اكدتها التجارب التي تمت في افريقيا الشرقية ، حيث لوحظ تكسر القشرة الكيماوية عندما زادت سرعة الرياح عن ٥ كم/ساعة فوق مستوى ٢٥ سم من سطح الماء . ولكي يحافظ على المحلول من عدم التكسر يستوجب رشه باستمرار بالكيروسين . غير ان تغير اتجاه هبوب الرياح يخلق مشاكل اضافية ، حيث يجب تغيير مكان الرش ما لم يكن الرش شاملا كل محيط البركة . وبسبب كلفة المركب الكيماوي فانه من غير المرغوب فيه اقتصاديا الرش فوق المحلول ، الا في حال الضرورة ، بالاضافة الى ان ازدياد الضغط على السطح الجانبي يسبب ضياع المسحوق مما يستوجب اشرافا دائما على عملية الرش من قبل اشخاص متدربين تدريبا كافيا .

ولقد اكدت التجارب المخبرية التي تمت على احواض تبخر صغيرة في الطبيعة، انه بالامكان توفير قرابة ٧٠٪ من الماء الممكن فقده بالتبخر ، إلا ان التجارب الحقلية التي تمت على مسطحات مائية كبيرة تقدر التوفير بعشر الرقم السابق تقريبا . وهكذا يمكن القول ان الطريقة السابقة عملية في حال السطوح المائية الصغيرة التي تصل مساحتها الى ١ر. هكتار ، حيث يمكن التقليل من سرعة الهواء باقامة مصدات رياح ، إلا انه في السطوح الكبيرة يلزم استعمال بعض المواد الكيماوية ذات التوتر السطحي الأكبر .

د ـ الوقاية من الصقيع :

هناك نموذجين من الصقيع ؛ الصقيع الاشعاعي ، والصقيع الانتقالي Advection . ويحدث الصقيع الاشعاعي (أو ما يعرف بالصقيع الابيض) في حال كون السماء صافية والجو جافا وهادئا ، حيث تفقد الارض والهواء حرارتهما بالاشعاع الى الفضاء أثناء الليل البارد . اما النموذج الثاني من الصقيع وهو الصقيع الانتقالي ـ والذي يعرف ايضا بالصقيع الاسود ـ ، فيحدث في حال انخفاض درجة الحرارة الى ما دون درجة التجمد نتيجة مرور كتلة هوائية باردة فوق منطقة ما .

ويحدث الصقيع الانتقالي على مقياس المناخ العام ، ولذا فان جهود الانسان لمنعه

لم يكتب لها النجاح . أما في حال الصقيع الاشعاعي ، فهناك طرق متعددة للوقايةمنه، ومن هذه الطرق ؛

١ ــ بما أن الشرط الرئيسي لتشكل مثل هذا الصقيع هو وجود سماء صافية خالية من الغيوم مما يساعد على فقد كبير للحرارة ، لذا فان الغيوم الاصطناعيةيمكنها أن تشكل ستارا يغطي المنطقة المراد وقايتها ، مما يحد من الفاقد الحراري ويمنع حدوث الصقيع . وتستعمل هذه الطريقة الكيروسين الدخاني الرخيص ، وذلكبحرقه في قدور دخانية حيث تتغطى المنطقة موضع الحرق المستمر بغيمة دخانية سوداء ــ رمادية .

٢ ــ ما دام التبريد الاشعاعي يتمركز بالقرب من مستوى سطح الارض ، وبما ان درجة الحرارة عند مستوى ٣٠ م تقريبا في الجو تكون أكبر ، حيث يشير هذا الوضع الى تطبق ثابت للجو ، فالهواء الأبرد في الاسفل والهواء الاكثر حرارة في الاعلى. لذا يجب إحداث عملية مزج اصطناعي عن طريق اسقاط الهواء الحار العلوي ، وذلك باستخدام مراوح ضخمة تقوم بخلط دائم للهواء الحار العلوي مع الهواء الأبردالسفلي بحيث يُمكِن ذلك من تدفئة الطبقات السفلى ويمنع تشكل الصقيع .

٣ ــ حيث ان الهواءالسطحي والنبات يفقدان الحرارة عن طريق الاشعاع ، لذا فانه من الممكن استخلاص الحرارة من مصادر أخرى وتزويد الهواء السطحي بها مما يمنع حدوث الصقيع . واحدى الطرق المجربة حاليا ، تقوم على رش النباتات بقطرات ماء دقيقة . وبما أن سطح النباتات يكون أقل حرارة بسبب الفاقد بالاشعاع ، لذا فان قطرات الماء الدقيقة تتكثف ومن ثم تنطلق الحرارة الكامنة في تلك القطرات أثناء تكاثفها ، وعندما تتجمد تلك القطرات فان الحرارة المنطلقة تزداد . ويجب الانتباه الى المخاطر التي تنجم عن استخدام كميات غير محددة من الماء ، اذ يمكن أن يتشكل الجليد بكثرة بحيث يصبح سميكا مما يسبب تجمد النبات أو تخريبه بشكل كامل .

وهناك طريقة أخرى ؛ وذلك باستخدام القدور الدخانية التي تقوم بنشرالحرارة بسبب جريان الهواء . ويمكن باستخدام بعض اشكال من مصدات الرياح أن تزيد فعالية هذه الطريقة .

٤ ــ أما الطريقة الرابعة ، فهي طريقة فعالة ، وتتم بتغطية النباتات بقبعات أو ستائر مصنوعة من البلاستيك ، أو من مواد مشابهة . ففي الليالي الهادئة تقوم بدور دروع تمنع الاشعاعات الحرارية طويلة الموجة الصادرة عن الارض من العبور خارجها حافظة بذلك درجة الحرارة أعلى بمقدار ٦ر١ ــ ٦ر٣° م مما لو لم يكن هناك درع . وفي النهار فان تلك القبعات تسمح للاشعاع الشمسي بعبوره مسببة ارتفاع درجة الحرارة تحتها . ونتيجة لدرجات حرارة القبعة أثناء الليل البارد والنهار الحار ، فيجب أن لايكون النبات متماسا بشكل مباشر مع تلك القبعات .

الفصل الثالث
أقاليم العالم المناخيـــة

ان المركب المناخي وليد تفاعـــل مجموعة من العناصر ، التي هي بالذات ناجمـــة عن فعل مؤثرات عدة . ولما كانت تلك العناصر تختلف مكانيا ، واختلافها هذا انعكاس لدرجة قوة فعالية هذاالعامل أو ذاك الذي يعد مسؤولا بالدرجة الاولى عن وجود هذا العنصر أو غيره . والهدف من تقسيم العالم الى أقاليم مناخية ــ كل اقليم يختلفعن غيره ــ هو تسهيل الدراسة من جهة ، ومن جهة أخرى التمكين من تحديد التمايزات الدقيقة ما بين أجزاء تلك الاقاليم التي تبتعد عن التجانس المطلق داخـــل حدودهـــا المناخيـــة الكبرى. والتصنيف المناخي هو الاساس الذي يمكن أن ينطلق منهالتخطيط السليم لأي برنامج اقتصادي .

ومما لاشك فيه أن التصنيف المناخي يشكل ركيزة من ركائز علم المناخالتطبيقي. خاصة اذا أدركنا أن معظم مصنفي المناخات في العالم انطلقوا في رسم الحدود المناخية للاقاليم التي اقترحوها من تأثير المناخ على جوانب البيئة المختلفة . فتارة كان النبات منطلقهم الاساسي في رسم الحدود المناخية (كوبن ، ديمارتون ، ملـــر) ، وتارة أخرى كان الانسان ــ من حيث مناسبة المناخ لراحته ــ منطلقا في ذلك (بيلي) ، بينما انطلق آخرون من العلاقة بين الحاصلات الزراعية والظروف المناخية (ثورنثويت) .

ــ أقاليم العـــالم المناخية حسب تصنيف كوبـــن :

على الرغم من قدم تصنيف كوبن(١) ، إلا أنه يعد من أكثر التصنيفات المناخيـــة شيوعا واستعمالا . وكان كوبن يعتبر أن النباتات خير مرآة تعكس الاختلافات المناخية ما بين أجزاء سطح الارض ، لذا نجده يهتدي دوما في وضع حدود أقاليمه المناخيـــة

---

(١) ظهر تصنيف كوبن في ثوبه الاخير عـــام ١٩٣١ ، علما أن محاولته الاولى بـــدات في عـــام ١٨٨٤ .

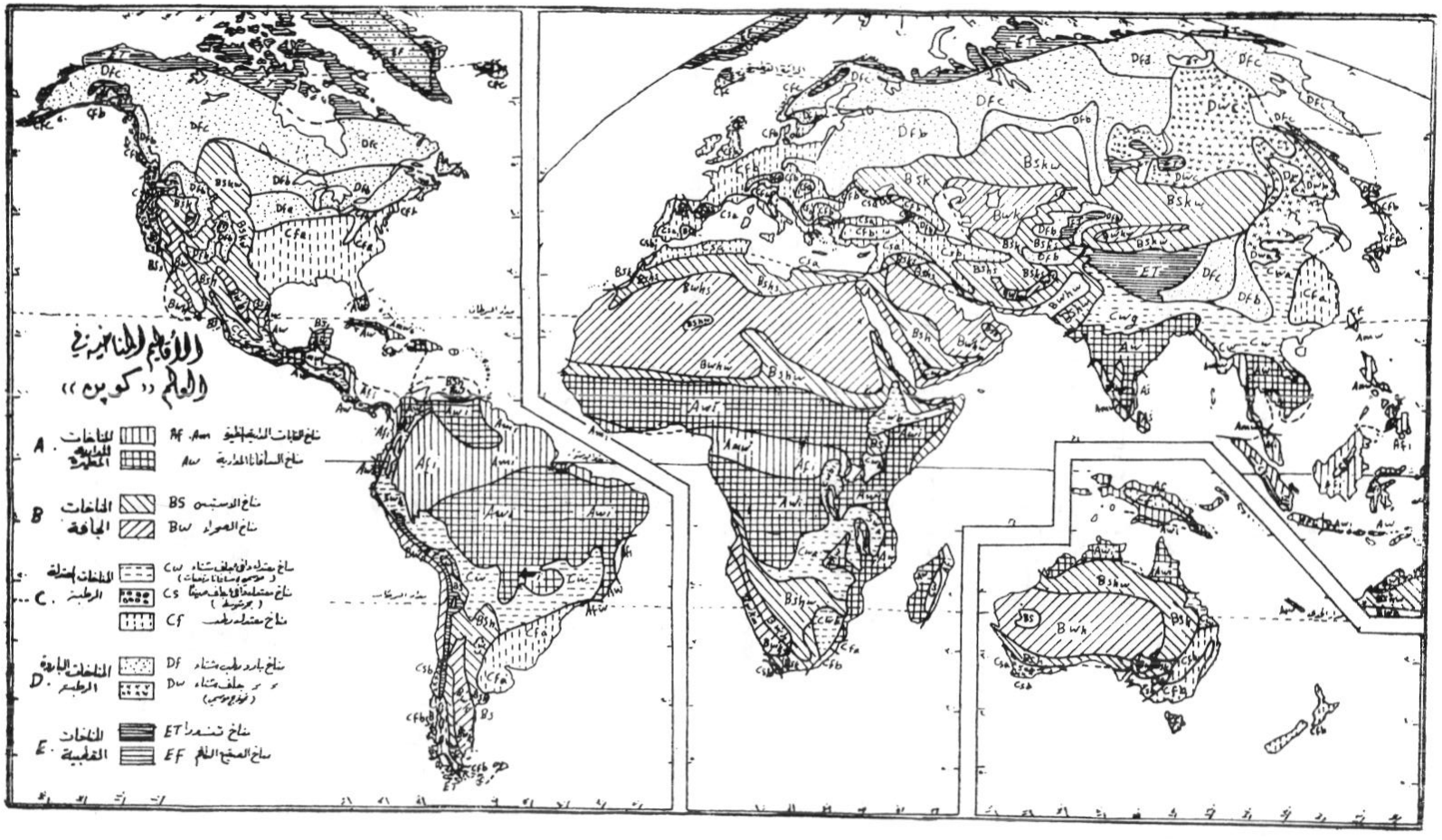
بالحدود الفاصلة بين المجموعات النباتية الكبرى . ولقد قسم كوبن العالم الى خمسة اقاليم مناخية رئيسية ، وكل اقليم قسمه الى عدة أقاليم فرعيـة ـ شكل (١٤) ـ ، وفيما يلي دراسة مقتضبة لتلك الاقاليم :

A ـ اقليم المنـاخ المداري المطير :

ويتوافق هذا الاقليم مع النباتات المحبة للحرارة والرطوبة . ويتواجدفي المناطق التي تزيد درجة الحرارة المتوسطة فيها لأبرد شهور السنة عن ١٨°م . ويتصف هذا الاقليم الذي يشمل معظم المنطقة المحصورة بين خطي عرض ١٨ شمالا وجنوبا في كل من افريقيا وامريكا الجنوبية ـ يستثنى من ذلك مرتفعات امريكا الجنوبية الغربية ، وهضبة افريقيا الشرقية ـ ، ويصل امتداده حتى مدار السرطان تقريبا في جنـوبي آسيا ، في ان درجة حرارته مرتفعة طوال السنة ، وامطـاره غزيرة ، إلا أن توزعهـا الفصلي يختلف ما بين أجزاء هذا الاقليم . وعلى اساس توزع الامطار الفصلي ، يميز ضمن هذا الاقليم ثلاثة نماذج مناخية هي :

١ ـ نموذج مداري ممطر طول العام (Af) ؛ حيث لاتقل كمية الامطارالهاطلة عـن ٦سم في أي شهر من شهور السنة . والحرارة مرتفعة طيلة العـام ، فنادرا ان ينخفض متوسطها الشهري عن ٢٣°م ، والمدى الحراري السنوي منخفض لايتعدى ٣°م. والرياح خفيفة السرعة ، وهي من نوع الرياح التجارية ، إلا ان حالات الهـدوء هـي الغالبة في معظم الاحيان . ويسود هذا النموذج في الاجزاء المنخفضـة من حـوضي الأمازون والكونغو ، وفي الاجزاء الشرقية من جزيرة مدغشقر ، وفي مجموعة الجـزر الاندونيسية ، وهنا تسود الغابة الاستوائية الكثيفة والمعروفة باسم السلفـا .

٢ ـ نموذج مداري قاري (Aw) ؛ ويسود هذا النموذج الى الشمال والـى الجنوب من مناطق سيادة النموذج (Af) في كل من افريقيا وامريكا الجنوبيـة ، كما يسود في هضبة افريقيا الشرقية ، وفي أجزاء من شمالي استراليـا . وفي هـذا النموذج تتدنى الحرارة المتوسطة في ابرد الشهور الى ١٨°م ، كما ان الامطار تقل دون ٦سم لفترة شهر أو أكثر من شهر في السنة ، بحيث يمكن تمييز فصـل جاف يزداد وضوحا كلما تم الابتعاد أكثر عن خط الاستواء ، وتقل كمية الامطار السنوية في نفس الاتجاه ، وتتراوح بين ٣٠ ـ ١٠٠سم . وفصل الجفاف (فصل الشتاء) هو فصل هبوب الرياح التجارية الجافة ، بينما فصل الصيف هو فصل الامطار الحملانية. ويزداد


الأقاليم المناخية في العالم ((كوبن))
A. المناخات المطيرة
Af Am مناخ الغابات المدارية
Aw مناخ السافانا المدارية
B. المناخات الجافة
BS مناخ الاستبس
Bw مناخ الصحراء
C. المناخات المعتدلة الرطبة
Cw مناخ معتدل دافئ جاف شتاء
Cs مناخ معتدل دافئ جاف صيفا
Cf مناخ معتدل رطب
D. المناخات الباردة الرطبة
Df مناخ بارد رطب شتاء
Dw مناخ بارد جاف شتاء
E. المناخات القطبية
ET مناخ تندرا
EF مناخ الصقيع الدائم

شكل (١١٤)

المدى الحراري السنوي في هذا النموذج ليصل الى ١٠° م في بعض المناطق . وهنا تسود حشائش السافانا .

٣ ـ النموذج المداري الموسمي (Am) ؛ ويتوجد في جنوب وجنوب شرقي آسيا ، وعلى أطراف خليج غينيا ، والاجزاء الشرقية من حوض الامازون القريبة الى ساحل المحيط الاطلسي . ورغم أن هذا النموذج يتشابه مع النموذج السابق في فصلية أمطاره ، إلا أن أمطار هذا النموذج أكثر في كميتها ، ومن طبيعة مغايرة ، حيث تسببها الرياح الموسمية ـ ذات الأصل التجاري ـ القادمة من البحار في فصل الصيف. وفي مناطق هذا المناخ تهطل اغزر الامطار في العالم ، حيث يزيد معدلها السنوي في بعض الاماكن عن عشرة أمتار ، إلا أن المعدل العام يتراوح بين ٥٠ ـ ١٥٠ سم . ولذا فان الاشجار هي الغالبة ، ومعظمها يكون دائم الخضرة .

ورغم التشابه بين النموذجين Aw ، Am إلا أن هناك اختلافات كثيرة تعكسها الحياة النباتية السائدة . ولقد وضع كوبن علاقة يعرف من خلالها ما اذا كان المناخ Aw أم Am ، والعلاقة هي :

$$\text{كمية المطر في أجف الشهور} = ٣ر٩٤ - \frac{\text{كمية المطر السنوية (بوصة)}}{٢٥}$$

فاذا كانت كمية المطر في أجف الشهور أقل من ناتج العلاقة فالمناخ يكون Am ، وإلا فهو Aw .

B ـ اقليم المناخ الجاف :

لايمكن معرفة ما إذا كان المناخ جافا أم رطبا من خلال كمية المطر السنوية فقط، بل لابد من أخذ درجة الحرارة بعين الاعتبار كونها تحدد كمية المتبخر من الماء الهاطل، وبالتالي تحدد الكمية الفعالة والمفيدة بالنسبة للنباتات . ولقد حدد كوبن المناخات الجافة اعتمادا على ذلك . فالمناخ يكون شبه جاف BS فيما اذا كانت :

١ ـ م $\leqslant$ ٢ (ح + ٧) مطر دائم طوال السنة
٢ ـ م $\leqslant$ ٢ ح مطر شتوي (٧٠٪ في نصف السنة الشتوي)
٣ ـ م $\leqslant$ ٢ (ح+١٤) مطر صيفي (٧٠٪ في نصف السنة الصيفي)

حيث م تشير الى كمية المطر السنوية (سم)

ح تشير الى درجة الحرارة السنوية (م°)

أما اذا كانت م ⩽ الطرف الثاني من العلاقات السابقة ، فالمناخ عندئذ يكون رطباً (C) .

ولقد قسم كوبن المناخ الجاف B الى نموذجين ، أحدهما نموذج السهب (شبه الجاف BS) ، والآخر نموذج الصحاري (جاف BW) . ويكون المناخ صحراوياً BW فيما إذا كانت ؛

١ – م ⩽ ح + ٧ مطر دائم طوال السنة

٢ – م ⩽ ح مطر شتوي (٧٠٪ في نصف السنة الشتوي)

٣ – م ⩽ ح + ١٤ مطر صيفي (٧٠٪ في نصف السنة الصيفي)

ويكون المناخ شبه جاف BS اذا كانت م ⩽ الطرف الثاني من العلاقات.

١ – المناخ شبه الجاف BS : ويسود في عروض مختلفة ، لذا فان درجة الحرارة فيه تختلف من مكان الى آخر ، بحيث ينقسم الى نموذجين أحدهما يسود في العروض المدارية وشبه المدارية BSh (١) ، والآخر يسود في العروض الوسطى BSk . ويسيطر المناخ BSh على المناطق المجاورة للصحاري الحارة ، وهو نوع انتقالي بين اقليم الصحاري والاقاليم الرطبة ، ولا يتعدى امتداده خط عرض ٣٥ . وتتراوح كمية الامطار في هذا الاقليم بين ٢٥ – ٥٠ سم . وقد تهطل الامطار في نصف السنة الشتوي في مناطق ، وفي نصف السنة الصيفي في مناطق اخرى . أما المناخ BSk فيسود في العروض الوسطى ، كما في أواسط آسيا ، وشمال البراري الامريكية ، واقليم بتاغونيا وجنوبي افريقيا . وأمطاره تقارب أمطار النموذج الاول ، إلا أن درجة الحرارة فيه تهبط في فصل الشتاء الى ما دون درجة التجمد بكثير في بعض الاماكن . والحشائش هي الغطاء النباتي السائد في نموذج المناخ شبه الجاف .

٢ – المناخ الصحراوي BW : تنتشر الصحاري في العروض المنخفضة كما في العروض الوسطى والمرتفعة . فصحاري العروض المنخفضة (الصحاري الحارة BWh) نجدها متمثلة في الصحاري الافريقية (الصحراء الكبرى وكلها ري) والصحراء الاسترالية ، وصحراء اريزونا ، والصحراء العربية ، وصحراء آتكاما . والامطار لاتزيد في أي جزء من تلك المناطق عن ٢٥ سم بل نجدها تنخفض الى أقل من ٥ سم في اماكن كثيرة . غير أن درجة الحرارة ترتفع في الصيف لتسجل أعلى درجات حرارة في العالم . اما صحاري العروض الوسطى BWk . فتتمثل في صحاري اواسط

---

(١) . يكون المناخ حار اذا كانت درجة الحرارة السنوية المتوسطة تزيد عن ١٨° م . ويرمز له عند ئذ بحرف h ، اما اذا كانت درجة الحرارة السنوية المتوسطة أقل من ١٨° فالمناخ يكون معتدلا ، ويرمز له بحرف k .

آسيا ، وناميبيا ، وجزء من اقليم بتاغونيا ، والحرارة اخفض مما هي عليه في صحاري العروض المنخفضة ، والامطار ايضا قليلة جدا ، والغطاء النباتي محدود يتمثل في بعض النباتات الشوكية المتناثرة في اماكن متباعدة ، بجانب بعض الاعشاب الفقيرة في بعض المناطق الاكثر رطوبة .

C ـ **المنـاخ المعتدل الحرارة الرطب :**

يسود هذاالمناخ في المناطق التي يتراوح فيها متوسط درجة حرارة ابرد شهور السنة بين ١٨ الى ـ ٣ °م . إلا أن الامتداد العرضاني الكبير لمناطق سيادة هذا المنـاخ جعل بعضا منها واقعا تحت سيطرة الرياح الغربية باستمرار ، والبعض الآخر يخضع تارة للرياح الغربية وتارة اخرى للرياح التجارية . كما ان السواحل الشـرقية مـن القارات تختلف عن السواحل الغربية حيث تسود الصفات الموسمية في شرقيالقارات ويضعف تأثير الرياح الغربية . ويمكن تقسيم هذا المناخ الى ثلاثة نماذج :

١ ـ **مناخ معتدل ممطر طوال العـام** Cf : ونجده فيالاجزاء الغربية منالقارات بين خطي عرض ٤٠ ـ ٥٥ شمالا وجنوبا تقريبا ، كما نجده في شرقي الارجنتين،واقليم ناتـال في جنوب شرق افريقيا ، واقليم شنغهاي في الصين ، وسهـل لومبارديـا في ايطاليا ، وشرقي استراليا . وتهطل فيه كمية من الامطار تتراوح بين ٧٥ ـ ١٥٠ سم سنويا .

وقسم كوبن هذا المناخ الى ثلاثة انمـاط :

أ ـ مناخ معتدل حار صيفا Cfa ؛ حيث لاتقـل الحرارة المتوسطة في احـر الشهور عن ٢٢ °م . ويسود في اقليم شنغهاي ، وناتال ، وشرقي الارجنتين ، وشرقي الولايات المتحـدة .

ب ـ مناخ معتدل دافىء صيفا Cfb ؛ حيث تكون درجة الحرارة المتوسطـة بين ٢٢ ـ ١٠ °م لفترة لاتزيد عن اربعة شهور ، كما في اوربا الغربية، وجنوب الشيلي، وكولومبيا البريطانية .

جـ ـ مناخ معتدل مائل للبرودة صيفا Cfc ؛ وتكون درجة الحرارة دون ١٠ °م لفترة تقل عن اربعة شهور . ويسود في شمالي بريطانيا ، وجنـوب ايسلنـدا ، وفي الاجزاء الساحلية الجنوبية من النرويج .

٢ ـ **مناخ معتدل جاف صيفا** Cs : ويتوافق هذا النموذج المناخي معمايعرف

باسم المناخ المتوسطي (او الرومي نسبة لبحر الروم وهو البحر المتوسط) الذي يتمثل في المناطق المحيطة بالبحر المتوسط ، وفي ولاية كاليفورنيا ، ووسط الشيلي ، وجنوب غرب افريقيا ، وجنوب غرب استراليا . والامطار تهطل في نصف السنة الشتوي بفعل الرياح الغربية والسيكلونات المصاحبة لها ، اما الصيف فجاف بفعل سيطرة تأثير الضغوط المرتفعة شبه المدارية. ويتراوح معدل الامطار السنوية بين ٤٠ـ٧٠سم . واستنادا الى حرارة الصيف يميز فيه نمطين اساسيين :

أ ـ مناخ معتدل جاف وحار صيفا Csa ؛ ويتركز في مناطق السهول الساحلية المنخفضة حول البحر المتوسط وجنوب غرب استراليا .

ب ـ مناخ معتدل جاف ودافىء صيفا Csb ؛ كما هو الحال في المناخ السائد في هضبة آسيا الصغرى ، واواسط الشيلي وكاليفورنيا ، وغرب شبه جزيرة ايبيريا ، واجزاء من جنوب غرب استراليا ، ومنطقة جنوب غرب افريقيا .

٣ ـ مناخ معتدل جاف شتاء Cw : ويتمثل هذا المناخ في الاجزاء الجنوبية والوسطى من الصين ، وبعض اجزاء من هضبة افريقيا الجنوبية ، وفي الاجزاء المرتفعة من المكسيك ، وعند اقدام جبال الانديز الشرقية ، وفي جزء من هضبة مدغشقر . والامطار الصيفية تهطل بفعل التجاريات احيانا وبتأثير الموسميات احيانا اخرى ، كما وتسود الامطار الحملانية خاصة في الاجزاء البعيدة عن سواحل البحار . وتتراوح كمية الامطار السنوية بين ٤٠ ـ ١٠٠سم ، وان كانت تصل كمية الامطار احيانا الى اكثر من ٢٠٠ سم في الاجزاء المرتفعة المواجهة للرياح الرطبة .

وقسم كوبن هذا المناخ الى :

أ ـ مناخ معتدل جاف شتاء حار صيفا Cwa ؛ ويسود في الاجزاء المنخفضة والقريبة من سواحل البحار والاقرب الى خط الاستواء ، ويمثل أشد نماذج المناخ المعتدل حرارة . وتهطل كمية كبيرة من امطاره بواسطة الحملان ، وامطار الشتاء ليست معدومة ، وانما قليلة جدا .

ب ـ مناخ معتدل جاف شتاء دافىء صيفا Cwb ؛ ويسود في الاجزاء المرتفعة من مناطق سيادة المناخ Cw وفي الجهات الاقرب الى القطب . والحياة النباتية تتمثل في الحشائش بوجه عام ، عكس نباتات المناخ Cwa التي تتمثل في الغابات الدائمة الخضرة حيث تكثر الامطار ، والنفضية والحشائش حيث تقل الامطار.

D ـ المناخ البـارد :

حسب تحديد كوبن ، فان هذا المنـاخ يسود في المناطـق التي تنخفض فيهـا درجة الحرارة المتوسطة في ابرد شهور السنة الى أقل من ـ٣° م ، لكن درجة الحرارة في احر الشهور لاتقل عن ١٠° م . ولا يظهر هذا المناخ في نصف الكرة الجنوبي سوى في أقاصي جنوب القارة الامريكيـة الجنوبية ، لكنه يشغـل مساحة كبـيرة من شمالي اوراسيا وامريكا الشمالية ، فهو يتخذ شكل نطاق يمتـد بين خطي عرض ٥٠ ـ ٧٥ شمالا في اوراسيا ، وبين خطي عرض ٤٠ ـ ٦٥ شمالا في امريكا الشمالية .

واستنادا الى فصلية الامطـار ، وحرارة الصيف ، فان هذا المناخ يقسـم الى النماذج التاليـة :

١ ـ **مناخ بارد ممطر طوال العـام** Df : بأنواعـه المتعددة (Dfa حـار صيفا ، Dfb دافىء صيفـا ، Dfc مائـل للبرودة صيفا ، Dfd بـارد صيفا) . ويحتل معظم الاراضي الداخلة في الاقليم المناخي D ، باستثناء الاجزاء الشرقيـة من قارة آسيا ، حيث تظهر فصلية مناخية واضحة متمثلة في جفاف فصل الشتاء . وتهطال هذا النموذج يتم بفعل السيكلونات في الشتاء ، وبفعل تيارات الحمل الحرارية في الصيف ، وكمية التهطال تتراوح بين ٣٥ ـ ٧٠سم ، وتصل الى أكثر من ذلـك في الاجزاء الاكثر دفئا من هذا النموذج . وفي مناطق سيادة هذا النموذج المناخي تنخفض درجة حرارة الشتاء انخفاضا شديدا ، بحيث تكون دون درجة التجمد لفترة لاتقـل عـن ثلاثة أشهر .

٢ ـ **منـاخ بارد جاف شتاء** Dw : وحسب حرارة الصيف يميز فيه الانواع التالية ؛ Dwa حار صيفا ، Dwb دافىء صيفا ، Dwc مائل للبرودة صيفا ، Dwd بارد صيفا . ولا يظهر هذا المناخ سوى في الاجزاء الشمالية الشرقية من آسيا (شرقي الاتحاد السوفييتي ، شمال شرق الصين ، كوريا) . واذا كانت كمية الامطار في النوع Dwa تتراوح بين ٥٠ ـ ٧٥سم والحرارة يصل معدلها في الصيف الى ٢٤° م ، فان المناخ Dwb نادرا ان تزيد فيه حرارة الصيف المتوسطة عن ٢١° م ، علما ان هناك قرابة خمسة أشهر درجة الحرارة فيها دون التجمد ، والتهطال معدله يتراوح بـين

٤٠ ـ ٥٠سم . وتتدنى كمية التهطال في النموذج Dwc لتتراوح بين ٣٠ ـ ٤٠ سم وتنخفض الحرارة في الشتاء انخفاضا كبيرا ، ويزداد انخفاضها في النموذج Dwd الذي تمثله محطة فرخويانسك وياكوتسك (سيبيريا) .

E ـ المنـاخ القطبي :

يسيطر المنـاخ القطبي على الاجزاء الشماليـة المتطرفة من قـارتي اوراسيـا وامريكا الشمالية ، كما ويسيطر على كامل القارة القطبية الجنوبية ، ويتمثل أحيانا في بعض قمم الجبال المرتفعة (EH) . ولا ترتفع درجة الحرارة المتوسطة في مناطق هذا المناخ عن ١٠°م في أي شهر من السنة . ويحتوي هذا المناخ على نموذجين ؛ احدهمـا قابل للسكنى وتوجد به بعض مظاهر الحياة ، وهو ما يعرف باسـم نموذج التنـدرا (ET) حيث يحتوي على فصل نمو قصير ، ويكون متوسط الحرارة فيـه احـر الشهور دون ١٠°م ولكنه فوق الصفر درجة مئوية . اما النموذج الثاني فهـو منـاخ الصقيع الدائم (EF) حيث ينخفض المتوسط الحراري دون الصفر درجة مئوية في كافة شهور السنة ، ويتمثل في كل من غرينلاند ، والقارة القطبية الجنوبية ، وتختفي فيه تقريبا كل مظاهر الحيـاة .

ليس كوبن ـ كما ذكرنا سابقا ـ الوحيد الذي قسم العالم الى اقاليم مناخية، بل نجد الكثيرين غيره . فثورنثويت Thornthwaite قام في عام ١٩٣١ بوضع تصنيف مناخي ، قسم العالم على اساسه الى عدة اقاليم مناخية (عام ١٩٣٣) ، وهذاما فعله ايضا في عام ١٩٤٨ بعد ان قام بتعديل تصنيفه السابق ـ الذي ظهر بصورته الاخيرة عام ١٩٥٥ ـ . ومن التصنيفات ذات الاهمية الحيوية ، التصنيف القائم على مفهوم المنطقة الحياتية Life Zone (هولدردج Holdridge ١٩٥٧) المتصفة بصفـات حياتية مميزة متوافقة مع مناخ معين . كما ان بيلي Bailey وضـع تصنيفا مناخيا متعدد الجوانب (١٩٥٨ ، ١٩٦٠) قسم العالم على اساسه الى عدة اقاليم مناخية .

البـــاب الثـــاني

تأثـــير المنـــاخ على جوانب البيئة الطبيعيـــة

الفصـــل الاول : المنـــــاخ والتربـــة

الفصـــل الثاني : المنـــاخ والنبـــات

الفصـــل الثالث : المنـــاخ والميـــــاه

الفصـــل الاول

المنـــاخ والتربـــة

ـ دور المنـــاخ في تشكل الترب :

التربة هي ذاك الجزء من سطح الارض المكون من خليط من مواد صخرية متفتتة ومواد عضوية تمتد فيها جذور النبات مستمدة منها ماءها وغذاءها . وعلى الرغم من ان التربة تقتصر على الجزء السطحي المتفتتت فقط ، إلا انها تعتبر أهم شيء بالنسبة للجنس البشري ، فهي الوعاء الذي يحتوي على نباتات الارض ، تلـك النباتات التي تشكل مصدر الغذاء الرئيسي للحيوان والانسان .

والتربة هي محصلة تفاعل مجموعة من العناصر مع بعضها ، وهذه العناصر هي:ـ

ا ـ المادة المولدة أو الصخر الأم

ب ـ المنـــاخ

جـ ـ التضاريس

د ـ الحيـــاة النباتية والحيوانيـــة

هـ ـ الـــزمن .

ومن العناصر الخمسة المذكورة ، فان ثـلاثة منها تكون مرتبطة بشكل أو بـآخر بالمنـــاخ . فالتضاريس على الرغم من انهـــا تؤثر على المناخ ، إلا انها تتأثر تأثرا كبـــيرا بالمناخ، بل نجد أن التربة تختلف من جزء الى آخر من سطح الارض المتفاوت في شكله. والحياة الحيوانية والنباتية ما هي إلا انعكاس غير مباشر للمنـــاخ الذي يحدد نموذج النبات أو الحيوان الموجود في هذه المنطقة أو تلك . وأهمية عنصـــر الزمن تتجـلى في

ازدياد عملية تفتت الصخور بازديـاد تعرضها لعوامل التجوية المتمثلة بالعناصر المناخية من حرارة وامطار .

إن اثر المناخ في تكوين التربة قد يفوق اثر المادة الصخرية المولدة ، وهذا مايستدل عليه من اختلاف التربة بين منطقتين ذات تركيب صخري واحد مع اختلاف الظروف المناخية بينهما ، والتشابه بين ترب منطقة مناخية واحدة رغم اختلاف التركيب الصخري لهو ايضا ذو دلالة على دور المناخ البارز . فكلما ازدادت درجة الحرارة وارتفعت كمية الرطوبة ازداد تفتت التربة وتحللها الكيماوي، وينشط التفتت الفيزيائي بازدياد الفروق الحرارية . وكلما ازدادت كمية التهطال كلما نشطت عملية الغسل السطحي للتربة .

وتتالف التربة من طبقات مختلفة أو آفاق ، وهي الآتية ابتداء من السطح :

ا ـ السطح العلوي من التربة Topsoil ، وهو الجزء العلوي المتماس مع الغلاف الجوي ، ويحتوي على المواد العضوية المتحللة أو التي تكون قيد التحلل ، كما وتكون نسبة الغسل والانجراف فيه على أشدها .

ب ـ التربة السفلى Supsoil ؛ ويحدث فيها تراكم أعظمي للغضار ، وتكون ذات لون قاتم .

جـ ـ الصخر الأم المتجوي (المتفتتت بالتجوية) أو المتفسخ .

د ـ الصخر الأم الاصلي ؛ وهو الذي تتركز فوقه الطبقات السابق ذكرها .

ويشار الى تلك الطبقات أحيانا بالآفاق A , B , C , D . إلا أنه ليس ضروريا أن توجد كل تلك الآفاق في أي تربة كانت . كما ان تحديد تلك الآفاق في بعض الترب لا يخلو من بعض الصعاب .

وتجدر الاشارة هنا الى بعض التعريفات المستعملة في دراسة التربة ؛ فالغضار Clay يتركب من جزيئات قطرها أقل من ٠٠٥ر٠ مم ، والسلت Silt هو ما كانت أقطار جزيئاته بين ٠٠٥ر٠ ـ ٠٥ر٠مم ، ويصل قطر جزيئات الرمل والحصى الى

٢ مم . وباستعمال تلك المتغيرات الثلاث يمكن اشتقاق الكثير من انسجة الترب Texture المتنوعة ، فاللوم (الفرين) يتكون من ٥٠ ٪ رمل و ٥٠ ٪ غضار .

ويمثل الدبال (هوموس) المادة العضوية المتحللة في التربة والتي تضفي عليها مزيدا من الخصوبة ، وتقوم هذه المادة البنية الفروية بالمساعدة في تشكيل المحاليل التي تمكن النبات من الاستفادة من مواد محددة منها . وترتبط عمليتي الغسل (نقل المركبات المعدنية أو العضوية بالاذابة) والانجراف (نقل المواد الغروية الصلبة الصغيرة) ارتباطا وثيقا بالمناخ ، خاصة عنصر الامطار ، حيث تحدد كمية الامطار الهاطلة وشدتها نسبة المواد المغسولة والمنجرفة .

واذا كان للمناخ تأثير على خصائص التربة ، فان دوره أساسيا في تكوينها ومعدل تكوينها . ويعكس المثال التالي أهمية المناخ ؛ فاذا ما ازدادت رطوبة التربة حتى أصبحت مغرقة بالماء ، فان الهواء ضمن فراغات التربة يقل كثيرا ، ويصاحب ذلك تناقص في عدد البكتريات ، ويقل تحلل بقايا النباتات بحيث تصبح التربة ذات حامضية بسيطة . وتقاس قلوية أو حامضية التربة بقيمة PH (قياس كمية الهيدروجين في التربة) ، فالتربة المحايدة هي ما كانت قيمة PH فيها ٧ر٠ ، أما التربة الحامضية فتتراوح فيها قيمة PH بين ٤ر٥ ــ ٦ر٩ ، وتكون التربة قلوية اذا كانت قيمة PH أكبر من ٧ . وتعتبر التربة التي تكون قيمة PH فيها بين ٦ر٠ ــ ٦ر٥ أفضل الترب لنمو المحاصيل ، وهذا يعني أن التربة حامضية . واذا كانت الحموضة تخفض من عمل البكتريات الهام ، فان القلوية تعيق النباتات من استعمال العناصر النادرة المحدودة في التربة .

ويلعب انخفاض درجة الحرارة دون مستوى التجمد دورا هاما في تحديد بنية التربة في مناطق معينة فاذا ما كانت التربة تتغذى باستمرار من خزان الماء الارضي ، واذا ما خضعت هذه التربة الى درجات حرارة دون مستوى التجمد فان طبقات الجليد ستنمو باستمرار وسيرتفع (يتقبب) عندئذ سطح الارض . وهذا الرفع الصقيعي كما يعرف ، يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار ، حيث تصل عملية الرفع أحيانا الى ١٥ سم أو أكثر . وما أن ترتفع درجة الحرارة ويذوب الجليد حتى تأخذ المنطقة التي كانت خاضعة للتجلد بالتحول الى منطقة مستنقعية . وفي بعض المناطق التي

تخضع لدورة تجمد وذوبان تستغرق ٢٤ ساعة كما هو الحال في الجبال المداريةفوق مستوى ٤٠٠٠م عن سطح البحر ، فان هذه العملية ستقود الى جعل جزيئات التربة تتخذ اشكال متشابهة ذات احجام منتظمة نسبيا .

ـ نماذج الترب حسب درجة تاثرها بالمناخ :

لقد وضعت العديد من التصانيف للترب في العالم استنادا الى درجة فعالية كل عنصر من العناصر المكونة للتربة ومدى اهميته ، وكان المناخ رائدا في ذلك نتيجة لما يلاحظ من علاقة ترابطية بين التربة والمناخ ولما يمارسه المناخ من تأثيرات مباشرةوغير مباشرة . وعلى هذا قسمت الترب الى ثلاثة اقسام رئيسية هي :

١ ـ الترب النطاقيـة Zonal Soils :

في الترب النطاقية يكون تأثير الصخر الأم محدودا جدا ، ذلك ان عمليات مثل الغسل والانجراف هي المحدد الرئيسي لخصائص تلك الترب ، هذه العملياتمرتبطة ارتباطا مباشرا بالمناخ . فالصخر الأم الفرانيتي في المنطقة المدارية يعطي تربة مغايرة للتربة التي يعطيها الفرانيت في المناخ البارد . فهذه الترب تحدد بفعل التأثيرات المناخية والحيوية، وتتوافق في توزعها مع النطاقات المناخية الكبرى . ومما يميزهذه التربة أن تحديد آفاقها يمكن أن يتم بسهولة ، حيث انها قطعت شوطا كبيرا في مرحلة التطور .

وقبل الاشارة الى نماذج الترب النطاقية ـ المتوافقة مع النطاقات المناخية ـ لابد من تحديد بعض المصطلحات المستعملة في هذه الدراسة ، ومنها :

ـ **اللترتـة Laterization** ؛ حيث الغسل السريعللسيليكا بفعلالتهطال الغزير والحرارة المرتفعة .

ـ **البدزلة** Podzolization ؛ وتتم هذه العملية فيحال غسل الحديد والسيليكا من الافق العلوي (A) .

ـ **البدزول** Podzol ؛ تربة ذات حامضية مرتفعة مع طبقة سطحية غنية بالمواد النباتية .

ـ **الترب البدزولية** ؛ ترب حامضية ، إلا ان حامضيتها ليست مرتفعة جـدا، وتتصف بكون المادة العضوية قليلة نسبيا عند السطح .

ـ **التشرنوزيم** ؛ ترب تتصف بكون الافق A فيها غنيا بالمادة العضـوية ، غير أن نسبة الكلس فيها منخفضة . وهي ترب خصبة جدا .

ـ **ترب البراري** ؛ تتصف بوفرة المواد العضوية المتحللةفي الافق A ، وعمليتي الغسل والانجراف فيها محدودة جدا بسبب قلة الامطار ، وهي ترب خصبة .

ـ **الترب الكستناوية والبنية** ؛ وتتميز بكون المادة العضوية فيها أقل من ترب البراري كما أن تجمع الكلس يكون أقرب الى السطح ، وهي ترب قلوية نوعا ما .

ـ **السيروزيم** Sierozems ؛ترب آفاقها غير محددة ، الهوموس فيها قليل ، والكلس قريب الى السطح .

وبالانطلاق من تلك المصطلحات التي تساعد على تفسير نماذج الترب المتباينـة مع تباين الظروف المناخية ، يمكن تمييز نماذج الترب النطاقية التالية المتوافقـة مع المناطق المناخية الكبرى (النطاقات) :

١ ـ **المنطقة الحـارة** ؛ ونميز فيها الترب التالية :

أ ـ تربة الغابة المطيرة والسافانا الرطبة ؛ وتتصف بكون درجة اللترتة فيهـا عالية ،كما أن انجراف المواد القلوية يجعل التربة هناك حامضية ، وكمية الهوموس أيضا منخفضة . وهي ترب غير خصبة ، ولونها يميل للاحمرار .

ب ـ تربة الحشائش المدارية ؛ وهي أغنى بالهوموس من التربـة السابقـة ، واكثر خصوبة ، إلا أن خصوبتها تستنفذ بسرعة ، ولونها قاتم .

جـ ـ تربة الصحاري ؛ المادة العضوية فيها قليلة ، والكلس يكون متجمعا قـرب السطـح .

٢ ـ **المنطقـة الدافئـة** ؛ ويميز فيهـا ما يلي :

أ ـ ترب اقليم البحر المتوسط ؛ الغسل فيها محدود ، غنية بالكلس المتواجد لعمق كبير .

ب ــ ترب اقليم شرق القارات ؛ وتكون تلك الترب ملترتة ، وفقيرة بالمواد العضوية .

جـ ــ ترب الصحاري ؛ مثلها في ذلك مثل صحاري المنطقة الحارة .

٣ ــ المناطق المعتدلة البرودة والباردة ؛ ويميز فيها :

أ ــ ترب المناطق الرطبة ؛ وهي ترب بودزولية ، تحتوي على طبقة رقيقة من الهوموس .

ب ــ ترب مناطق الامطار المتوسطة (المروج) ؛ كمية الهوموس فيها مرتفعة ، والغسل محدود ، وهي ترب خصبة .

جـ ــ ترب مناطق الامطار القليلة (السهوب) ؛ طبقة الهوموس عميقة ، والكلس متجمع فيها بعمق للاسفل ، وهي حافظة للماء ، وخصبة جدا .

د ــ ترب مناطق الصيف القصير (التندرا) ؛ وهي ترب لاهوائية ، كمية الهوموس فيها قليلة ، وهي حامضية جدا .

ويتضح من الشرح المختصر السابق لنماذج الترب الرئيسية اهمية المناخ في بناء التربة وتطورها ، والشكل (١٥) يوضح ذلك ايضا .

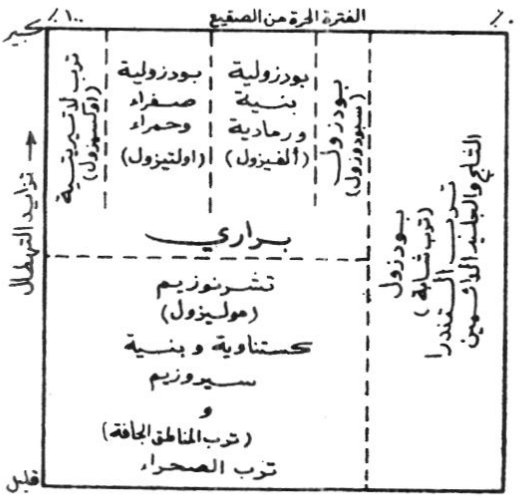
٢ ــ ٣ ــ الترب بين النطاقية Intra Zonal Soils ، والترب اللانطاقية Azonal Soils :

على الرغم من ان اعتماد الترب بين النطاقية على المناخ يكون محدودا جدا ، إلا أن العلاقة بين تلك الترب والمناخ تبدو واضحة في كثير من الاحيان . فالترب الملحية والقلوية (Halomorphic Soils) غالبا ما تتشكل في المناطق الجافة حيث يؤدي التبخر الشديد الى تبخير الماء السطحي وبقاء الاملاح التي تتزايد مع الزمن ، والناتجة إما عن تحلل الصخور الرسوبية الحاوية على الاملاح ، أو من تصاعد الاملاح مع الماء الشعري من تحت السطح ،أو من ري التربة بماء يحتوي على الاملاح . وتتصف الترب الملحية والقلوية بعدم صلاحيتها للزراعة ما لم يتم غسل املاحها . ومن الترب بين النطاقية التي يظهر بين تشكلها والمناخ علاقة واضحة هي الترب المائية التي هي خاصية مميزة لمناطق التصريف الفقيرة كالمستنقعات التي توجد حيثما يتجمع ماء المطر المنساب فوق المرتفعات تجاه المنخفضات والماء المترشح من الاراضي المجاورة ليشكل في تلك المناطق المائية تربا غدقة . وفي هذه الترب نجد أن التضاريس تلعب دورا بارزا.

اما الترب اللانطاقية ، فهي تلك الترب التي لم يتوفر لها الوقت الكافي لتطور آفاقها ، وبالتالي لايمكن تحديد تلك الآفاق . لذا فمن النادر أن يلاحظ وجود علاقة بين تلك الترب وبين الاحوال المناخية ، على الرغم من أن ترب كالريجو سول ، وايضا اللوس تتواجد في مناطق معينة دون سواها . فتربة اللوس تتشكل بفعل انتقال جزيئات التربة من منطقة الى اخرى بواسطة الرياح حيث يتم ترسيب تلك الجزيئات المنقولة حالما يهطل المطر ، وبالتالي تكون منطقة الترسب بعيدة عن المصدر المنقول منه. ايضا فان الترب اللحقية (الطمية) التي تتشكل على طول أسرة الانهار هي من الترب اللانطاقية ، ويحدد امتداد هذه الترب وعمقها ؛ كمية الماء الجاري ، وسرعة تدفقه، وتبدل أحواله بين الشح والفيضان ، والتي ترتبط نفسها بالدورة المائية .

ـ التربة والمناخ وقارة افتراضية :

نظرا الى اعتماد التربة على المناخ ، وخاصة درجة الحرارة ـ اثناء الفترة الحرة من الصقيع ـ والامطار ، والذي يبرزهما معا ما يعرف باسم فاعلية التهطال ، فانه من الممكن وضع شكل بياني يوضح التربة عن طريق المناخ ـ شكل (١٥) ـ . ومن



شكل (١٥)

علاقة التربة بالعناصر المناخية

العلاقة الموجودة بين المناخ والتربة فمن الممكن ببساطة نقل هذا النموذج من التربة الى المناخ المؤثر ، وذلك على قارة افتراضية .

وفي الختام يجب ان نتذكر أن هذا الفصل يهتم بمعالجة دور المناخ في تشكل التربة ، إلا انه اذا كان المناخ يلعب دورا هاما في بناء التربة فهو ايضا عامل هدم وتخريب للتربة . وتخريبه يكون من خلال انجراف التربة . والتربة هي اكثر معالم سطح الارض قابلية للانجراف (التعرية) . ويلعب المناخ الدور الاكبر في تحديد حجم المادة المنجرفة واهميتها ، ويبرز ذلك عندما يتم القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي تماما. وهناك ثلاثة اشكال للانجراف مرتبطة بالمناخ ، وهي :

أ ـ الانجراف الريحي ؛ حيث تقوم الرياح بجرف الجزء العلوي الخصب من التربة ونقله بعيدا .

ب ـ الانجراف الصفيحي (انزلاق التربة) Sheet Erosion ؛ حيثما تكون الامطار غزيرة فان التربة تنجرف بعيدا تحت تأثير الجاذبية .

ج ـ الانجراف الاخدودي (الاتلامي)؛ إذ ان التضاريس المحلية، واحيانا الطرق المتبعة في الزراعة ـ من حراثة بالدرجة الاولى ـ تؤدي الى تركيز الماء في اخاديد بعد عاصفة مطرية ، مما يسبب في جرف التربة والصخور بعيدا ، ولربما ادى ذلك الى تخريب الاراضي المجاورة .

الفصـــل الثـــاني

المنـــاخ والنبـــات

ـ اهميـــة المنـــاخ بالنسبة للنبـــات :

ليس الغرض من هذا الفصل مناقشة نشوء عالم النبات أو حتى محاولة ســرد ذلــك ، وانما الغرض هو البحث عن العوامل المختلفة التي أدت الى تطـور المجتمــع النباتي ، واختلاف التجمعات النباتية بين منطقة وأخرى . ولا بد هنا من تبيان الدور الذي يلعبه المناخ في تحديد نموذج النبات الذي ينمو في منطقة معينــة دون سواها . وفي الفصل السابق أوضحنا كيف أن نموذج التربة كان الى درجة كبيرة من فعل المناخ والنبات ، وفي هذا الفصل سنحاول توضيح العلاقة القائمة بين النبات والمناخ والتربة. ذلك انه إذا كانت التربة تمد النبات بالمواد المغذية ، فان المناخ يحــدد شكل النبــات السائد ونوعه ، وعنصرا المناخ الرئيسيين الحرارة والتهطال همــا الاكثر اهميــة في تأثيرهما على النباتات الطبيعية .

ومن الممكن تقسيم النباتات الى خمسة نماذج حسب درجة تطلبها للماء :

١ ــ النباتات المائيــة Hygrophytes ؛ هي تلك النباتات التي تعيش إما في المــاء او في المناخات الرطبة جدا .

٢ ــ النباتات الجــافة Xérophytes ؛ هي تلك النباتات المتكيفة مع ظــروف الجفــاف .

٣ ــ النباتات المعتدلة Mesophytes ؛ وهي نباتات تحتاج الى كمية معتدلــة من المــاء .

٤ ــ النباتات المتقلبــة Tropophytes ؛ وهي نباتات يمكنها أن تتكيف مع اي ظروف ، تتحمل الجفاف ، كما انها تتحمل وفرة المـاء .

٥ ـ النباتات الهوائيـة Epiphytes ؛ وهي نباتات تستمد حاجتها من الماء مـن رطوبة الهـواء . ولذا فانه من الضروري أن تكون الرطوبة النسبية مرتفعة كي تتمكن هذه النباتات من البقاء .

ولكي تتغلب النباتات الجافة على الجفاف وتلبي احتياجاتهـا من الماء فانهـا تستعمل إحدى الطرق الثلاث التاليـة ؛

أ ـ وجود لحاء شمعي سميك وأوراق صلبة ، بحيث تقل نسبة الفاقد مـن المـاء بالنتح .

ب ـ تخزين الماء ضمن انسجة النبات ، كما في نبات الصبار .

جـ ـ تغلغل الجذور باتجاه الاعماق نحو مواقع الرطوبة تحت الأرضية .

ويبدو ان معظم النباتات يتوقف نموها حال انخفاض درجة حرارة التربة الـى ما دون ٦° م . إذ أن درجات الحرارة المنخفضة جدا تجعل قدرة النبات على امتصاص المـاء قليلة ، وبالتالي فان النبات يعجز عن تعويض الكمية المفقودة منه بالنتح. كما أن درجات الحرارة المؤدية للتجمد يمكنها أن تؤذي خلايا النبات مسببة يباسه (جفافه) وحدوث تغيرات كيميائية فيه . اما درجات الحرارة المرتفعة فتؤدي الى تزايد كميـة المياه المنتوحة وفي حال عدم وجود مصدر دائم للماء يوفر للنبات احتياجاته ، فـان النبات سوف يذبل ، ومن ثم قد يتعرض للموت .

ـ المجموعات النباتية الكبرى ومدى توافقها مع المناخات السائدة :

ترتبط كثافة الغطاء النباتي ونوعيته أشد ارتباط بالظروف المناخية ، حتى لقد اعتبر البعض أن النبات هو المرآة الصادقة التي تنعكس من خلالها الاختلافات المناخية. فكل نموذج نباتي يسود في منطقة مناخية معينة ، فالاشجار صفة للمنـاخ الرطب ، بينما تقل الاشجار ويزداد نمو الحشائش كلما مال المناخ نحو الجفاف ، وفي المناخات الصحراوية تقل النباتات كثيرا إن لم تنعدم .

وتتمثل المجموعات النباتية الكبرى والتي تتوافق مع ظروف مناخية معينة ، فيمـا يـلي :

أ ـ الغابـات والاراضي الشجرية :

رغم كثرة التعريفات للغابة والاراضي الشجرية ، إلا أن التداخـلات الكثيرة في تلك التعريفـات والتي زادت من حدتها أنها باتت ضمن لغة الحديث اليومي للناس، ولذا فان الامر يتطلب تحديد ذلك بدقة ؛

ـ **فالغابـة ؛** هي بقع من الارض غير المزروعة والمغطاة بالاشجار بشكل كامـل تقريبا ، وغالبا ما تحتوي الغابة على أكثر من طبقة تاجية (مظلة) . أما **الارض الشجرية ؛** فهي أرض غطاؤها الرئيسي الاشجار ، إلا أن تيجان الاشجار أقـل تلامسا مما هـو الحال في الغابة . وغالبا ما يستعمل اصطلاح **الجونجيل** Jungle ؛ لوصف كتلة كثيفة من النبات (غابة مدارية موسمية مع وفرة في النباتات التي تنمو في أرضيتها)، وهي أرض غير مزروعـة .

وعلى الرغم من أن مناطق الغابات والاراضي الشجرية تدل على وجـود منـاخ رطب ، إلا ان فصلية التهطال واختلاف درجة الحرارة يجعل هناك اختلافات ما بـين تلك المناطق ، بحيث يمكن تمييز تسع نماذج مختلفة من الغابات والاراضي الشجرية:

١ ـ **الغابة الاستوائية الدائمة الخضـرة** Silva **(الغابة المطيرة** Rain faux) :

على الرغم من تسميتها بدائمة الخضرة فهذا لايعني أن أوراقها دائمة لاتتساقط أبدا ، فأوراقها تتبدل ، ولكنها تتجدد فور سقوطها ولا تتساقط الاوراق دفعة واحدة لان تساقطها ليس عائـدا لاسباب مناخية ، وهذا ما يجعلهـا تحـافظ على شكلهـا الاخضر باستمرار ، ولا شك ان كثافة أشجار الغابة يجعل أنواعها متباعدة عن بعضها، حيث يندر أن تتجمع الاشجار مع بعضها البعض . ومن أهم أشجار تلـك الغابـة ؛ الابنوس ، والمـاهوجني ، والمطـاط ، والليانـا (المتسلقـات الخشبيـة) بجـانب وفرة من النباتات الهوائية (الهوائيات) . ولقـد أثر الانسان عـلى التـوازن البيئي الطبيعي للغابة ، حيث قام باجتثاثها من بقاع متعددة ليزرع بدلا منها زراعات معيشية، كما استثمر جزءا من اشجارها ، وهذا ما مكن ضوء الشمس من النفاذ الى داخـل الغابة ناجما عن ذلك وفرة في النباتات التحتية ، محولا الغابة الأصلية في بعض الاماكن الى ما يعـرف بالجونجيـل . وفي الاماكـن التي اجتثت أشجارهـا نمت أشجـار

ضخمة وحيدة الفلقة كالموز ، والموز الافريقي ، والزنجبيل . ومع تزايد الارتفاع عن سطح البحر تأخذ الاشجار الصنوبرية بالظهور ، كما في أشجار الارز والعرعر .

٢ ـ الغابة شبه النفضية المدارية :

في مناطق التمايز المناخي الفصلي ، حيث تهطل الامطار في نصف السنة الصيفي ، ولكن مع وفرة في كميتها ، تسود غابة تعرف بالغابة الموسمية التي تسود فيها بعض الاشجار الدائمة الخضرة ، إلا أن الغالب عليها هي الاشجار النفضية ، ومن الاشجار النفضية السائدة يمكن ذكر أشجار الساج (التيك) . وفي افريقيا يناظر الغابة الموسمية الاراضي الشجرية الميومبو Miombo (Brachystegia , Isoberlinia) .

٣ ـ أراضي الاشجار الشوكية المدارية :

وتدعى هذه الاراضي خطأ بالغابة . وتوجد عادة في المناطق التي تطول فيها فترة الجفاف ، ومن أشجارها الآكاسيا (العائلة السنطية) بأنواعها المتعددة .

٤ ـ أراضي الاشجار الصلبة الاوراق Sclerophyllous Woodland :

والاشجار هنا من النوع الصلب ، وورقها قاس يقاوم الجفاف عن طريق التقليل من كمية المياه المنتوحة . وتسود تلك الاشجار في مناطق المناخ المتوسطي (مناخ البحر المتوسط) حيث فصل الصيف الجاف الطويل . وتتضمن اراضي الاشجار هذه على العديد من الصنوبريات ، وبعض النباتات ذات الفلقتين Dicotyledons الدائمة الخضرة ـ كالبلوط ـ ، والنخيل ، والعديد من الشجيرات ـ كالزعرور ، والرودوبندرون ، والغار ـ ، والاوكاليبتوس (كينيا في سوريا ، وكافور في مصر).

٥ ـ أراضي الاشجار المعتدلة مائيا Mesophytic Woodland :

وتتمثل في المناطق شبه المدارية التي تهطل فيها كميات معتدلة من الامطار على مدار السنة . ومن أشجار هذه المناطق ؛ النخيل ، وأشجار متساقطة الاوراق ، وبعض الصنوبريات ، والآكاسيا ، وأشجار السرخس . وفي هذه الاراضي تنمو أيضا أشجار المنغوليا والكاميليا .

٦ ـ **أراضي الاشجار المتقلبة** Tropophytic Woodland :

وتسود هنا الاشجار المتساقطة الاوراق ، التي تسقط أوراقها بسبب الانخفاض الحراري في فصل الشتاء ، وما أن يأتي الصيف حتى تظهر الاوراق يانعة خضراء. وهذا ما يشاهد في الاجزاء الغربية من القارات بالدرجة الاولى فيما بين خطي عرض ٤٠ ـ ٦٠° تقريبا ، حيث يكون التهطال تقريبا بشكل دائم والحرارة معتدلة صيفا ومنخفضة شتاء . ومن أهم أشجار هذه الاراضي ؛ الدردار ، والزان ، والفرغار ، والبلوط ، وأشجار الكستناء الحلوة . وفي بعض الاحيان تتداخل الاشجارالصنوبرية مع الاشجار المتساقطة الاوراق .

٧ ـ **الغابات الشمالية :**

وتتمثل بالاشجار الصنوبرية (المخروطيات) الدائمة الخضرة بالدرجة الاولى (صنوبر ، شربين ، تنوب فضي ، شوح ، ارز) مع نسبة قليلة من الاشجارالنفضية (زان ، رجاج ـ نوع من الحور ـ ، صفصاف ، حور) . وتتوافق تلك الاراضي الغابية مع المناخ ذو الشتاء البارد الطويل ، والصيف القصير الذي لايقل متوسط حرارة الشهر الحار فيه عن ١٠°م ، وذلك فيما بين خطي عرض ٥٠ ـ ٧٠° تقريبا . وعند الحواف الشمالية المجاورة لاراضي التندرا تمر أوراق الاشجار وجذوعها بمرحلة ركود واضحة أثناء الشتاء .

٨ ـ **الغابة الجبلية :**

وتوجد بصورة رئيسية في المرتفعات المدارية وشبه المدارية ، حيث تهطل الامطار طوال السنة . وتدعى هذه الغابة أحيانا باسم غابة السحب Cloud forest وتتضمن عددا كبيرا من الهوائيات، والاشنيات، والمعترشات (المتسلقات)، والاشجار السرخسية. كما نجد من ضمنها غابات الخيزران .

٩ ـ **غابات الماء :**

وتظهر في المناطق المستنقعية ، كما في مستنقعات المانفروف في المناطق المدارية، ومستنقعات السرو bald Cyress في المناطق شبه المدارية .

ب ـ الاراضي الشجيريـة Shurbland ، والحشائش Grassland :

الشجيرات أو الادغال هي نباتات خشبية منخفضة قليلا ، لها جذع صغير وقد تكون دون جذع . أما الحشائش فهي أية نباتات تنتمي الى العائلة النجيلية احاديـة الفلقة ، وبذا نجدها تتضمن القمح والحبوب الاخرى ، والخيزران ، وقصب السكر، وأنواع أخرى .

ويستعمل اصطلاح اراضي حشائشية للدلالة على منطقة تسود فيها حشائش عشبية خلال فترة من السنة لاتقل عن بضعة أشهر .

ومن الممكن تمييز سبعة نماذج من الاراضي الشجيرية والحشائشية ؛

١ ـ الحشائش المـدارية :

وتتمثل في السافانا الافريقية ، واراضي اللانوس والكامبوس في امريكاالجنوبية، حيث الشتاء الجاف ، والصيف الممطر الذي تنمو فيه الحشائش الطويلة جدا(حشيشة الفيـل) وبعض الاشجار ؛ كالآكاسيا (السنط) ، والباؤباب (التبلدي) .

٢ ـ الحشائش المعتدلة :

وتعرف بالبراري ، ويكون الغطاء الحشائشي فيها متوسط الطول ، وتسود في مناطق المناخ المعتدل .

٣ ـ حشائش المراعي المعتدلة Temperat grazing grassland **(نموذج معتدل** meadoW type) :

وتختلف هذه الحشائش عن البراري ، في انها تنمو في المناطق التي تهطل فيهـا امطار منتظمة الى حد ما وبشكل ملائم ، وهذه الحشائش تتراوح بين كونها قصيرة الى متوسطة الطول . وحيثما تنمو تلك الحشائش في المناطق التي تتراوح امطارهـا السنوية بين ٥٠٠ ـ ٧٥٠مم توجد أفضل أراضي الرعي في العالم .

٤ ـ الحشائش المعتدلة الباردة :

حيث تكون كمية الامطار أقل من النموذج السابق ، تنمو حشائش قصـيرة في

مناطق السهب ، حتى لنجد أن اصطلاح « سهب » يشير الى تلك الحشائش(حشائش بوفالو ، وغراما) . والامطار تهطل في فصل الصيف ، وبكميات تقل عن ٥٠٠مم سنويا .

٥ ـ المروج والحشائش المعتدلة المائلة للبرودة :

وهي أراض فقيرة بالنباتات ، حيث تكون الارض مكشوفة ، كما أن التربةفي هذه الاراضي فقيرة . ويمكن أن يتواجد فيها بعض الشجيرات من العائلة الخلنجية Ericaceous؛ كالخلنج ، والبقلة Ling ، والعنبية bilberry ، والسرخسيات. وفي الاماكن التي يكون فيها التصريف رديئا تتشكل ظروف مستنعية ، اما في حال كون التصريف جيدا ، والرطوبة متوفرة ، والتربة دافئة وخصبة فان الارض عندها تغطى بمروج البية أو جبلية غزيرة وخصبة .

٦ ـ الشجيرات الجبلية :

وتتمثل في حزام من الخلنجيات Ericaceous ، وتكثر نباتات اللوبيليا ، والبابونج Grounsels في المرتفعات المدارية .

٧ ـ اراضي الادغال Scrubland :

وتعرف ايضا باسم الاحراش . وهي عبارة عن أراض مغطاة بغطاء نباتي كثيف من الشجيرات الدائمة الخضرة المحدودة الارتفاع والمختلطة أحيانا مع الاشجار . وفي مناطق هذه النباتات اما أن تكون الامطار قليلة الى حد ما أو أن تكون التربة فقيرة ، والمنطقة النموذجية لسيادة تلك النباتات تتمثل في الاجزاء شبه الجافة من العالم على حافة الصحاري الحارة ، والامثلة عنها ؛ الشابارال ، والماكي ، وشجيرات المالي. وتشبه تلك الاراضي الاحراش والايكات في المناطق المدارية ، والتي تكون أحيانا كثيفة بحيث يصعب على الانسان اختراقها .

ج ـ الصحاري :

على الرغم من ان الصحاري تحتل مساحة تقدر بحوالي ٢٠٪ من مساحةيابس الارض ، إلا أن نسبة بسيطة منها تكون عارية جرداء تماما . واذا كانت النباتات قليلة جدا في مناطق الصحاري ، إلا أن هذا يتوافق مع حالة الجفاف التي تسيطر فيتلك

المناطق . واذا كان البعض يحدد المنـاخ الصحراوي بخط المطر السنوي ٢٥٠مم، الا أن درجة الحرارة قد تغير من فاعلية هذه القيمة من الامطار، ذلك أن الجفاف لا يرتبط فقط بالامطار، بل تلعب درجة الحرارة دورا في تحديد فاعلية الامطـار الهاطلة . ومهما كـان فـان الاراضي الصحراوية تتصف بجدبها وبعدم ملاءمة الظروف المناخيـة لقيـام حيـاة نباتيـة طبيعيـة .

ويمكن تقسيم الاراضي الصحراوية الى أربعة اقسام حسب النباتات المتمثلة فيهـا :

١ ـ **شجيرات وحشائش الصحاري** : أراضي تسود فيهـا شجيرات جافـة مع بعض الحشائش ، وتوجد فيها فسحات كبيرة عارية من أي نبات .

٢ ـ **شجيرات صحراوية** : اراضي شجيرية نموها محدود جـدا وجافـة ، والشجيرات خشبية ، ذات أوراق عريضة متساقطة ، وتكثر فيها الفسحات العارية اكثر من النوع الاول .

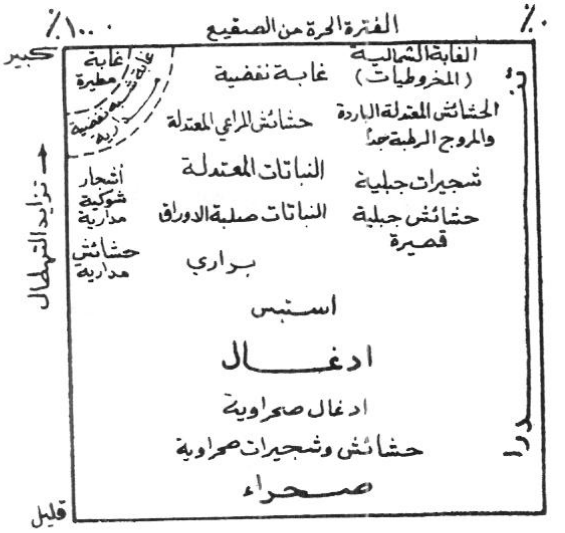
٣ ـ **صحـراء** : ارض عارية تماما من أي نبات .

٤ ـ **التنـدرا** : في مناطق الصيف القصير التي لاترتفع فيها درجة حـرارة اكثر الشهور حرارة في السنة عن ١٠°م ، وحيث تخلو الارض من الثلج لفترة صيفيـة تكفي لنمو نباتات التندرا ، نجـد الغطـاء النباتي متمثلا في نباتات قليلة الارتفـاع ، كالطحالب والاشنيات مع بعض النباتات المزهرة . وتأخـذ الارض في الصيف صفـة مستنقعية . ومثيل أراضي التندرا يشاهد في أراضي الباراموس في المرتفعات المدارية فوق خط الشجر وتحت خط الثلج الدائم .

ـ المنـاخ والنبات ، وقارة افتراضية :

من الواضح ان المناخ يلعب دورا بارزا في تحديد الفلورا في أي منطقـة كانت . وعندما يصبح المركب النباتي مستقرا (متوازنا مع المناخ) يشار اليه عندها بنبـات الاوج المنـاخي (الكليماكس) . وتدعى تلك النتائـج النهائية مـن التطور بالبيومس Biomes ، كما وتعرف المناطق الانتقالية بين البيومس بالايكوتونيس Ecotones .

وبسبب اعتماد النبات على عنصري المناخ الرئيسيين ، التهطال والحرارة ، فقد استخدم هذان العنصران في وضع مخطط بياني يظهر العلاقة القائمة بين النبات والمناخ – شكل (١٦) – . ورغم ان هذه العلاقة ليست مطلقة ، إلا انه بمقدورهـا أن تعطي تبسيطا لتوزع النباتات على قارة افتراضية .



شكل (١٦)

علاقة النبات بالعناصر المناخيـة

الفصل الثالث

المنـاخ والميـــاه

مما لاشك فيه ان الميـاه من اهم مكونات الوسط الطبيعي ، ما كان منها ظاهرا فوق سطح الارض ومستترا تحته . فبالاضافة الى اهميتها في تشكيل مظاهرالسطح فان الترابط بين وجود حياة نباتية طبيعية وبين الماء ترابطا وثيقا جدا ، حيث لاحياة نباتية دون مياه . والانسان ليس أقل من النبات في احتياجه للماء ، فهي ايضا عماد وجوده ، فهو قد يستطيع العيش أياما عديدة دون طعام ولكنه يتعذر عليـه العيش بضعة أيام دون مـاء . وتؤثر الميـاه بشكل غير مباشر على الانسان كونهـا الاساس لوجود بقية الكائنات الحية ، نباتية وحيوانية ، والتي هي عماد غذائه .

واذا كان علم الهيدرولوجيا يركز على دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائيـة للمـاء ، فانه يهتم أيضا بمعالجة اشكال المياه المتمثلة فوق السطح وتحته ، وحركات هذه الميـاه ، والتغيرات التي تطرأ على هذه الحركات وما ينجم عنها من آثار . ولذا كان الجانب التطبيقي لعلم الهيدرولوجيا يتمثل في عملية ضبط الفيضانات ، وتخزين الميـاه ، والري ، واستغلال الطاقة الكهربائية .

واذا كان علم الهيدرولوجيا يتطور كعلم مستقل ، فان التصاقه بعلـم المنـاخ التصاقا غير قابل للانفصال ، ذلك ان المياه الارضية (مياه اليابسة والمحيطات) هـي الشكل المرئي والمحسوس على سطح الارض للماء الجوي ، كما ان الماء الارضي هـو مصدر الماء الجوي، ولذا فان الصلة بين هذين العلمين لايمكن أن تحددها هذه السطور القليلة .

ـ مصدر الميـاه الارضية :

يعتبر التهطال بكافة اشكاله المصدر الرئيسي لمختلف الاشكال المائية المتمثلة على

سطح الارض وتحته . وماء سطح اليابسة هو محصلة للمياه الواردة من السماء عن طريق التهطال ، والمياه المفقودة من الارض والمتمثلة بالكميات المتبخرة من سطح التربة والنبات وتلك التي تجري باتجاه البحار والبحيرات والمحيطات عبر المجاري النهرية، وما يتسرب ضمن فراغات التربة الى الاعماق .

ويمكن ان يتم التهطال بالاشكال التالية :

١ ـ الضباب ؛ وهو عبارة عن غيوم مستوى قاعدتها عند سطح الارض ، وتتركب من تجمع مرئي لقطرات دقيقة من الماء المعلقة في الجو .

٢ ـ الضباب الدخاني Smog ؛ وهو عبارة عن ضباب مليء بالملوثات الصناعية .

٣ ـ الرذاذ ؛ وهو عبارة عن تهطال مائي بشكل قطرات دقيقة وقريبة جدا من بعضها . والمتعارف عليه ان التهطال بشكل رذاذ يتم عندما يكون قطر القطيرات أقل من٥ر. ميلليمتر ، وتكون كمية الماء التي يعطيها الرذاذ وافرة في بعض الاحيان حيث تصل الى ١ ميلليمتر لكل ساعة .

٤ ـ المطر ؛ تهطال سائل على شكل قطرات من الماء قطرها أكبر من قطر قطرات الرذاذ (أكبر من ٥ر. ميلليمتر) .

٥ ـ الندى ؛ عبارة عن تكاثف لجزيئات الماء على الاجسام الموجودة عند سطح الارض أو بالقرب منه .

٦ ـ المطر نصف المتجمد Sleet ؛ وهو عبارة عن تهطال خليط من المطر والثلج واحيانا يدخل فيه شظايا جليد .

٧ ـ حبات الجليد ؛ وهي تهطال بشكل كرات صغيرة شفافة من الجليد ، قطرها أقل من ٥ مم . وتأخذ شكلا كرويا أو غير منتظما ونادرا ما تكون مخروطية .

٨ ـ البرد ؛ عبارة عن حبات من الجليد ، يتراوح قطرها بين ٥ ـ ٥٠مم ، ويصل أحيانا الى أكثر من ذلك . وتنتج من الغيوم ذات النمو الشاقولي، خاصة غيوم الركام المزني (كومولونيمبوس) .

٩ ـ الثلج ؛ عبارة عن بلورات بيضاء شفافة من الجليد ، عادة ما تتخذ شكلا نجميا . وأحيانا تذوب بعض بلورات الثلج قبل وصولها الى سطح الارض، بحيث يأخذ التهطال شكل مزيج من الثلج والمطر (Sleet) .

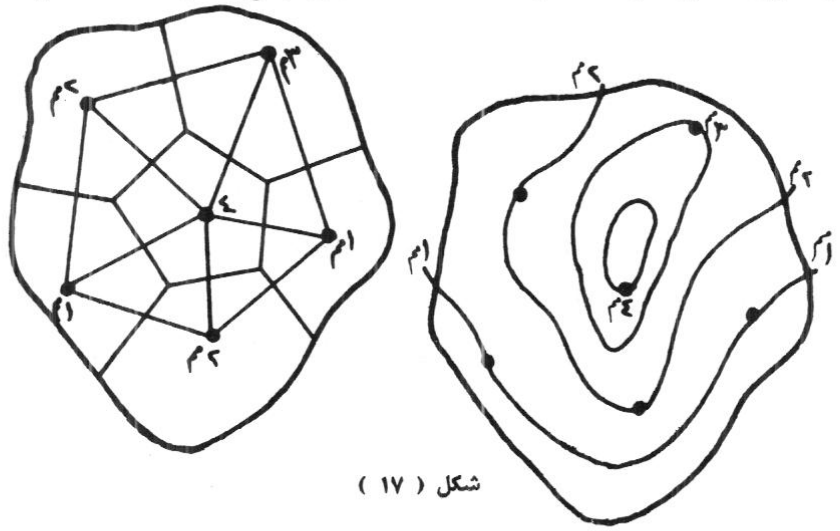
١٠ ـ الفيرجـا Virga ؛ قطرات من الماء أو قطع من الجليد تساقطت من الغيمـة ولكنها تبخرت قبل أن تتمكن من الوصول الى سطح الارض .

ويعتبر التهطال المطري أهم أشكال التهطال على سطح الارض ، ذلك ان معظـم مناطق الارض يكون فيها التهطال مطريا ، باستثناء العروض العليا حيث يغلب عليها التهطال الثلجي . وسواء كان التهطال مطريا أو ثلجيا ، فان الاهمية الهيدرولوجيـة لكل منهما تتمثل في دوره في تغذية المياه السطحية والجوفية . فاذا كانت الثلوج بمكوثها الطويل فوق سطح الارض تساهم في تغذية المياه الجوفية كونها تتيح الفرصة للتسرب البطيء عبر فراغات التربة ، إلا أن دورها أيضا في الجريان السطحي كبير جدا ، اذ ما ان ترتفع درجة الحرارة ويبدأ الثلج المتراكم بالذوبان حتى تبدأ مواسم بداية فيضانات تلك الانهار ، وأكثر الانهار الواقعة في العروض العليـا تتلقى معظم تغذيتها المائية من ذوبان الثلوج . وتشير التقديرات الى أن كل ١٠ سم من سماكة الثلج تعطي قرابة ١ سم من المـاء . وأشكال التهطال السائل المختلفة تحدد كميـة المتسرب والجـاري على السطـح ، فالتهطال على شكل رذاذ معظمـه يتسرب عبر السطـح أو يتبخـر الـى الجـو ، في حين انه كلما اشتدت غزارة التهطال وكبرت حجم قطراته كلما كان أكثر فعالية في الجريان السطحي ، ولذا فانه كلما انحصرت الكمية المطرية الكبرى في فترة قصيرة كلما كانت أكثر أهميـة بالنسبة للهيدرولوجيين . ومايهطل في فترة ٢٤ ساعة أو دون ذلك ذو أهمية أكثر من تلك الكمية التي تهطل في شهر أو في سنة ، غير ان الاهمية الدائمة لاتتحدد بالفترات القصيرة ، لان الجزء المتسرب ضمن فراغات التربة له الدور الاكبر في تغذية المياه السطحية ، رغم الارتباط ما بين الماء تحت السطحي والظـروف المناخية من تهطال وحرارة .

والتهطال الذي يصل سطح الارض يقاس كعمق معين من الماء ، بواسطة مقياس هطول المطر ، ويوصف الهطول أحيانا على أنه خفيف أو متوسط أو شديد ، وفي هذا

إشارة الى عدد وحجم قطرات الماء التي تسقط على سطح الارض في فترة زمنية معينة، وقد يكون التهطال مستمرا لفترة قد تزيد عن ٢٤ ساعة وقد يكون متقطعا . وفي المناطق التي لاتتوفر فيها شبكة كثيفة من المحطات المطرية الا أن التهطال فوقها يتصف بتجانسه ، لذا فانه من الممكن معرفة الحالة المطرية لكافة أجزاء هذه المنطقة أو تلك من خلال القياسات التي تعطيها أجهزة المطر في أماكن تواجدها ، وبهذا يمكن ادراك العلاقة القائمة ما بين الجريان السطحي للمياه وقيم التهطال الحاصلة . أما في المناطق التي تتصف أمطارها بخلل في توزيعها لاسباب جغرافية عدة ، فانه من الضروري عندئذ توفر شبكة كثيفة من محطات الرصد المطري حتى يمكن معرفة كمية الهطول الحقيقية في مجمل أجزاء المنطقة . إلا أنه لسوء الحظ فان معظم مناطق العالم لاتتوفر فيها شبكات كثيفة من المحطات ، وبالتالي فان على الهيدرولوجيين أن يعتمدوا على التقديرات انطلاقا من احدى الطريقتين التاليتين ؛

آ ـ طريقة خطوط المطر المتساوية ؛ حيث تحسب كمية المطر في المساحة المحصورة بين خطي مطر ـ شكل (١٧ ـ أ) ـ ومن جمع الكميات الهاطلة في محمل



شكل (١٧)

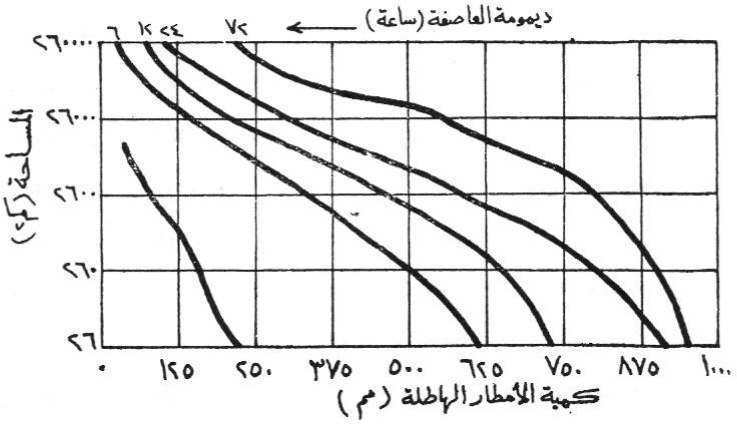
أ ـ طريقة خطوط المطر المتساوية ب ـ طريقة ثيسن

طريقة خطوط المطر المتساوية ، وثيسن لحساب كميات المطر الهاطلة في منطقة ما

المساحات المحصورة بين الخطوط المطرية المتساوية ، وقسمة ذلك المجموع على مجمل المساحة يتم الحصول على معدل كمية التهطال في وحدة المساحة .

ب ـ باستخدام طريقة ثيسن Thiessen ؛ والمعتمدة على الاشكال الهندسية المختلفة ، حيث ترسم عدة أشكال هندسية للمنطقة موضع الدراسة ، بحيث يكون في وسط كل شكل مقياس مطر ـ شكل (١٧ ـ ب) ـ . وبحساب مساحة كل الاشكال الهندسية ومعرفة نسبتها المئوية من المساحة العامة للمنطقة ، يمكن عندها حساب المعدل العام للتهطال ، وذلك بجمع كميات الامطار المعدلة وفقا لنسب المساحة (بضرب كمية المطر للمقياس بالنسبة المئوية للمساحة التي يمثلها المقياس يتم الحصول على الكمية المعدلة لهذه المساحة ، وهكذا يتم الحصول على الكميات الاخرى للمساحات الاخرى ، ومجموع الكميات تمثل معدل الامطار العام للمنطقة) .

ان غزارة الامطار أو شدتها Intensity of Rainfall ذات أهمية بالنسبة للهيدروجين كما ذكرنا سابقا ،لتأثيرها على الجريان السطحي من جهة ، ولاهميتها في دراسة الموازنة المائية في منطقة ما من جهة أخرى . وشدة الامطار هي المقياس لكمية التهطال في فترة زمنية معينة قد تكون ساعة. ومن المهم دراسة احتمالات تكرار حدوث كميات مطر معينة وديمومتها ، وما يمكن ان ينجم عن ذلك . ومن الممكن تمثيل المعلومات الخاصة بشدة المطر أثناء العواصف المطرية في شكل بياني تتضح فيه الكميات الهاطلة في فترات زمنية معينة والامتداد المساحي للعاصفة المطرية ـ شكل (١٨) ـ .



شكل (١٨)

الامتداد المساحي لعاصفة مطرية (في الولايات المتحدة)

ـ طرق خسارة الماء على سطح الارض :

ان كمية المياه الهاطلة بالصور التي ذكرناها سابقا تتعرض لعمليات عدة تحدد نسبة الافادة منها في المجال الزراعي . فجزء من المياه الهاطلة يعود الجو مرة ثانية بالتبخر من التربة والنتح من النبات ، وجزء آخر يتسرب ضمن فراغات التربة السطحية ليشكل مخزونا مؤقتا ضمن التربة السطحية ، أو يتسرب الى الاسفل منجذبا بتأثير الجاذبية الارضية ليشكل مخزون الماء الجوفي ، أما الجزء المتبقي فهو الذي يجري فوق السطح على شكل مجار تذهب بالمياه الى المحيطات والبحار أوتتجمع في الحفر والبحيرات الداخلية .

ا ـ التبخر : كنا ذكرنا سابقا بأن الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الارض تقوم بتبخير جزء من ماء التربة والنبات ، والمسطحات المائية ، ذلك الماء المتبخر ينطلق بحالته الغازية نحو الجو ليشكل ما يعرف بالرطوبة الجوية مصدر التهطال . وتعتمد كمية المياه المتبخرة من الاجسام المختلفة على فارق ضغط بخار الماء فوق هذا الجسم والهواء ، كما وتتعلق بسرعة الرياح. ففي العروض الوسطى المرتفعة فان ضغط البخار يختلف بشكل كبير من فصل الى آخر ، فعند بحيرة ميتشغان حيث درجة الحرارة تتراوح بين الصفر الى ٢٣° م ، فان ضغط البخار فوق الماء يتراوح بين ٦ ـ ٢٨ مليبار ، واذا ما كان ضغط بخار الماء في الهواء يتراوح بين ٣ ـ ١٥ مليبار فمعنى ذلك أن فارق ضغط بخار الماء بين الماء والهواء يتراوح بين ٣ ـ ١٣ مليبار ، وعليه فان التبخر يكون أنشط في الفصل الاكثر تفاوتا في قيمة ضغط البخار بين الهواء والسطح . اذ انه كلما كان ضغط بخار الماء في الهواء أقل من ضغط بخار الماء فوق سطح الماء فان التبخر حاصل ، الى أن يتساوى الضغطان مع بعضهما فعندها يتوقف التبخر حيث يصبح الهواء مشبعا ببخار الماء . وعندما تتجمد مياه البحار والانهار فان التبخر سوف يتوقف تقريبا . كما أن النتح من النبات يختلف من فصل الى آخر، فهو يتوقف في فترة ركود النبات الشتوية ، لكن كمية النتح تقترب من معدل التبخر من الماء في الصيف . ولقد عرف ثورنثويت Thornthwaite الطاقة القصوى للنتح من النباتات والتبخر من الاجسام المائية والتربة باسم طاقة التبخر النتح Potential Evapotranspiration

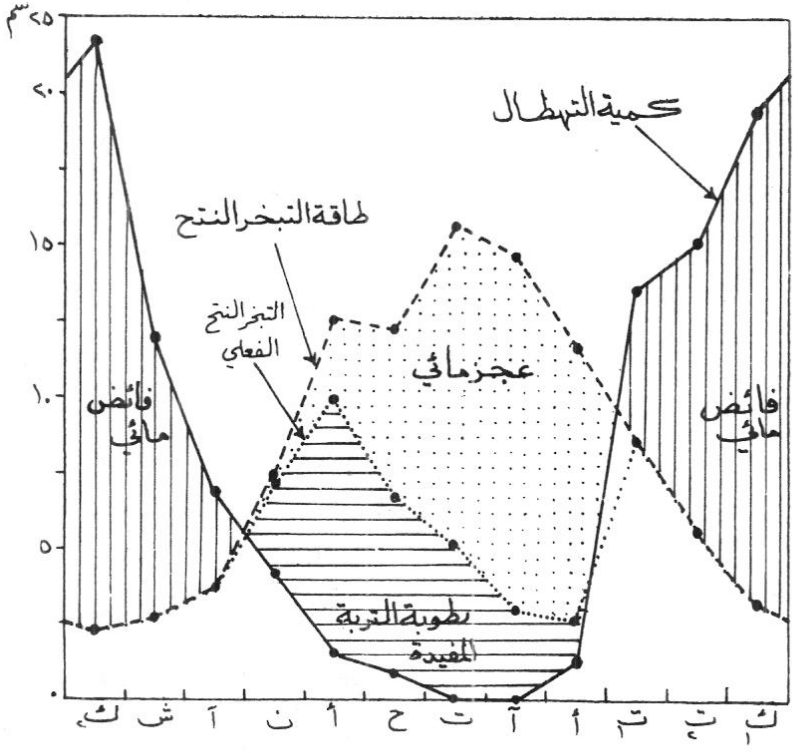
وهـذا اصطـلاح يشير الى الكميـة القصـوى من المـاء الممكن ان تتبخر مـن التربة وتنتج مـن النبـات فيمـا لـو وجـد غطـاء نبـاتي أخضـر ومـورد ماء دائم يمد التربة باستمرار ، وهذا المقدار الافتراضي لما يفقد من التربة والنبات هو في الواقـع مقدار الماء اللازم لمنطقة ماكي لايكون المناخ فيها جافا . ومن الواجب التمييز ما بـين التبخر النتح الفعلي Actual Evapotranspiration وطاقة التبخر النتح ، حيث ان التبخر النتح الفعلي قيمة حقيقية تتم في الظروف العادية لمنطقة ما ويمكن قياسهـا، بينما طاقة التبخر النتح قيمة نظرية ومثالية ـ مثال ؛ التبخر النتح الفعلي يكون قليلا جدا في منطقة صحراوية حارة ، غير ان طاقة التبخر النتح تكون كبيرة جدا لانها تقدر على أساس وجود فيضا مائيا في هذه المنطقة ـ . ويمكن أن يتحدد الفائض المائي والعجز المائي من مقارنة كمية الامطار الهاطلة مع طاقة التبخر النتح والتبخر النتح الفعلي . فاذا كانت كمية الامطار أكبر من طاقة التبخر النتح فان هناك فيضا مائيـا وجريانـا سطحيا . بينما اذا كانت طاقة التبخر النتح أكبر من كمية التبخر النتح الفعلية فعندئذ يكون هناك عجز مائي ـ شكل (١٩) ـ .

ب ـ الجريان السطحي والجوفي : ان كمية المياه المتمثلة فـوق سطح اليابسة بحالتها السائلة لاتتعدى ٢ر٥ ٪ من ماء الكرة الارضية . وهذا المـاء يتواجد فـوق السطح متخذا شكل أنهار وبحيرات ، أو تحت السطح مشكلا ماء التربة والماء الجوفي. وتعادل مياه الانهار قرابة ١ر٧ × ٢١٠ كم٣ (١٠٠٠ر٠ مـن مـاء الكرة الارضية) . وتعتمد كمية المياه السطحية المتدفقة عبر المجاري المائية على كمية التهطال في قطاعات المجرى المختلفة ، وعلى نفاذية التربة ؛

معدل الماء الجاري فوق السطح = معدل التهطال ـ معدل التسرب .

فاذا كان معدل التسرب ثابتا وهو بحدود ١ سم/ساعة ، ومعدل الامطار الهاطلة ٢ سم/ساعة، فان معدل الجريان السطحي الناتج يعادل ١ سم/ساعة ، مستثنى مـن ذلك كمية الضياع بالتبخر .

وبصورة عامة كلما ازدادت غزارة الامطار كلما ازدادت نسبة الماء الجاري وقلت نسبة المتسرب . وتظهر أهمية المناخ في الجريان المائي من كون التغذية المائية للانهار



شكل (١٩)

الموازنة المائيـة في طرطوس (سوريا) حسب علاقة ثورنثويت .

المعطيـات مأخوذة عـن :

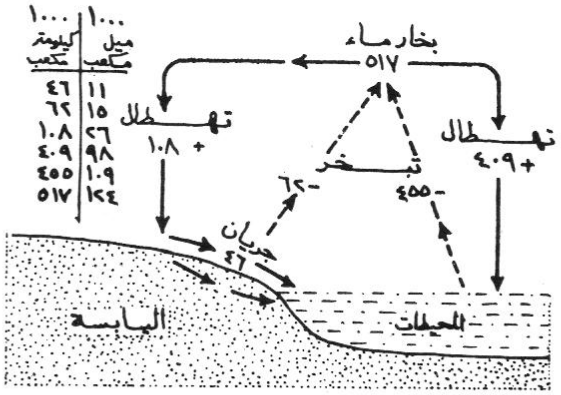
(Thornthwaite, L.W, Mather. J. R and Carter, D.B, 1955)

تستمد بشكل مباشر أو غير مباشر من التهطال ، فالمخزون المائي تحت السطح يشكل مصدرا رئيسيا من مصادر التغذية الذي تظهر اهميتـه في الفترات الجافـة ، حيث تتلقى الانهار الدائمة الجريان تغذيتها من ذاك المخزون والذي يتأثر بلا شك بالتهطال. وتظهر اهمية التهطال مباشرة من تغير مناسيب الانهار ما بين فترات المطر والجفاف، إلا أن الانهار التي تتلقى تغذيتها من الثلوج الذاتية تكثر كميات المياه فيها عقب فترة التهطال حيث ترتفع الحرارة ويبدأ ذوبان الثلوج . وتتأثر كمية المياه المتصرفة في النهر بدرجات حرارة المناطق التي يعبرها خاصة اذا كانت تلك المناطق جافة .

ان المتسرب من المياه الى ما تحت السطح يشكل ما يعرف باسم الماء الجوفي – بما في ذلك ماء التربة باعتباره ماءا تحت سطحي رغم ارتباطه المباشر بالمناخ – . ويكون جزء من هذا الماء خاضعا مباشرة للتأثيرات المناخية ، وجزء آخر يكون تأثره غير مباشر وهو ما يقع تحت قاعدة الماء الجوفي Water table ، وهذا الماء يمكن أن يظهر جزء منه على شكل ينابيع تغذي الانهار ، غير أنه يستثمر بشكل مباشر من قبل الانسان بواسطة الآبار التي يحفرها ، وهذا هو المخزون الحقيقي للمياه الارضية . ولا تشغل المياه الجوفية أكثر من ٧١٥٠ × ٣١٠ كم٣ من الماء ، وهذا ما يعادل ٥١٦٨ر٠ ٪ من مجمل ماء الارض .

– الدورة المائيـة :

ان الدورة المائية العامة تعطي صورة مكبرة لما يجري في الطبيعة من انتقال للماء من الارض الى الجو والعكس . والشكل التالي (٢٠) يمثل دورة الماء في الطبيعة.



شكل (٢٠)

الدورة المائية العامة

ان التهطال يتوزع بشكل غير متساو بين اليابسة والمحيطات ، فاليابسة تتلقى سنويا قرابة ١٨٠ الف كم٣ ، بينما تتلقى المحيطات حوالي ٤٠٩ الف كم٣ . ويمكن ذكر أن كمية مقدارها ٤٦ الف كم٣ مما يتلقاه سطح اليابسة تفقد بواسطة التبخر ، وهكذا يوجد فائض مائي ، إما أن يجري فوق السطح أو يتسرب عبر فراغات السطح ليشكل الماء تحت السطحي . وتحدد الموازنة المائية لأي منطقة بالعلاقة التالية :

$$P = E + G + R$$

حيث

P = التهطـال

E = التبخـر

G = المتسرب ضمن التربة نحو الاعماق .

R = الجريـان السطحي .

ويكن أن يهمل العنصر G كون كميات المياه المخزونة في الجو أو في اليابسـة والمحيطات تبقى ثابتة نسبيا من سنة الى اخرى .

ومن ثم فان العلاقة تبسط الى الشكل التالي :

$$P = E + R$$

وباستعمال هذه العلاقة بالنسبة لليابسة نجد أن ؛

$$١٠٨٠٠٠ = ٦٢٠٠٠ + ٤٦٠٠٠$$

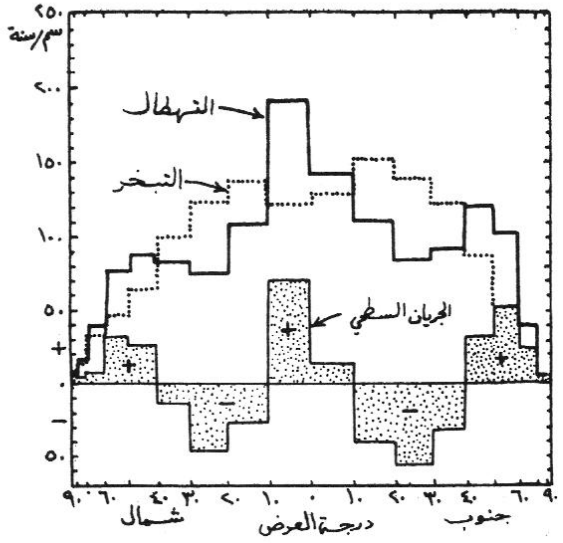
أما بالنسبة للمحيطات ؛

$$٤٠٩٠٠٠ = ٤٥٥٠٠٠ - ٤٦٠٠٠$$

وبالنسبة لكامل الكرة الارضية ؛

$$١٠٨٠٠٠ + ٤٠٩٠٠٠ = ٦٢٠٠٠ + ٤٥٥٠٠٠$$

ومن خلال حسابات مكتب الطقس في الولايات المتحدة لفترات طويلة ، وجـد أن معدل كمية المطر السنوية الهاطلة فوق يابس الولايات المتحـدة يقـارب ٦٥ سم بجانب قرابة ١٠ سم من الثلج سنويا . ومن هذه الكمية (٧٥ سم) فان ٥٤ سم تفقد عن طريق التبخر والنتح ، بينما الـ ٢١ سم الباقية تفقد عن طريق الجريان السطحي وتحت السطحي . وفي أية فترة زمنية فان الجو يكون محتويا على قرابة ٢ر٥ سم من الماء القابل للهطول ، وبهذه الصورة تتم الدورة المائية في الولايات المتحـدة . ومـن حسابات الموازنة المائية لاجزاء الارض المختلفة يتضح أن المناطق التي فيها فيض مائي هي المحصورة بين خطي عرض ١٠ شمالا وجنوبا ، وخلف خطـي عرض ٤٠ شمـالا وجنوبا تجاه القطبين ، كما هو مبين في الشكل (٢١) .



شكل (٢١)

الموازنة المائيـة لاجزاء الكرة الارضية المختلفـة

ـ الهيدرولوجيا الهندسية :

ان الجوانب التطبيقية لعلم المياه تتمثل في السيطرة عـلى الميـاه واستغلالهـا لمصلحة المجتمع البشري وذلك انطلاقا من الظروف المناخية السائدة .

وهناك ثلاث مجالات أساسية في ذلك وتتمثل في ؛

أ ـ ضبط فيضانات الانهار : تحدث فيضانات الانهار عندما تتدفـق نحـو مجاريها كميات غزيرة من الماء الهاطل عقب عاصفة مطرية كبيرة ، أوعقب موجـة حارة تذيب كميات كبيرة من الثلوج . وينجم عن تلك الفيضانات أضرار بالغة ، والجـدول التالي يبين أهـم الفيضانات التـي اعترت بعض الانهـار وتواريخها والاضـرار التي نجمت عنهـا .

تاريخ الفيضان	المكـــان	عدد الضحايا من البشر	الاضرار المادية
حزيران ١٩٧٢	**شرقي الولايات المتحدة**	١٠٠	اضرار بقيمـــة ٢٠٠٠ مليون دولار .
حزيران ١٩٧٢	رابيدسيتي (داكوتاالجنوبية)	٢١٥	أضرار بقيمـــة ١٠٠ مليون دولار .
٢٩ ــ ٣١ أيار ١٩٦٨	نيوجرسي (الولاياتالمتحدة)	٨	أضرار بقيمـــة ١٤٠ مليون دولار .
٣ ــ ٤ تشرينثاني ١٩٦٦	**وادينهر أرنو (ايطاليا)**	١١٣	حدوث خسائر كبيرة في مدينة فلورنسا .
٩ تشرين أول ١٩٦٣	بيللونو (ايطاليا)	٢٠٠٠	تخريبفي سد فيونت .
٢٧ أيلول ١٩٦٢	برشلونه (اسبانيـــا)	٤٧٠	الاضرار المادية ٨٠ مليون دولار .
٤ تشرين أول ١٩٥٥	باكستان الشرقية والهند	١٧٠٠	تخريب ٦ر٥ مليونفدان من المحاصيل وأضرار أخرى بالغة .
٢ ــ ١٩ تموز ١٩٥١	**كانساس وميسوري (الولايات المتحدة)**	٤١	٢٠٠ الف مشرد ، أضرار بقيمة ٥ الفمليوندولار.
١٤ آب ١٩٥٠	مقاطعة أنهوي (الصين)	٥٠٠	١٠مليون مشـــرد ، اغراق ٥ مليون فدان .
١٣ آذار ١٩٢٨	**سانتا باولا**	٤٥٠	تحطم جسر سانت فرانسيس.
١٩١١	**نهر يانغستي (الصين)**	١٠٠٠٠٠	—
١٨٨٧	هونـــان (الصين)	٩٠٠٠٠	فيضان النهر الاصفر ، **وتخريب المواصلات .**
١٦٤٢	**الصـــين**	٣٠٠٠٠٠	—
١٢٢٨	فريزلاند (هولندا)	١٠٠٠٠٠	—

ولذا فان الحاجة ماسة للحد من الاضرار التي تنجم عن الفيضانات ، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق صنع خزانات مائية كبيرة على الانهار كما في خزان السد العالي (بحيرة ناصر) ، وخزان كورافيل على نهر ايوا (الولايات المتحدة) وخزان كاريبا (بحيرة كاريبا) في افريقيا ، وكما هو الحال في الخزانات المقامة على وادي تينسي في الولايات المتحدة ، ونهر الفولغا في الاتحاد السوفيتي . ويتطلب اقامة مثل تلك الخزانات التي تشاهد في معظم أنهار العالم دراسات مائية عدة ، اذ يجب معرفة كمية الامطار الهاطلة سنويا وفصليتها ، وكمية المتصرف منها في أوقات الفيضانات وحمولتها من المواد الصخرية المتفتتة والآثار التي تتولد عن تلك الحمولات المتوضعة خلف السد.

ب ـ تخزين المياه السطحية : لايقتصر التخزين على مياه الانهار الكبرى ، التي تكون الغاية منها تنظيم جريان النهر للحد من مخاطر الفيضانات من جهة ومن جهة أخرى للاستفادة من الماء في فترات الجفاف ، بل يتعدى الامر ذلك الى صنع العديد من الخزانات التجميعية على أودية تجميع المياه الهاطلة في فصل المطر ، للاستفادة من تلك المياه المتجمعة في مجال الزراعة وتربية الحيوان . واقامة السدود السطحية تستدعي دراسات عدة منها ؛ سعة حوض التصريف ، وكمية المياه الهاطلة في فصل الامطار ، وطبيعة الارض ، ونسبة المياه الجارية فوق السطح .

جـ ـ استغلال الطاقة الكهربائية : تعد المياه الجارية مصدرا من مصادر الطاقة حيث تتحول الطاقة الحركية للماء الى طاقة كهربائية وحرارية ، وتزداد أهمية هذا المصدر كلما ازدادت سرعة جريان الماء وعظمت كمية المياه المتصرفة ، وهكذا فان المجاري العليا للانهار حيث يكون الانحدار شديدا وتعترضه المساقط يكون أصلح لاقامة محطات توليد الكهرباء ، اذ تكون شدة تدفق المياه كبيرا . كما وقد استغلت الاجزاء الاخرى من الانهار في توليد الطاقة الكهربائية ، وذلك عن طريق تخزين المياه خلف سدود اصطناعية والعمل على دفع المياه بقوة كبيرة عبر توربينات يتم توليد الكهرباء بفعلها (سد الفرات) . ولقد أصبحت الآن حركة المد والجزر في البحار والمحيطات مصدرا آخر من مصادر استخراج الطاقة الكهربائية .

د ـ المياه وسيلة نقل : ان صلاحيـة المجاري المائية للملاحةتحددها الظروف المناخية من جهة والعقبات التي تعترض المجرى النهري من جهة اخرى . فحيثماتكثر اماكن الانقطاع (المساقط) تقل صلاحية المجرى للملاحة ، كما ان كمية المياهالمتصرفة وعمق المياه له الدور الاكبر في الملاحة ، بجانب كون انخفاض درجة الحرارة الى دون مستوى التجمد بحيث تتجمد مياه الانهـار والبحيرات وحتى البحـار يوقف أعمـال الملاحـة .

البـــاب الثالث

المنـــاخ والانســـان

الفصل الاول : المنـــاخ وراحـــة الانسان

الفصل الثاني : المناخ واللباس والغـــذاء

الفصل الثالث : المنـــاخ والصحـــة .

الفصـــل الاول

المنـــاخ وراحـــة الانسان

١ ـ أهميـــة المنـــاخ في حيـــاةالانسان :

في اي مـــكان كان ، فان الانسان محكـــوم عليه أن يحيـــا ضمن مجـــال معـــين يتحدد بالارض والجو ، واذا كانت الارض تتصف بثبات نسبي ملحوظ ، فان التغير في مظاهر الجوصفة متميزة ضمن مركب البيئة التي يعيش الانسان فيها . ولذ فاننا نجد في المناطق التي يكون فيها الجو بحالة تغير يومي مستمر أن الحديث عن الطقس اصبح شائعا لدى كافة الناس ، حتى غدا سماع نشرة حالة الطقس التي يبثهاالمذياع، أو التي تنشرها الصحف أمرا مسلما به في الدول المتقدمة لان ذلك يعين المرء علىتقرير نمط لباسه وطبيعة عمله فيما اذا كان العمل في العراء . اما في المناطق التي لم يتوفر لقاطنيهامثل هذه المعلومات عن حالة الجو المقبلة ، فان معايشتهـــم للظروف المحليـــة لحالة الجو المتغيرة اكسبتهم بعض الخبرة المبنية على الملاحظة التي تصدق أحيانا ، وبالتالي تمكنه من تجنب ما لا تحمد عقباه ، وأحيانا أخرى تستوجب عليه بذل جهد للتكيف مع الحالة الحادثة .

واذا كان البعض قد اعتبر ان تطور الامموتقدمها فيسلم الحضارة مرتبطا بالمناخ (الحتمية المناخية) كما هو حـــال هونتينغتن Huntington في دراساته المتعـــددة (المنـــاخ والحضارة ١٩٢٤ ، والطقس والصحة ١٩٣٠ ، واسس الحضارة ١٩٤٥)، بينما انطلق ماركهام Markham (المناخ وطاقة الامم ١٩٤٧) من راي معاكس لرأي هونتينغتن حيث أن الامم حسب رأيه قادرة على التغلب على الصعاب التي توجدهـــا الظروف المناخية داعما رأيه بأمثلة من التاريخ القديم والحديث . ففي الايام الاولى من تاريخ الانسان تطورت الحضارات الاولى في مناطق لم يكن للانسان حاجةللصراع

في بيئته ضد عوامل الطبيعة ، كما ان المجتمعات الصغيرة ـ المجتمعات القبلية ـ حيث لم يكن المرء فيها يشغل نفسه بأمور اللباس والتدفئة كان يشغل نفسه اما بتحكيم السيف أو القلم للتغلب على المصاعب التي قد يكون للمناخ دورا في خلقها .

واذا كان الانسان الذكر العاري وهو شبه منحن Semi-reclining يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٢٩°م كي يشعر بالراحة ، فان الانسان المرتدي ملابسه لايحتاج لاكثر من ٢٥°م . إلا انه بتقدم وتعدد نماذج الالبسة والتدفئة البيتية تمكن الانسان من حماية نفسه من التطرفات الحرارية الشديدة حيثما وجد ، من خلال تحسين نوعية الملابس ، ووسائل التدفئة ، وإشادة المساكن الملائمة مع الظروف المناخية . وبهذا استطاع الانسان أن ينقل الحضارة الى مناطق كانت في الازمنة الاولى من تاريخ البشرية غير مأهولة بالسكان .

ولقد أثبت علم وظائف أعضاء الانسان أن باستطاعة الانسان القيام بأعمال جسدية على أتم وجه عند درجة حرارة فوق المثلى للعمل العقلي . ومع أن المناخ الابرد من جسم الانسان يقوم بدور منبه ، الا أن الانسان استطاع التكيف مع هذا بسهولة ، وان يتطور عقليا بسرعة أكبر في المناطق الأميل للبرودة حيث المناخ بحري أو شبه بحري . وان قساوة المناخ القاري مازال من الصعب التغلب عليها . ولهذا فان المفارقات الحضارية بين منطقة واخرى عزاها البعض الى اختلاف المناخ وما ينجم عن ذلك من آفات وأمراض (ريج ١٩٦١ Rigg) . والتاريخ يحمل في طياته الكثير من الشواهد عن ذلك ، فحضارة الازتيك والآنكا قامت في مرتفعات امريكا المدارية ، في حين مازالت الاجزاء المنخفضة الداخلية الاستوائية تعاني من التخلف ، وهذا ما يظهر من مقارنة شعوب الهضبة الافريقية الاستوائية مع قاطني داخل حوض الكونغو . والصحاري يقل فيها السكان كما ويسيطر التخلف ، بعكس المناطق القريبة من سواحل البحار حيث يزداد السكان ويتعدد أوجه نشاطهم وتزداد علاقاتهم مع مناطق أخرى ويبرز أوجه رقيهم وتقدمهم في مجالات عدة .

ومما لاشك فيه أن الانسان في الوقت الحاضر لم يعد أسير ظروف مناخية معينة تفرض عليه نمطا معيشيا معينا ، ودرجة حضارية محدودة ، بل أن في مقدور

الانسان أن ينقل حيثما ينتقل المناخ الذي تعوّد عليه شريطة توفر راس المال المتطلب لدفع التكاليف ، فاذا وجدت شعوب العالم أن حياتها متوقفة على زراعة الموز في المناطق القطبية فانه بمقدورها خلق بيئة صناعية لزراعة الموز بغض النظرعن التكاليف الباهظة . وهل بمقدورنا تقدير ثمن بناء المدن البترولية الكبيرة في صحاري الجزيرة العربية وفي الصحراء الكبرى ، وماهي التكاليف المدفوعة لاستمرار الحياة الرغيدةفي تلك المدن . ومما لاشك فيه أن مستوى المعيشة في معظم مناطق الارض اصبح يحدد درجة التطور العقلي ، وان الانسان بقدراته العقلية المتنامية أصبح متمكنا أكثر من اي وقت مضى من تغيير حالة الجو في أماكن محدودة ـ على مستوى البيت ، المعمل .. ـ .

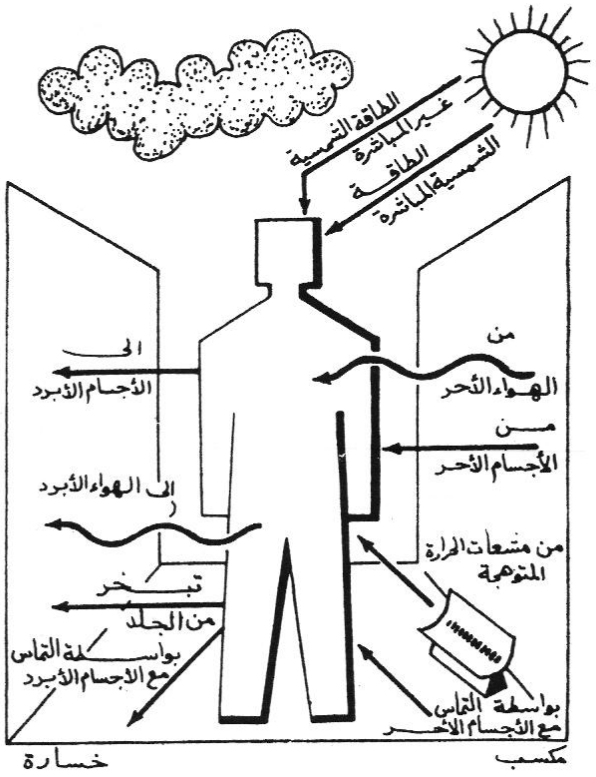
٢ ـ التوازن الحراري لجسم الانسان :

يمكن النظر الى جسم الانسان على انه آلة . وكما أن الآلة لاتتحرك دون وقود، فان الانسان أيضا يتطلب وقودا للبقاء على قيد الحياة . ومن هذا المنطلق يمكن القول أن الانسان العادي المتوسط الوزن (وزن ٧٠ كغ ومساحة سطحه قرابة ٢ م٢) يبذل طاقةتقدربحوالي ٨٠ كيلو حريرة في الساعة عندما يكون في حالة ركود (نائم) ، وهذه الكميةاذالم تبدد فانها يمكن أن ترفع حرارة الجسم قرابة درجة مئوية واحدة في الساعة . وعندما يمشي الانسان بمعدل سرعة ٥كم/ساعة فان كمية الطاقة التي يبذلها تصل الى اكثر من ٢٠٠ كيلو حريرة/ساعة ، وفي حال بذل جهد اكبر اثناء القيام بعمل جسماني فان هذه الكمية يمكن أن تزيد عن ٦٠٠ كيلو حريرة في الساعة الواحدة . واذا كان وزن الانسان اكثر من ٧٠ كغ فان الارقام السابقةتتغير، ذلك أن الحرارة التي يصرفها الجسم تكون متناسبة مع وزنه (الوزن ٧٦ر٠) .

ان الحرارة التي يولدها الجسم تزداد فيما اذا كان الانسان حاملا حملبالاضافة الى وزنه ، وهذه الزيادة تقدر بحدود ٣ كيلو حريرة /ساعة/كغ للاحمال التي يصل وزنها حتى ٢٠ كغ . ويعد الطعام المصدر الرئيسي لحرارة الجسم ، فحوالي ٨٠ ٪ من الطاقة المتولدة منه ذاتيا تستخدم فينمو الجسم وتجديده (ترميمه) وانتاج الحرارة، بينما الـ ٢٠ ٪ الباقية تتخذ كطاقة للانشطة اليومية . وفي أثناء القيام بجهد عضلي فان حوالي ٧٠٪ من الحرارة الناتجة تتبدد أو تفقد . وبالاضافة الى هذه الحرارة

٨٠٪ من الطاقة المولده تستهلك لنمو الجسم وتجديده وانتاج الحراره
و ٢٠٪ طاقة للانشطة اليوميه
و ٧٠٪ يبذل بجهد عضلي فان ٧٠٪ من الحراره الناتجه تتبدد وتفقد

المتولـدة ذاتيا ، فان الانسان يكتسـب الحرارة مـن البيئة الطبيعية المحيطـة بـه بواسطة الاشعاع والحملان والتوصيل ـ شكل (٢٢) يوضح تـوازن الحـرارة فـي انسان ضمن بيئة طبيعية ـ .



الشكل (٢٢)

توازن الحرارة في انسان ضمن بيئـة طبيعيـة

عـن : « Hobbs , 1981 »

ويستطيع الانسان أن يستمد كمية من الحرارة المشعة من البيئة في حال وجود سطح مشع واقع على خط مباشر مع الجزء الاكبر من جسمه ، وهذا يمده بدرجـة حرارة تزيد عن ٣٣°م وهذا الرقم هو المعدل التقريبي لدرجـة حرارة الجلد أو سطح الجسم .ولقد وضع ادولف Adolph (١٩٤٧) قيما تقريبية أولية لهذا الكسب ، معبرا عنه بـ كيلو حريرة/ساعة :

(١) ٢٠٠ + ٢٥ (ح – ٣٣) للانسان العاري الواقف في الشمس بغض النظر عن كيفية وقوفه .

(٢) ١٠٠ + ٢٢ (ح – ٣٣) للانسان المرتدي ملابسه الواقف في الشمس .

(٣) ٢٠ + ١٨ (ح – ٣٣) للانسان المرتدي ملابسه في الليل .

حيث : ح درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية .

وقد استمدت هذه الارقام من تجارب أجريت في مناطق جافة (صحراء) . أما في المناطق المرتفعة الرطوبة فان القيم السابقة تتغير مظهرة وجود نقص في كمية حرارة الاشعاع .

وللحصول على نظرة متكاملة لجميع السطوح التي تلعب دورا في التوازن الاشعاعي ، فان مفهوم معدل درجة حرارة الاشعاع يظهر ذلك ، وهذا المفهوم يمثل درجة الحرارة التي يعطيها الجسم خارجا بشكل اشعاع كالذي يستمده من الوسط المحيط به ، وحالة التوازن تتم بتساوي المكتسب مع الفاقد . ويمكن تقدير معدل درجة حرارة الاشعاع باستعمال ميزان حرارة كروي (كرة نحاسية محمول في وسطها ميزان حراري) .

وبالطبع فان الانسان يستمد حرارة اضافية عندما تكون حرارة الهواء الملاصق له تزيد عن ٣٣° م ، وحركة الهواء المتماسة معه تقدم الى الجسم حرارة أكثر . أما في حال كون درجة حرارة الهواء أقل من ٣٣° م فان المرء يشعر بالبرودة ، من تأثير برودة الرياح المتحركة حوله . ان فقد الحرارة من الجسم يزداد عندما تكون درجة الحرارة منخفضة وسرعة الرياح عالية . ولقد درس سيبل Siple (١٩٤٥) قوة تبريد الهواء المتحرك ، واقترح استعمال عامل تبريد الرياح Wind - Chill factor وهذا يعتمد على المعدل الذي يتبرد فيه الجسم العاري ؛ ويتغير عامل التبريد جذريا في حالة وجود الملابس ، غير أن الشعور بالبرد عن طريق اليدين والوجه يضبط هذا العامل بشكل مناسب الى حد كبير ؛ وتبين العلاقة التالية كيفية حساب قيمة عامل تبريد الرياح (ك) :

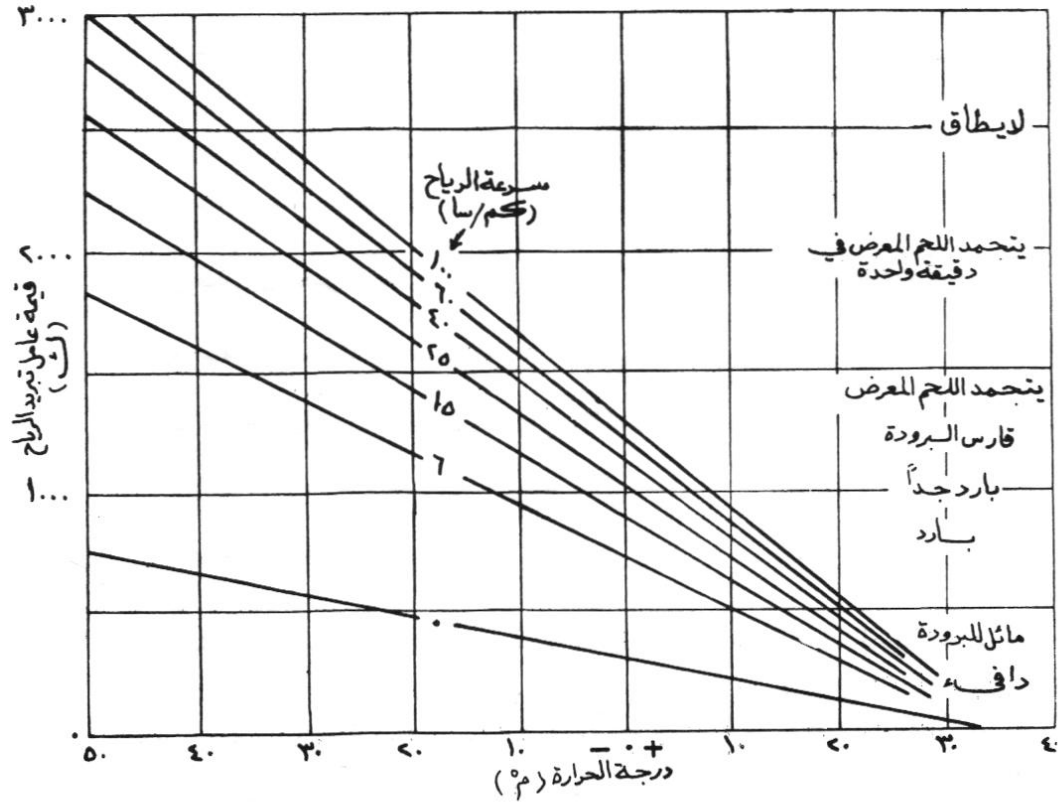
عامل تبريد الرياح

$$ك = (٣٣ - ح) (١٠ + \sqrt{ر} - ر)$$

حيث : ح = درجة الحرارة (درجة مئوية) ر = سرعة الرياح (م/ثا)

ك = عامل تبريد الرياح (كيلو حريره/م٢) .

ويوضح الشكل (٢٣) تغير عامل التبريد مع درجة الحرارة وسرعة الرياح .



شكل (٢٣)

تغير درجة تبريد الرياح مع اختلاف درجة الحرارة وسرعة الرياح

عن : « Griffiths , 1976 »

وتتحدد درجة الاحساس بالتبريد من السلم التالي :

قيمة عامل التبريد	الاحساس	قيمةعامل التبريد	الاحساس
اقل ٥٠	حار	٥٠ — ١٠٠	دافيء
١٠٠ — ٢٠٠	لطيف (منعش)	٢٠٠ — ٤٠٠	مائل للبرودة
٤٠٠ — ٦٠٠	اميل للبرودة	٦٠٠ — ٨٠٠	بارد
٨٠٠ — ١٠٠٠	بارد جدا	١٠٠٠ — ١٢٠٠	قارس البرودة
١٢٠٠ — ١٤٠٠	يتجمداللحم المعرض	١٤٠٠ — ٢٠٠٠	يتجمداللحم المعرض
٢٠٠٠ — ٢٥٠٠	لايطاق		في دقيقة واحدة

ويمكن ان تصل قيمة عامل التبريد (ك) الى ١٤٠٠ ضمن الحالات التالية :

درجة حرارة —٧° م وسرعة رياح ٧٠كم/سا

درجة حرارة —١٢° م وسرعة رياح ٣٠كم/سا

درجة حرارة —٢٣° م وسرعة رياح ١١كم/سا

درجة حرارة —٤٠° م وسرعة رياح ١٣كم/سا

وتشير المعطيات السابقة الى اهمية الدور الذي يلعبه تحرك الهواء عند درجات حرارة منخفضة ، ويظهر منها ايضا أن الانسان يكون غير مرتاحا في المناخات البحرية في حال هبوب رياح عالية السرعة ، كما انه يكون غير مرتاح في المناطق ذات المناخ القاري التي يخيم عليها هدوء نسبي خلال فصل الشتاء .

ان توصيل الحرارة من الانسان واليه يكون عادة قليل ، وهذا يحدث عبر سنتيمتر واحد أو عدة سنتيمترات من الملابس ، الا أن النسبة ترتفع في حال كون الانسان مستلقيا على الارض خاصة في الليل ، ذلك أن كثيرا من الحرارة يمكن أن ينقل بالتوصيل من الجسم الى السطح البارد المحيط به .

ويلعب الماء دورا كبيرا في التنظيم الحراري لجسم الانسان ، فالجسم الذي لايتعرق سيحصل على توازنه عندما تتوازن درجات الحرارة المستمدة من مصادر متنوعة مع المفقود من الجلد . الا انه ليس من الضروري أن يكون هذا التوازن مساويا الىمعدلدرجةحرارة الاشعاع . واذا ما أراد الانسان ان يبقى حيا فعليه ان يحافظ على درجة حرارة جسمه ضمن حدود معينة صغيرة .

٣ - توازن المـــاء :

يتطلب تبخير غرام واحد من الماء (١ سم٣) كمية من الحرارة تقدر بحوالي ٦ر٠ كيلو حريرة ، ولذا فان كوبا من الماء (٢٣٠ غرام) يلزمه كمية حرارةمقدارها ١٣٨ كيلو حريرة كي تتبخر مياهه . وعندما ترتفع حرارة الجسم فان مصدر تخفيفها يكون عن طريقتبخير المياه ، اما بواسطة التعرق أو بالتبخر المباشر للرطوبة منالرئتين والمجاري التنفسية العليا . وفي حال كون درجة الحرارة مرتفعة (اكثر من ٣٠° م) والرطوبة النسبية عالية (اكثر من ٥٠٪) فان فقدان الحرارة عن طريق التنفس يكون اكثر منفقدها عن طريق التعرق . أما اذا كان الهواء مشبعا ببخار الماء ودرجة الحرارة تزيدعن ٣٣° م فان التعرق يبقى الاهم في فقد الحرارة ، ولكن اذا زادتدرجة الحرارة عن ٣٧° م (اكثر من حرارة الجسم) فان الانسان يتضايق منها ، ويكون الهواءالمطروح اثناء الزفير ذا رطوبة نسبية تقارب من ٨٠ - ٩٠٪ ، وبذا فان الحرارة المفقودة بالتنفس لاتكون عند نهايتها القصوى . وانه لمن الضروري استخدام وسائل صناعية لتلطيف الجو في حال سيادة الظروف السابقة ، والا فانه لمن الممكن حدوث انهيار جسمي بسبب الحرارة ولربما يعقبه الموت ، حيث ان ارتفاع درجة حرارة الجسم بضع درجات يسبب تلف خلايا الدماغ .

ولما كان جسم الانسان العادي (المتوسط الوزن) يحتوي على ثلثي وزنه ماء، فان أي نقصان أو زيادة عن هذه النسبة المرتفعة بمقدار ١ ٪ يمكن أن يسببإضطرابا جسميا ،بينما لو نقصت النسبة بحدود ١٠٪ فان الانسان يعجز عندها عن المشي، في حين يتعرض للموت اذا نقصت الكمية ٢٠٪ ولم ينقذ بسرعة بامداده بالماءاللازم.

ولقد تبين بالحساب (ادولف Adolph ١٩٤٧) أن معدل التعرق (غرام/ساعة) بالنسبة للانسان العادي في أجواء صحراوية يكون على الشكل التالي :

(١) ـ بالنسبة لانسان يمشي في الشمس = ٧٢٠ + ٤١ (ح ـ ٣٣) .

(٢) ـ بالنسبة لانسان يمشي في الليل = ٤٠٠ + ٣٩ (ح ـ ٣٣) .

(٣) ـ بالنسبة لانسان مرتديا ملابسه وجالسا في الشمس = ٣٠٠ + ٣٦ (ح ـ ٣٣) .

(٤) ـ بالنسبة لانسان مرتديا ملابسه وجالسا في الظل اثناء النهار = ١٨٠ + ٢٥ (ح ـ ٣٣) .

ويتضح من العلاقتين (٣ ، ٤) أن اللباس يوفر قرابة ١٢٠ كيلو حريرة/ساعة (ح = ٣٩° م) وهي كمية تعادل قرابة ٢٠٠ غ/ساعة .

ولمن الضروري الافتراض انه يوجد جريان هواء كاف بغية ابعاد الهواء المشبع المتماس عن سطح الجسم ، ولكن اذا ما كانت سرعة الهواء اكبر من اللازم لتحقيق نوازن فيماء الجسم فان الفاقد من الماء يكون كبيرا . ولذا فانه لمن الافضل أن يتحرك المرء حول نفسه كي يخلق نسيما ، وهذه الحركة يمكن ان تسبب في زيادة الحرارة المتولدة ذاتيا في الجسم مما يبطل اي ميزة للهواء المتحرك . ويتوجب على الانسان في حال فقده لكمية من الماء ان يأخذ غيرها من مصدر ما ، ذلك انه من الضروري ان تعوض المياه المفقودة بالتعرق والتنفس . ان الاعياء (التعب) الناجم عن فقد الماء هو شيء خداع، حيث أن المرء قد ينهار من نقص الماء دون أن يدرك السبب . ولقد سجلت حالات عديدة لاناس انهاروا رغم أنه كان في حوزتهم أوعية مملوءة بالماء . وهكذا فان معرفة القيم المذكورة اعلاه ومغزاها يمكنها أن تقدم فوائد لأي شخص يجد نفسه تحت ظروف ضغط حراري ، حتى عندما يكون في نزهة سيرا على الاقدام في يوم صيف حار .

٤ ـ توازن الجسم :

يمكننا ان نلخص ما تقدم في الفقرتين السابقتين ، في أن الجسم يكتسب حرارته من :

١ ـ الاشعاع (+R) من السطوح التي حرارتها تزيد عن ٣٣° م (كالشمس، والمصابيح ...) .

٢ ـ الحملان (+C) من الهواء الحار التي تزيد حرارته عن ٣٣° م .

٣ ـ التوصيل (+P) من التماس الجسمي مع الاجسام المرتفعة الحرارة .

٤ ـ الحرارة المتولدة ذاتيا في الجسم ـ الاستقلاب ـ Metabolism(M) .

لكنه يخسر حرارته بالطرق التالية :

١ ـ الاشعاع (— R) الى السطوح التي تقل درجة حرارتها عن ٣٣° م .

٢ ـ الحملان (— C) بواسطة الهواء المتحرك الذي يحمل الحرارة المنبعثة من الجسم .

٣ ـ التوصيل (— P) من التماس الجسمي مع الاجسام ذات الحرارة الاخفض من حرارته .

٤ ـ خسارة التبخير (E) .

وفي حال كون الجسم متوازنا حراريا ، فان المكسب يجب أن يكون معادلا للخسارة ، أي أن تكون :

$$R^+ + C^+ + P^+ + M = R - + C - + P - + E$$

وتكون قيم + P ، — P صفيرتان في حال كون الانسان عاريا وغير مستلق في حالة تماس مع أرض ساخنة أو أرض رطبة وباردة . أما اذا كان الانسان مرتديا ملابسه فان التوصيل مع طبقة الهواء المحصورة في طية (طبقة) اللباس قد يكون كبيرا في بعض الحالات .

وتجدر الاشارة هنا الى القول انه في درجات حرارة أقل من ١٠° م ، فان :

$$R - + C - = 9E$$

بينما عند درجة حرارة ٢١°م ، فان :

$$R — + C — = 4E$$

وتبـدو E في درجات الحرارة تلك على شكل خسارة غـير محسوسة تتـم بصورة رئيسية عن طريق الرئتين . وبالطبـع فان العلاقات السابقـة هي علاقـات تقريبية. وعنددرجةحرارة٣٠°م فان (R — + C —) و (E)تتعادلانمعبعضتقريبا، بينما في درجات حرارة أعلى فان E تبدأ في السيادة حتى تصل الحرارة الى٣٣°م ويكون الفاقد بالاشعاع والحملان معدوما تقريبا .

٥ ـ درجةالاحساس بالعناصر المناخية :

لقدحاول العديد من الباحثين دراسة آثار المناخ على راحة الانسان من خـلال ما يظهر على الانسان من تغيرات نفسية وصحية في ظروف مناخية معينة ، وقد تـم صياغة ذلك في علاقات تجمع بين عنصرين أو اكثر من العناصر المناخية ، وفيما يـلي بعض من تلك العلاقات التي تحدد درجة فاعلية بعض العناصر المناخية ذات الاهميـة الكبرى بالنسبة للانسان .

أ ـ درجة الحرارة الفعـالة The Effective Temperature :

ان المتغيرات المناخية الرئيسية التي تحدد درجة راحـة جسـم الانسان هي ، الاشعاع ، درجة حرارة الهواء ، الرطوبـة الجـوية والرياح . غير أنه للاحاطةالكاملة بالمؤثرات التيتحدد درجة الراحة يجب الاخذ بعينالاعتبار ؛ توصيل اللباسالحراري، ضغط البخار على الجلد ، ومعدل الحرارة المتولدة ذاتيا والتي تسبب نشاطالجسم البشـري .

وكي يحتفظ الانسان براحته يجب أولا الحفاظ على درجة حرارة ثابتةلجسمه (٣٧°م) . إلا أن تحـديد درجة الراحـة بشكل مطلـق أمر صعب ، وذلـك بسبب الاختلافات البشرية ، فدرجة تفاعل الانسان مع الطقس تختلف حسب العديد مـن المتغيرات منها : سلامة الجسم ، العمر ، الجنس (ذكر ، أم أنثى) ،نوعيةاللبـاس، درجة تأقلمـه .

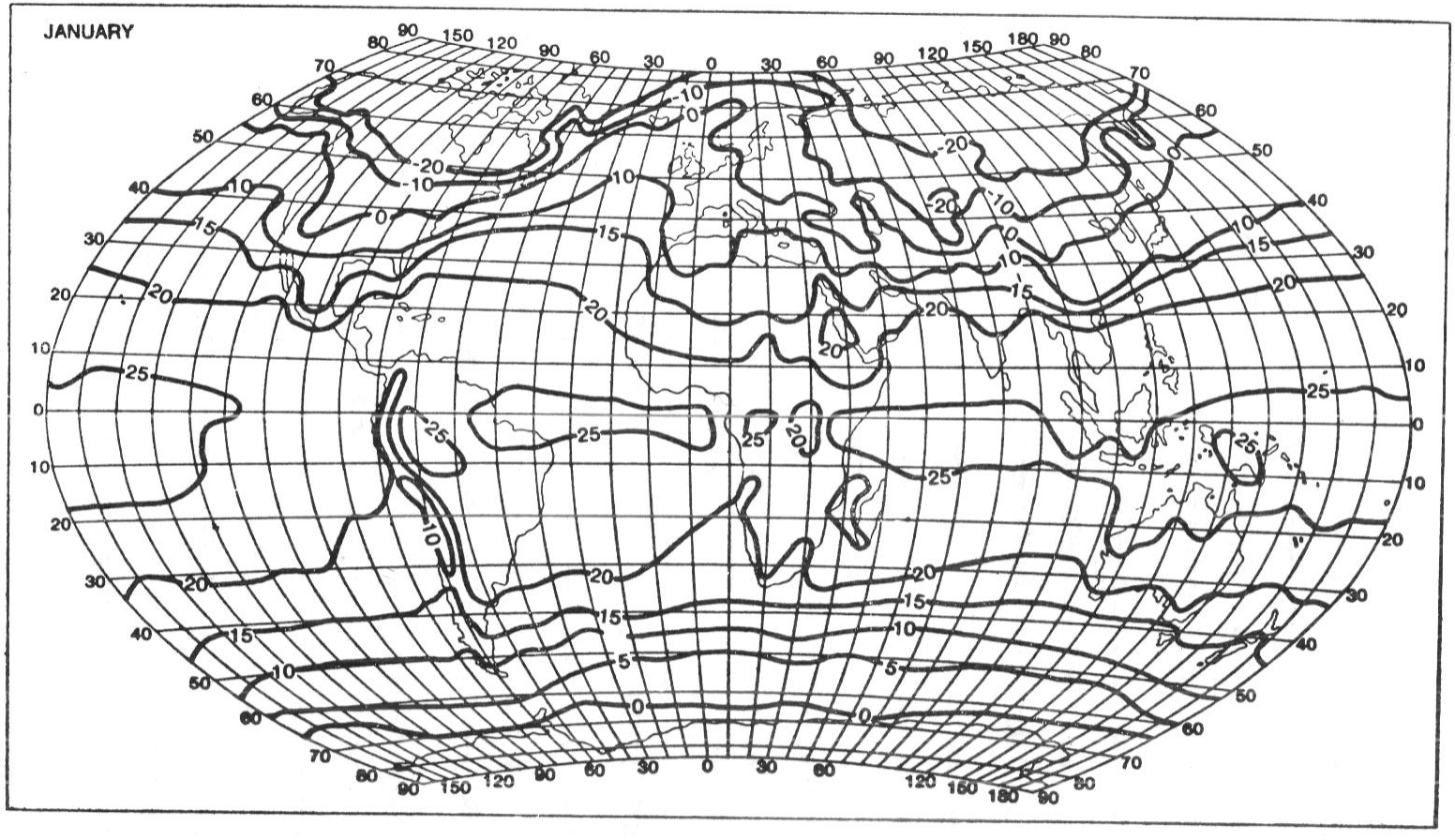
وتعد درجة الحرارة الفعالة احدى القرائن Indices المستعملة منذ فترةطويلة للدلالة على مدى ارتياح الانسان في ظروف حرارية معينة ، إلا أن الترابط وثيق بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، فالهواء المشبع ببخار الماء عند درجة حرارة معينة يدل على فاعلية حرارة معينة ، وبالتالي على درجة راحة معينة. فرطوبة نسبية تزيد عن ٨٠٪ ودرجة حرارة أعلى من ٣٠°م تعطي شعورا بالارهاق ، بينما قد يتعرض الانسان العاري لضربة شمس في حال انخفاض الرطوبة الى اقل من ٥٠ ٪ مع بقاء درجة الحرارة مرتفعة .

ويبين الجدول التالي درجة راحة الانسان المطابقة لدرجات الحرارة الفعالة ، وذلك من معطيات النتائج المأخوذة من استراليا ، في بيئة داخل المنزل ، ولعمال يلبسون لباسا عاديا في وضع الجلوس ، أو وهم قعود (عن : Gaffney , 1973) .

درجة الحرارة الفعالة (م°)	نوع الراحة
اكثر من ٢٨ر٠° م	عدم راحة شديدة
٢٨ر٠ — ٢٧ر٠° م	عدم راحة
٢٦ر٩ — ٢٥ر٠° م	انتقالي بين عدم الراحة والراحة (حار)
٢٤ر٩ — ١٧ر٠° م	حالة راحة
١٦ر٩ — ١٥ر٠° م	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)
اقل من ١٥ر٠° م	عدم راحة

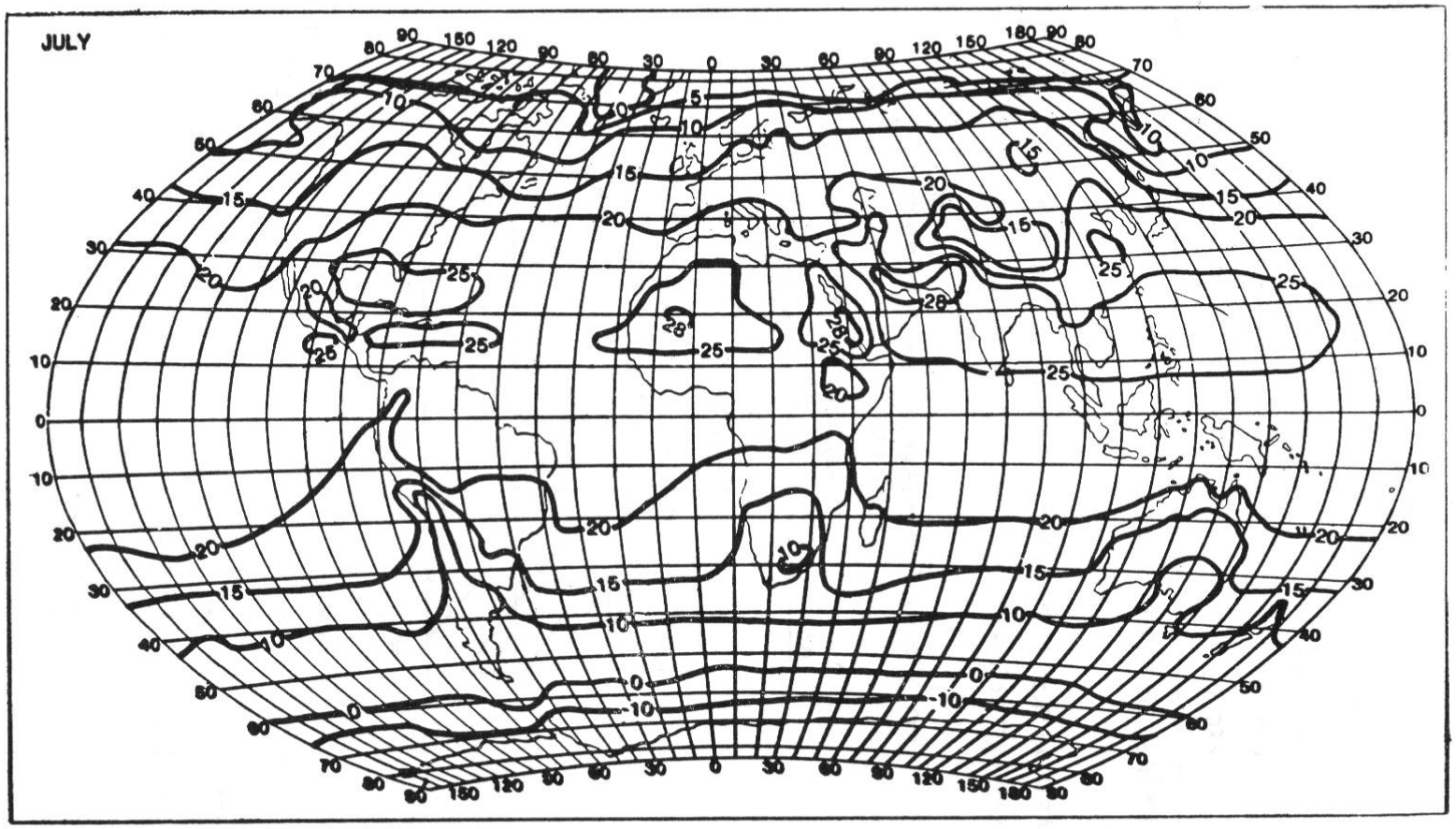
واذا كان الانسان يشعر بالاجهاد عندما ترتفع درجة الحرارة الى ٣١° م ، فان درجة حرارة ٣٥° م تمثل الحد العلوي الجيد للاحتمال . والشكلين (٢٤ ، ٢٥) يبينان درجات الحرارة الفعالة في شهري كانون الثاني وتموز .

وبما أن فاعلية الحرارة تحددها درجة رطوبة الجو — شكل (٢٦) — لذا فقد استخدمت قرينة الحرارة — الرطوبة النسبية لتدل على قرينة الراحة ، أو على درجة الشعور بالراحة . وتحسب قرينة الراحة بالنسبة لاناس يعملون في مكاتب — باهمال الاشعاع وجريان الهواء — من العلاقة التالية :



شكل (٢٤)

درجات الحرارة الفعالة في شهر كانون الثاني



شكل [٢٥]

درجات الحرارة الفعالة في شهـر تمـوز

قرينة الراحة (الحرارة ــ الرطوبة) = ٧٢ر٠ (ح + ح ث) + ٤١

أو

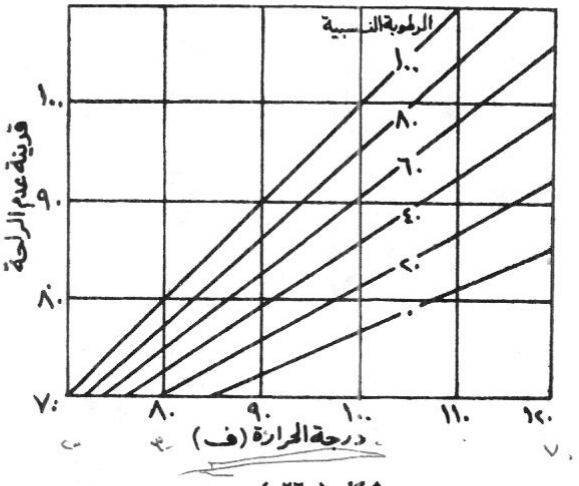
قرينة الراحة (الحرارة ــ الرطوبة) = ح ــ (١ ــ ١٠ر٠ هـ) (ح ــ ١٤ر٥)

حيث :

ح = درجة حرارة الهواء (م°)

ح ث = نقطة الندى

هـ = الرطوبة النسبية .



شكل (٢٦)

اختلاف قرينة عدم الراحة مع اختلاف درجة الحرارة والرطوبة النسبية

عن : « Griffiths , 1976 »

ومن خلال ردود فعل عدد من الناس لاجواء مختلفة الحرارة والرطوبة أوجد توم (١٩٥٧) العلاقة التالية ما بين قيم قرينة الحرارة ــ الرطوبة النسبية ، وراحة الانسان .

قرينة الحرارة ــ الرطوبة النسبية	درجة الارتياح
دون ٢١	شعور عام بالراحة
٢١ ــ ٢٤	راحة نسبية
٢٤ ــ ٢٧	عدم راحة
اكثر من ٢٧	عدم راحة شديد

وفيما اذا ارتفعت قيمة القرينة الى أكثر من ٢٩ فان الاجهاد يكـون واضحا ، حتى لتضطر بعض الدوائر الحكومية في الولايات المتحدة الى منح موظفيها اجـازة في مثل تلك الاوقات . ولقد وصلت قيمة القرينـة الى ٣٣ في يومـا Yuma بولايـة اريزونا في شهر تموز من عام ١٩٥٧ .

ان مثل العلاقات السابقة هي علاقات تجريبية مبنية على احساس عدد كبير من الناس المتشابهين في ثقافتهم وفي ردود فعلهم لبيئتهم ، ولذا فانها قد لاتنطبق كليـا على أناس آخرين ، إلا أنها تشير الى حـدود نسبية لدرجـة تحمل الانسان لاجـواء مختلفـة .

ب ـ قرينة الجهـد The Strain index :

هنـاك مقياس آخر للراحـة يقـوم عـلى أساس قرينـة الجهـد الحراريـة (Belding and Hatch 1955) والتي تحدد من خلال النسبة بين كميـة العرق الذي يمكن أن يتبخر من الجلد للمحافظة على راحة حرارية والكمية العظمى للتبخر التـي يمكن أن تحدث تحت ظروف خاصة . وقرينة الجهد النسبية التي تأخذ أيضا بعـين الاعتبار معدل الحرارة المتولدة ذاتيا ، ودرجة حرارة الهواء (ح) والرطوبة الجـوية الجوية (ط)(١) ، ومدة العمل ، ومقاومة الهـواء واللباس لجريـان الحرارة نحـو الخارج ولعبور بخار الماء ، وحجم الهواء المتنفس (أثناء الزفـير) . والعلاقـة التي وضعت (Lee and Hanschel 1966) قامت على أساس معدل الحرارةالمتولدة ذاتيا لشخص يمشي بمعدل ٢ر٣ كم/ساعة ، ويلبس لباسا خفيفا في حـال وجـود نسيم خفيف سرعته ٥ر٠ م/ثا ، وصيغة العلاقة هي :

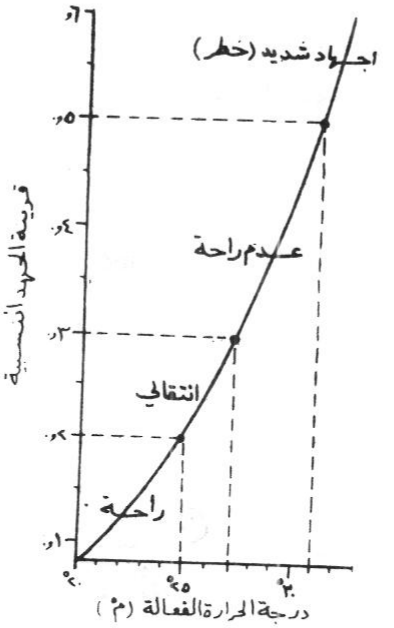
قرينة الجهد = ٧ر١٠ + ٧٤ر٠ (ح ـ ٣٥) (٤٤ ـ ط)

حيث ط قيمة الرطوبة الجوية (بالمم) .

---

(١) الرطوبة الجوية (ط) هنـا معطاة بواحـدة المم ، مستخرجة من جهاز قياس الرطوبة الجويةالشعري (الهيجروغراف ، أو الهيجرومتر) ، وهو جهاز يعتمد على حقيقة كون الشعر الآدمي الخال من الزيوت والشحومات يتغير طوله بتغير الرطوبة النسبية ، حيث يزداد طول الشعر بازدياد الرطوبة النسبية .

وتؤخذ قيمة قرينة الجهد النسبية ٣ر. كقيمة حدية ، فاذا كانت قيمةالقرينة اقل من ٣ر. فالانسان يكون في حالة راحة ، إما اذا كانت القيمة اكبر من ٣ر. فان الاجهاد يبدأ بالظهور على الانسان ــ شكل (٢٧) يوضح علاقة قرينة الجهد بفعالية الحرارة ــ .



شكل (٢٧)
علاقة قرينة الجهد النسبية مع درجات الحرارة الفعالة

الفصل الثاني

المنـــاخ واللباس والطعـــام

اذا كان الماء عنصرا اساسيا للحياة ، فان الطعام مصدر الطاقـة الجسميـة . فالطعام من حيث كميته ونوعه له اهمية كبرى في حياة الانسان ، فهو المتحكم الاساسي في قدرة الانسان على العمل الفكري والجسمي ، فأي جهد يبذله الانسان يتطلب صرف طاقة معينة ، هذه الطاقة تستمد من حريرات يزود بها الغذاء جسم الانسان . ومهما كانت كمية ونوعية الغذاء المتوفرة للجسم ، فان للجسم حـدود لبذل الطاقة التـي تسمح له بالاستمرار في ظل ظروف مناخية قاسية جدا . ولذا فان العمل على الوقاية من تلك الظروف باستخدام الملابس الواقية أصبح شيئا ضروريا ، وأصبح كل مـن الغذاء واللباس يكملان بعضهما البعض ليحفظا للجسم وضعا مريحا . وهذا ما يتضح من اختلاف نوعية الملابس ونوعية الاطعمة الضرورية للجسم باختلاف المناطق المناخية في العـالم .

أولا : المنـاخ واللبـاس :

اللباس ليس ظاهرة جمالية ، وانما حاجة طبيعية فرضتها ضـرورات بيئيـة وانسانية معينة . وليس المهم نمط اللباس المستخدم في هذه المنطقة أو تلك والذي قد تحدده عادات وتقاليد معينة ، وانما المهم الغاية الاساسية المتوخاة من اللباس والتـي يدور ضمنها كل انماط اللباس . وباستثناء مناطق المناخ المتجانس طوال السنة والذي قد تكون الحاجة فيه الى اللباس محدودة جدا ، فانه في مناطق المنـاخ الفصلي فـي العروض المتوسطة والعليا تتضح اهمية اللباس ، من حيث تنوع نسيجه واختـلاف كميته ، ما بين فترة من السنة واخرى ، ما بين النهار الدافىء والليل البارد ، مابـين الطقس الصحو ، والطقس الممطر . وفيما يلي توضيحا لما تقدم الاشارة عنـه .

ا ـ مناطق اللباس في العالم :

ان متطلبات الناس من اللباس تختلف باختلاف الظروف المناخية ، كما وتختلف باختلاف اعمارهم ، وحالتهم الصحية ، ولقد صنف العالم استنادا الى ذلك ، حيث تم تمييز سبعة مناطق رئيسية (سيبل ١٩٤٩ Siple) . الا انه نتيجة لاختلاف معدلات الحرارة المتولدة ذاتيا في الجسم لاشخاص عاملين وغير عاملين ، فانه من الصعوبة وضع حدود اقليمية دقيقة لنوع اللباس المحتاج اليه . ومناطق اللباس السبعة هي :

١ ـ منطقة اللباس الدنيا ـ نموذج المناطق المدارية الرطبة والغابات ـ :

تشمل منطقة اللباس الدنيا تلك المناطق التي يتراوح فيها معدل درجة الحرارة الشهرية بين ٢٠ ـ ٣٠° م . وفي تلك المناطق فان الرجل العاري ـ الذي يولد حرارة ذاتية أساسية ـ يشعر بالبرد فيما اذا انخفضت درجة الحرارة الى أقل من ٣٠° م . وفي حال وقوف الانسان دون حراك فانه يتمكن من تحمل درجات حرارة منخفضة حتى ٢٩° م ، بينما اذا كان ماشيا فانه يتحمل حرارة تتدنى الى ٢٥°م . ومما لاشك فيه ان الانسان نتيجة تكيفه مع البيئة التي يعيش فيها يستطيع تحمل حرارة أقل من الارقام التي ذكرت وهو عار تماما ، كما هو الحال بالنسبة لاستراليو المناطق الحارة ، أو لأناس جزيرة تيراديلفيجو . واذا ما غطى الانسان جسمه (جذعه torso) بغطاء بسيط فان درجات الحرارة يمكن أن تنخفض عدة درجات . واللباس المقترح هو غطاء قطني خفيف أو مادة مشابهة . وهناك عوامل عدة دفعت الى وجود اللباس في هذه المنطقة:

أ ـ لباس ملائم لارضاء الحياة التقليدية والموضة .

ب ـ الحماية من الاشعة الشمسية بالنسبة للجلد والعينين .

جـ ـ الحماية من العضويات المرضية ، كالميكروبات والحشرات .

د ـ التمويه عندما يكون هذا ضروريا .

٢ ـ منطقة اللباس الحارة الجافة ـ نموذج الصحراء ـ :

وتتمثل في الاماكن التي ترتفع فيها درجة حرارة الهواء الى أكثر من ٣٣° م في غالب الاحيان ، وتكون كمية الاشعاع المتلقاة كبيرة . ولذا فان وظيفة اللباس في تلك الاماكن تتمثل في وقاية الجسم من اشعة الشمس الشديدة ، الا انه يجب أن يكون اللباس من النوع الذي يسمح بالتبريد التبخيري ، وأن يقوم بدور عازل ضد فترات البرد الليلية . وبما أن هذه المنطقة قليلة الامطار ، لذا فانه من الافضل استعمال لباس طويل فضفاض . وعلى الرغم من أن الملابس البيضاء اللون تمتص كمية من الاشعاع أقل من الملابس السوداء ، الا أن الاختلاف ليس كبيرا كما هو شائع ، حيث ان ذرات الوسخ والطبيعة الخشنة والكامدة (غير اللامعة) للمواد المصنوع منها يعطي اللباس فاعلية الجسم الاسود .

٣ ـ منطقة اللباس ذو الطبقة الواحدة ـ نموذج شبه مداري ، أو نموذج الراحة المثلى ـ :

يتراوح متوسط درجة الحرارة في منطقة اللباس هذه بين ١٠ ـ ٢٠° م ، ولكن اذا كان جذع الانسان بحاجة الى وقاية ، فانه ليس من الضروري وقاية الاطراف . والقماش المفضل استخدامه هد الصوف أو مادة مشابهة ، مع ملابس داخلية قطنية خفيفة .

وفي الاجزاء الرطبة من هذه المنطقة يجب العمل على الوقاية من المطر ، وذلك باستعمال معطف رقيق واق من المطر ، كما يجب الاقلال من الحرارة الفاقدة بالحمل وتخزين الحرارة ، لذا فان استعمال المظلة أيضا يكون حلا حسنا .

٤ ـ منطقة اللباس ذو الطبقتين ـ نموذج المنطقة ذات الشتاء المعتدل البرودة ـ:

يميل الطقس في هذه المنطقة الى الرطوبة مع تساقط الثلج أحيانا ، ويكون متوسط درجات الحرارة الشهرية متراوحا بين صفر درجة مئوية الى ١٠° م ، مع عدم وجود فرط (زيادة) في الاشعاع . ويجب أن يكون اللباس المستخدم عازلا للحرارة (مانعا فقد الحرارة بالتوصيل) ، ومقللا من حركة الهواء ، وأن يسمح بمرور العرق في

حالة بخـار . ويتوقف نوع اللباس في هذه المنطقة على حـالة النشاط التي يبذلهـا الانسان ، ففي حالة عدم النشاط فانه من الضروري أن يسمح لطبقـة من الهـواء سماكتها حوالي ٦ مم من الوقوع بين طبقتي اللباس . غير انه في حالة القيام بعمـل يدوي يستلزم حركة دائبة فانه من الممكن الاستغناء عن طبقة اللباس الخارجية .

٥ ـ منطقة اللباس ذو الثلاث طبقات ـ نموذج المنطقة ذات الشتاء البارد ـ :

يتراوح المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في هذه المنطقة بين صفر درجة مئوية الى ـ ١٠° م ، ولذا فان الثلج والجليد شيء عادي .

ان ارتداء ثلاث طبقات من اللباس بينهما طبقتان من الهواء العازل يسبب التعرق لهو أمر ضروري ، كما انه من الواجب أن تكون الملابس من النوع الممكن فتحها كـي تسمح بمرور الحرارة الفاقدة ، وهذا يدل على أن الكنزات السميـكة ليست الحـل الناجح لراحة الجسم .

٦ ـ منطقة اللباس ذو الاربع طبقات لحـد أقصى ـ نمـوذج الشتاء شبـه القطبي ـ :

لقد أظهر « سيبل Siple » انه لايمكن اعتماد نظام واحد من اللباس بحيـث يمكن القول عنه انه أفضل من غيره . فملابس الاسكيمو المؤلفة من الفرو قـد تكون أفضل من غيرها من جهة الوزن والفائدة والبساطة ، الا انها مكلفة . وبالنسبة لانسان يعمل بنشاط وحركة ، ليس هناك لباس مناسب يوفر له الوقاية ـ في مثل مناخ هذه المنطقة الشديدة البرودة ـ لاكثر من فترة قصيرة ؛ على سبيل المثال ، عندما يتوقف عن العمل للراحة أو عندما يجلس في وسيلة نقل . ويتراوح متوسط درجة حـرارة الشتاء في هذه المنطقة بين ـ ١٠ الى ـ ٢٠° م .

٧ ـ منطقة توازن النشاط ـ نموذج الشتاء القطبي ـ :

تتمثل في هذه المنطقة ادنى درجات الحرارة في العالم ، ولذا فانه في ظل هـذه الظروف فان توازن الحرارة المريح لايمكن المحافظة عليه بأي زيادة بسيطة في الملابس العازلة لوحدها .

ومن خلال الاهتمام بمشاكل اللباس والعيش في منطقة مناخية جديدة ، تبرز مسألة درجة التأقلم أو التكيف مع البيئة الجديدة التي تظهر مكوناتها ضمن الجسم في صور تعكس تأثيرات البيئة على الانسان . ويركز « سيبل » هنا على عامل التعود أوالتمرس Accustomization Factor على الحياة الجديدة ، والذي يشير الى درجة مقدرة الانسان على التأقلم مع البيئة الجديدة من خلال تعلم كيفية معالجة عملية العيش في هذه البيئة مستفيدا من الناس الآخرين الاكثر خبرة بمتطلبات هذه البيئة، ومطبقا احساسه العام على الافعال التي يقوم بها وعلى اللباس – متعلما أيضا من الاخطاء التي يقع فيها – .

ب – دور اللباس في تأمين الظروف المناخية الملائمة لجسم الانسان :

في ظروف الحرارة الشديدة والبرودة القارصة ، فانه من الضروري أن يكون جسم الانسان معزولا كليا أو جزئيا – على الاقل – عن مصادر الازعاج الحراري ، ويتم ذلك بواسطة لبس الملابس . ويجب أن نشير هنا الى أن الهواء – لوحده – له تأثير عازل .

ويعبر عن هذا الاثر بالعلاقة التالية :

$$\text{عزل الهواء} = \left[\text{٠٫٦١} \times \text{ح}^{٢} + \text{١٩٫٠} \times \text{ح} \right]^{-١} \times \sqrt{\text{ر}} \times \left(\frac{\text{ض}}{\text{ضَ}} \right)$$

حيث ان العزل يقاس بوحدات الكلو ؛ = ١٨٫٠ م°/كيلو حريرة/م٢/ساعة.

$$\text{ح} = \frac{\text{درجة حرارة الهواء (بالكلفن)}}{٢٩٨}$$

ر = سرعة الرياح (سم/ثا)

ض = الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر .

ضَ = الضغط الجوي عند مستوى سطح المحطة .

ويمكن القول أن الحاجة للعزل نابعة من ضرورة المحافظة على درجة حرارة للجلد مساوية الى ٣٣° م ، وهذا يمكن أن يتحقق في جو غرفة درجة حرارتها ٢١° م ،

وسرعة الهواء أقل من ٣ م/دقيقة ، ورطوبة نسبية دون ٥٠٪ ، وذلك عندما يكون معدل الحرارة المتولدة من الجسم بحدود ١ ميت Met (أو ٥٠ كيلو حريرة/م٢/ساعة). وهذه هي القيمة التقريبية لعزل الملابس لرجل أعمال .

ولا بد من معرفة كل الامور التي لها تأثير على درجة حرارة الجسم حتى يمكن ادراك حالة الجسم – في حالة كونه مغطى بالملابس أو عاريا – . وقد انطلق البعض في حساب درجة الحرارة الفاقدة من الجسم من العلاقة بين درجة حرارة الوسط المحيط ودرجة حرارة الجلد ، كما يتضح من العلاقة التالية المرتكزة على قوانين انتقال الحرارة. فاذا كانت (ش) تمثل كمية الحرارة الكلية المفقودة من الجسم ضمن ظروف عديمة التبخر ، فان هذه الكمية تتناسب طردا مع الفارق بين حرارة الهواء وحرارة الجلد، وعكسا مع الفارق بين عزل الهواء وعزل الملابس ، والعلاقة هي على الشكل التالي :

$$ش = \frac{(ح_{\circ} - ح)}{ل - ل_{ث}}$$ حيث :

ش ؛ تقاس بـ كيلو حريرة/م٢/ساعة

ح = درجة حرارة الجلد (م°)

ح = درجة حرارة الهواء (م°)

ل = عزل الهواء (م°/كيلو حريرة/م٢/سا)

$ل_{ث}$ = عزل الملابس (م°/كيلو حريرة/م٢/سا)

وفي ظل الظروف التي يتوفر فيها للجسم الراحة ، فهذا يشير الى ان درجة حرارة الجلد ($ح_{\circ}$) = ٣٣° م ، ودرجة حرارة الهواء (ح) = ٣٣ – ش$(ل + ل_{ث})$

(١)

ويجب أن تتعادل كمية الحرارة المفقودة مع الكمية المكتسبة للحفاظ على درجة حرارة جسم ثابتة . وفي حال السماح بحدوث تبخر ، وبالتالي تبدد جزءا من الطاقة، فإن ؛

ش = ٠٫٧٥ × ج

حيث ج = انتاج الحرارة .

وفيما اذا كانت قيم (ش) منخفضة (٤٠) وسرعة الرياح = ٥ر١ كم/ساعة، فان العلاقة (١) تعطي درجة حرارة هواء = ٢٩° م بالنسبة للجسم العاري. أما بالنسبة للشخص المرتدي ملابسه (ل ث = ١٨ر٠ تقريبا) ، فان ح = ٢٢° م ، ولكن اذا كان الانسان يقوم بعمل خفيف (ش = ٨٠) فان ح = ٢٦° (للعاري) و١١° (للمرتدي ملابس خفيفة) .

ومن المعروف ان الرياح الهابة على الجلد المعرض لها تقوم بدور عامل تبريد، والانقاص الحراري الناجم عن فعل الرياح (ح رن) يقارب من ٩ × ش × ف ـ حيث (ش) يعبر عنها بالميت Mets ، (ف) بالكلو Clo وهي تدل على النقص في عزل الهواء الناجم عن سرعة الرياح ـ . فعند رياح سرعتها ٥ر١ كم/سا فان : ف = ٥ر٠ ، أما اذا ازدادت سرعة الرياح الى ٨٠كم/سا فان ف ترتفع لتبلغ ٩ر٠ ، ويعود هذا النقص الى فعل درجة الحرارة المتولدة ذاتيا في الجسم ، والتي تزداد كلما كانت عملية الاستقلاب metabolism اكبر . ويمكن أن يستعمل هذا النقص لتعديل ح في العلاقة الاساسية (١) نتيجة لتأثير الرياح :

$$\text{ش} = \frac{(\text{ح}' - \text{ح} + \text{ح}_{\text{رن}})}{(\text{ل} + \text{ل}_{\text{ث}})}$$

ان هذه العلاقة يكون لتطبيقها أهمية كبرى في المناطق المنخفضة الحرارة انخفاضا شديدا ،مثال : اذا كانت ح = ـ١٧° م ، فان اللحم المعرض يجب أن تكون الحرارة القادمة اليه (المكتسبة) مقدارها (ق) فيما اذا كان لابد من الاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة له ؛ حيث ان :

$$\text{ق} = \frac{[\,٣٣ - (-١٧)\,]}{١٨\text{ر}٠} = ٢٧٥ = ٥\text{ر}٥ \text{ ميت}$$

وهكذا ،فانه مع رياح سرعتها ٨٠ كم/سا ، فان تقليل الرياح الحراري يكون مساويا الى :

٩ × ٥ر٥ × ٩ر٠ = ٤٥° م ، وهذا يخلق ظروفا لاتحتمل .

وتستعمل طريقة مشابهة لحساب الزيادة الحرارية الناجمة عن الاشعاع ، وتساوي هذه الزيادة ح رز = ٩ × ص × ل

حيث ص = الاشعاع الممتص (بالميت)

واذا رجعنا الى الاشكال التي أعطاها ادولف Adolph ، فانه من الممكن الاستنتاج انه في ظروف الصحاري تكون (ص) مساوية لحوالي ٥ر٣ ، ومع رياح سرعتها ٥ر١ كم/سا فان (ح رز) تكون ١٦° م . واذا ما كتبت العلاقة المشتقة بصياغة اخرى ، فانه من الممكن القول ، انه لحفظ المساواةالسابقةعندما يؤخذ الاشعاع المتلق بعين الاعتبار (ص) فان فقدان الحرارة يجب أن يزداد بمقدار ؛

ص × ل (ل + ل ث)^-١

وتدل ل (ل + ل ث)^-١ على عامل الكفاية ، الذي هو صفر بالنسبة للانسان العاري ، وحوالي ٢/١ بالنسبة للانسان الذي يرتدي ملابس خفيفة في رياح سرعتها ٥ر١ كم/سا .

ان الدرجة العظمى لعزل الملابس تكون بحدود ٥ر١ كلو (Clo) لكل سنتيمتر سماكة ، الا انه يجب ان ندرك أن عزل الفرو والملابس والاغطية الواقية الاخرىتعتمد على أحوال الطقس . فمثلا ؛ في حال كون الجو ممطرا والرطوبة النسبية مرتفعة فان عزل الصوف ينقص بسبب فراغات الهواء الموجودة فيه والتي تصبح مملوءة جزئيا بالماء مما يقلل من حجمها .

جـ ـ أثر المناخ على المادة المستعملة في صنع الملابس :

١ ـ **الرطوبة الجوية** : ان ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو تجعل تجفيف الملابس في خارج المنزل صعبا ، بالاضافة الى انها تهيء الفرص الملائمة لنمو العفن الذي يؤثر على الملابس الجلدية وتلكالمصنوعة منالالياف النباتية ، ويعرف هذا العفن

بالعفن الفطري . كما وتتسبب الرطوبة المرتفعة في اتلاف الاغطية الجلدية وخاصة غلافات الكتب الجلدية .

وتتصف الملابس القطنية والكتانية في الاجواء المرتفعة الرطوبة بترهلهاوانكماشها بسهولة نتيجة امتصاصها البسيط للرطوبة ، بينما تصبح الملابس الصوفية مبللة بسبب طبيعتها الهيجروسكوبية ـ امتصاصها للرطوبة ـ العالية . وتستطيع المواد الصوفية المصنوعة احتواء قرابة ١٢ ـ ١٤٪ من الماء . ويستحسن في المناخات الرطبة بوجه خاص أن يوضع جهاز تسخين في خزائن الملابس للمحافظة على درجة حرارة مرتفعة للهواء مما يخفض من الرطوبة النسبية .

٢ ـ **الرياح واشعة الشمس** : تخلق الرياح المعتدلة السرعة واشعةالشمس جوا ملائما جدا لتجفيف الملابس المغسولة التي تُنشَر خارج الغرفة ، في حين تميل الرياحالعالية السرعة الى تغيير شكل الملابس. ومنذ مئاتالسنين كانت اشعةالشمس تستعمل لتبيض قماش الكتان بنشره في الخارج ، غير أن القماش الصوفي يتغير لونه بفعل اشعة الشمس فيتحول من اللون الابيض الى اللون الاصفر ، كما وان ازدياد التعرض لاشعة الشمس تجعل الاقمشة المصبوغة ذات لون باهت ، وتسرع في اتلاف اقمشة الحرير والرايون بوجه خاص . ولذا يجب أن تؤخذ هذه الحقائق بعين الاعتبار عند اختيار قماش الاثاث ، وخاصة الستائر . وتعد الاباجورات ذات فائدة كبيرة في حفظ الاثاث من ضوء الشمس المباشر ، حيث تقوم بدور درع واق من الاشعة المباشرة ، معالسماح باستمرار دخول الضوء النهاري بشكل عادي .

ج ـ المطر : على الرغم من أن ماء المطر خفيفا جدا (ماء يسر) الا انه يحويعلى بعض المواد المعدنية المنحلة فيه ، وهذا ما يساعد على تنظيف الملابس وخاصة الصوفية منها .

ثانيا : المناخ والطعام :

يتأثر نوع الطعام المستخدم ، كما تتأثر طريقة تحضيره بالاحوال الجوية ، كما ان صلاحيته ايضا تتأثر بالمناخ السائد ، اذ تتصف بعض أنواع الطعام بسرعة فسادهافي مناخات دون غيرها .

ا ـ تاثير المناخ على تحضير الطعام ومدى صلاحيته :

١ ـ درجة الحرارة : كلما ازدادت درجة الحرارة ازدادت الانزيمات ، وبالتالي نشطت الميكروبات ، مما ينجم عنه تعفن سريع للطعام ما لم تتخذ احتياطات خاصة لحفظه . وينجم عن نشاط الانزيمات سرعة في تلف الفواكه والخضار .

وتعد الاجواء الحارة الرطبة ملائمة جدا لتكاثر العفن بسرعة . وهناك بعض الاطعمة كالفواكه والجبنة والخبز ذات قابلية كبيرة لنمو العفن . غير أن معظم أنواع العفن يقضى عليها عند درجة حرارة ٧٠° م باستثناء Byssochlamys fulva والتي هي نوع نادر من عفن الفواكه التي لا يقضى عليها الا اذا ارتفعت درجة الحرارة الى قرابة ٨٥° م .

وتعد درجة الحرارة ١٥ ـ ٢٠° م الدرجة المثلى لنمو الخمائر Yeasts ، حيث يتسارع تخمر النبيذ والخبز عند هذه الدرجة . وبوجه عام فان النشاط البكتيري يتعاظم عند درجة حرارة ٣٧° م ، وهي درجة حرارة الدم . وحيث تكون الظروف من حرارة ورطوبة مناسبة لنمو وتكاثر البكتيريا فان الاطعمة تتلف بسرعة ، خاصة ما كان منها ذا قابلية للتلف أكثر من غيره ، كحال الحليب واللحم والسمك والبيض والفواكه والخضار ، وفي حال أكل تلك الاطعمة التي أصبحت فاسدة يحدث تسمم . واذا كان للبكتيريا مضار عدة ، فان لها فوائد تتجلى بدورها الرئيسي في صناعة الاجبان ، وكذلك في صناعة البيرة والنبيذ .

ويترتب على ارتفاع درجة الحرارة تغير في تركيب الدهون ، بجانب حدوث تميع فيها . ولكل نوع من انواع الدهن درجة ذوبان مختلفة عن النوع الآخر ، ولهذا السبب كانت صناعة الفطائر مشكلة واضحة في الاجواء الحارة . وينجم عن تزايد درجات الحرارة ازدياد في كمية السائل المتبخرة من الطعام ـ في حال كون رطوبة الجو منخفضة ـ ، وهذا ما يجعل الخبز والكعك وغيرهما يصبح يابسا بسرعة كبيرة اذا لم يتم حفظه في أوعية ذات أغطية محكمة الاغلاق . ولقد كانت طريقة تجفيف مواد الطعام بالتبخر احدى الطرق القديمة المتبعة لحفظها وما تزال هذه الطريقة متبعة في بعض أقطار العالم ، والامثلة عن ذلك تتجلى في تجفيف كل من ؛ الشاي، والقهوة،

والفواكه ، والسمك . وهذه الطريقة ناجحة في حال وجود جريان هواء كاف،بالاضافة الى الحرارة والجو الجاف .

ان الآثار الناجمة عن انخفاض درجات الحرارة تعاكس الاثار التي تنجم عن ارتفاع درجات الحرارة . فبانخفاض درجة الحرارة يقل نمو البكتريات ان لم يتوقف، كما أن الخمائر تتوقف عن العمل عند درجة حرارة اخفض من ١٠° م . ومع ان العفن يتحمل درجات الحرارة المتدنية الى ما دون ـ١٠° م ، الا انه غير قادر على النمو . والكثير من أنواع البكتيريات يقضى عليها في حال انخفاض الحرارة انخفاضا شديدا، بينما البعض منها يبقى في حالة الركود في حالة انخفاض الحرارة الى مادون درجة التجمد . وفي الظروف الشديدة البرودة نجد أن الدهون وحتى الزيوت تأخذ بالتجمد .

٢ ـ **الرطوبة** : للرطوبة الجوية آثار قد لا تقل عن آثار درجة الحرارة . ففي حال كون الجو رطبا فان الكثير من الاطعمة الجافة تتأثر اذا لم تكن محفوظة بشكل كاف ، فأطعمة الحبوب ـ كطحين القمح والشوفان ـ يمكن أن تفسد بسرعة ، كما أن السكر والملح والجلاتين المسحوق لقدرتهما الكبيرة على امتصاص الرطوبة ـ كونها مواد هيجروسكوبية ـ فانها تصبح مكتلة . واذا ما رافق ازدياد رطوبة الجو ارتفاع في درجة الحرارة فان نشاط الميكروبات يزداد . وكثيرا ما يستفاد من انخفاض رطوبة الجو في المناطق الحارة في تبريد الماء المحفوظ في أوعية مسامية ـ كالقلل الفخارية ، أو القرب القماشية الكتانية التي تعلق في مقدمة الشاحنات في الصيف في بلادنا ـ ، حيث تكون كمية المياه المتبخرة مرتفعة .

٣ ـ **ضوء الشمس** : ينجم عن ضوء الشمس تخريب لفيتامين ج ، وخاصة عندما يكون هذا الفيتامين على شكل سائل ومعبأ في زجاجات تسمح للاشعة الشمسية المتلفة بالمرور ، كما أن الحليب وعصير الفواكه المعبأ أيضا في زجاجات قد يتأثر بصورة مشابهة . وزيادة على ذلك فان ضوء الشمس الوفير يمكن أن يؤدي الى ذبول واصفرار الخضار الخضراء .

٤ ـ **الضغط الجوي** : اذا كانت قيمة الضغط الجوي القياسية عند مستوى سطح البحر تعادل ١ كغ/سم٢ ، فان هذه القيمة تتناقص مع تزايد الارتفاع بمعدل ٣٠ غرام/سم٢ لكل ارتفاع مقداره ٣٠٠ متر وذلك حتى ارتفاع ٣٠٠٠م . وعلى الرغم من أن تغيرات الطقس اليومية يصحبها تغيرات بسيطة في الضغط ، الا ان هذه التغيرات لاتخلق مشاكل كبيرة أثناء الطبخ . غير ان النقص الملحوظ في الضغط الجوي يسبب مشاكل عند ارتفاع الخلائط أثناء الغليان . الا ان هذه المشاكل لاتبدو بشكل واضح في حال كون الارتفاع اقل من ١٠٠٠م ، لكنها تبرز بشكل حاد عندما يصبح الارتفاع أكثر من ١٠٠٠ م . وتحتاج خلائط الطحين الى عناية خاصة اذا ما ارتفعت فيها نسبة ثاني اوكسيد الكربون أو الهواء أو البخار Steam ، حيث أن تمدد الغاز يكون أكبر مع انخفاض الضغط ، وهناك طرق عديدة للتقليل من هذه المشاكل مثل تقليل كمية الخميرة المستعملة في العجين .

وكلما ازداد الارتفاع عن سطح البحر وقل الضغط كلما انخفضت درجة غليان السوائل ، فبالنسبة للماء النقي تتناقص درجة غليانه درجة مئوية واحدة كلما ازداد الارتفاع ٣٠٠ متر . ويمكن ان يستعمل جهاز الطبخ البخاري لزيادة سرعة عملية الطبخ ، الا أن البخار الموجود في داخل جهاز الطبخ يتأثر هو أيضا بالارتفاع. ولكي نصل الى درجة الحرارة المطلوبة عند التعليب ـ مثلا ـ بغية ضمان الابادة الكاملة لجميع الميكروبات الضارة ، يجب أن نزيد الضغط الموضوع في جهاز الطبخ بمقدار ١ر٠ كغ/سم٢ لكل ١٠٠٠م ارتفاع . واذا ما أريد غلي محاليل السكر لاجل صناعة الحلوى أو البوظة ... الخ ، فيجب التذكر بأن درجة الغليان في المناطق المرتفعة اخفض منها في المناطق المنخفضة . ولقد اصبح معروفا ان درجة الغليان المنخفضة هذه تؤثر على صنع براد جيد من الشاي .

ب ـ تأثير المناخ على نوع الاطعمة المطلوبة :

للاختلافات المناخية تأثير مباشر على نوع الاطعمة المأكولة ، وان كان انسان اليوم قد مال الى التحرر ولو جزئيا من قيود المناخ في فرض انواع معينة من الطعام تزوده بالطاقة التي يحتاجها الجسم ، والتي تفرضها أيضا الظروف المناخية السائدة.

ففي المناطق الباردة يوجد ميل عند الناس لأكل اطعمة دهنية ونشوية ليواجهوا حاجة الجسم الكبرى من الحريرات ، فمثلا يتناول الاسكيمو كمية كبيرة من الدهن المستمد من عجول البحر والحيتان وفيل البحر . كما وان عملية الطبخ في المناطق الباردة تتم في داخل البيوت حيث يقوم الموقد بعمل طباخ وجهاز تدفئة بآن واحد .

وفي العروض المنخفضة فان المناخ الحار يؤثر على انواع الطعام المأكولة حيث يعم اكل الاطعمة غير المطبوخة كالفواكه والخضار والاطعمة الباردة ، وغيرها من الاطعمة التي تقل فيه نسبة الدهن والمواد النشوية . وفي هذه المناطق تزداد نسبة تناول السوائل بغية تعويض ما يفقده الجسم بفعل التعرق . كما ان عملية اعداد الطعام وطبخه تتم في الغالب خارج البيوت .

ثالثا ـ التنظيف Cleaning :

ان لكل منطقة مناخية مشاكل تنظيف خاصة بها . ففي المناطق التي تسود فيها الاجواء الصناعية الوسخة وحيث الرطوبة الجوية مرتفعة فان مشاكل التنظيف فيها تختلف عما هي عليه في المناطق الريفية النظيفة ذات المناخ الجاف .

أ ـ الرطوبة النسبية : غالبا ما تسبب الرطوبة الجوية المرتفعة حدوث تكاثفات على بعض السطوح ، كالخشب المصقول ، والمعادن ، والمرايا ، ولا مجال لتلميعها حتى يصبح الجو اكثر جفافا . وتتشكل على المعادن في الاجواء الرطبة طبقة من الصدا ـ بفعل عملية الاكسدة ـ ، فالنحاس يصبح مغطى بطبقة من الكربونات الاساسية (الزنجار) المسماة بصدأ النحاس Verdigris .

ويحدث تبقع (تلون) في الجدران الرطبة ، كما وتتقشر ورق الجدران وحتى الطلاء . كما وتميل الابواب الخشبية واطارات النوافذ الى الانتفاخ والالتواء ما لم تكون قد جففت جيدا وحفظت بشكل جيد .

ان الضباب برطوبته النسبية ١٠٠٪ يكون سببا رئيسيا في وجود الحالات التي ذكرناها سابقا . وتضيف ذرات الاوساخ والدخان ـ في الاجواء الصناعية ـ الى الضباب صعوبات اخرى في عمليات التنظيف ، وذلك بسبب ترسب تلك المواد ـ كالكبريت والزيوت ـ على الاشياء المستوجب تنظيفها .

ب ـ أشعة الشمس : تعد الايـام المشمسة الجافـة أياما نموذجيـة لتنظيف السجاد ، سواء لتجفيف السجاد المنظف بالشامبو ، أو لتجفيف الغبـار الموجود في داخله كي يمكن ازالته بسهولة بواسطة نفض السجاد أوضربه . الا أن الاعمال الخشبية غير المجففة جيدا وغير المحفوظة فانها ستجف عنـد تعرضها لاشعة الشمس ، ولـذا فانها قد تتشقق ، ويجف الدهان ويتقشر ـ على الرغم من توفر أنواع من الدهانات الجيدة التي تستطيع مقاومة اشد حالات الطقس تطرفا ـ .

الفصـــل الثـــالث

المنـــــاخ والصحـــة

عرف الانسان منذ القديم تأثير العوامل الجوية على صحته ، وكان يتنقل باحثا عن الهواء العليل والشمس الدافئة والسماء الصاحية والشواطىء الهـادئة . وكان الترابط الحاصل ما بين تعاقب الصحة والمرض وتغير الاحوال الجوية شغله الشاغل في كل الازمنة. فقد أورد هيبو قراط Hippocrate الطبيب الاغريقي (٤٦٠-٣٧٧ق.م) في كتابه (الهواء والماء والامكنة) كثيرا من الامور المتعلقة بتأثير ظواهر الجو على صحة الانسان. وعالج أطباء وحكماء العصور الوسطى مرضاهم باختيارهم أماكن وفصـول معينة ذات ظروف جوية معينة بحيث تخفف من آلامهم وتعجل في شفائهم . وعـلى الرغم من التقدم العلمي والتكنولوجي الذي اتصف به النصف الثاني من هذا القرن ، إلا ان موضوع علاقة الصحة بالظروف الجوية لم يلق عناية كافية من الاطباء والعلماء، ويعود ذلك كما يرى هوجلين Hoglyn الى اكتشافات العالمين الكبيرين باستـور ، ومندل في القرن التاسع عشر ، حيث كشف الاول منهما (باستور) عن وجود الجراثيم، وحدد الثاني (مندل) دور الوراثة الطبيعية ، وهذا ما قلل من أهميـة دور البيئـة في تأثيرها على صحة الانسان ، على الرغم من أن الكثير من الامراض هي نتاج ظروف جوية معينة . ولقد ثبت مؤخرا وجود ترابطات كبيرة ما بـين انواع المناخ وانتشـار أمراض معينـة .

وللمناخ تأثـير مزدوج على الانسان ، فله تأثير فيزيولوجي ، كما أن له تأثـيرا نفسيا ،وهذه التأثيرات قد تكون مباشرة ـ في حال تعرض الانسان لموجة برد شديدة وهو في العراء ـ أو غير مباشـرة ـ عن طريق الميكروبـات والحشرات ـ . ولقـد دلت الاحصاءات العالمية الى وجود صلة وثيقة بين عدد الوفيات وحالة الجو ، حيث تكثر الوفيات في الايام التي تهب فيها الرياح بسرعة عالية . وأكثر الظواهر الجوية تأثـيرا

على صحة الانسان ، هي ؛ انخفاض الضغط الجوي المترافق بحرارة مرتفعة وهطول للامطار ، وكذلك رطوبة جوية عالية ، وحدوث عواصف هوائيـة . ويبرز تأثير الجو واضحا أكثر في حال الاناس المصابين بأمراض قلبية ووعائية حيث تزداد نسبةالوفيات بينهـم .

وفيما يلي توضيحا **لتأثير أهم العناصر المناخية على صحة الانسان** : —

١ ـ الاشعـاع :

ان زيادة ملحوظة في كمية الاشعة فوق البنفسجية التي يتعرض لها الجسم ، كما يحدث عادة في الجبال المرتفعة ، يتولد عنها ضربة شمس شديدة وتشقق فيالجلد او حدوث بقع عليه . ويعتقد ان بعض انـواع السرطانات الجـلدية الخفيفة تصيب الناس البيض الذين يقطنون مرتفعات المناطق الحارة . كمـا ان المستوطن الابيض في تلك المناطق يجد صعوبة في شفائه من الامراض الجلدية التي تصيبـه نتيجة لشـدة تعرقه . وسواء كان هناك زيادة في الاشعة فـوق البنفسجيـة ام لا ، فان الاشعـاع الشمسي الشديد يسبب ضربة شمس .

ومن الملاحظ ان كثرة اشعة الشمس وشدتها في المنـاطق الحارة تساعد عـلى زيادة سرعة نمو بعض الاجهزة والغدد في جسم الانسان مما يؤدي الى انخفاض سـن النضج في المناطق الحارة الى حدود سن الثانية عشرة ، لكنه يقارب في مناطق المنـاخ المعتدل سن الخامسة عشرة ، وفي المنـاطق الباردة يصـل حتى سن الثامنة عشـرة تقريبـا .

٢ ـ درجة الحرارة :

ان تركز حدوث بعض الامراض في فصل من السنة دون غيره مدعاة لربطه بالحالة الجوية السائدة . وكمثال ؛ ان امراض الحمى الحمـراء Sarlet feve والخنـاق Diphtheria ، واليرقان Jaundice يكثر حدوثها في سويسرا في فصل الشتاء بوجه خاص ، بينمـا امراض الحصبة meales ، والانفلونزا ، وجدري الفـراخ Chicken Pox تكون اكثر حدوثا في فصل الربيع . بينما تصل امراض القلبوالجهاز

التنفسي الى اعظمها في اواخر الشتاء واوائل الربيع في انكلترا واستراليا . ويؤكد العلماء انخفاض الضغط في الايام الدافئة عند المرضى الذين يعانون من فرط التوتر الشرياني . وتزداد الآلام المفصلية عند المرضى بالروماتيزم في الليالي الباردة ، كما تكثر اصابات الكليتين وجهاز التنفس . وقد لوحظ تشكل وذمات حادة في البلعوم والحنجرة عقب تنفس هواء شديد البرودة ، كما وتسوء احوال المرضى المصابين بالربو القصبي وتعتريهم نوبات شديدة من ضيق التنفس عند الانخفاض المفاجيء في درجة حرارة الجو .

ومما لاشك فيه ان هناك اناسا لهم القدرة على تحمل تطرفات حرارية شديدة، فقاطني المناطق المرتفعة الحرارة لهم طاقة كبيرة على تحمل الحرارة المفرطة فيالارتفاع، كما يستطيع سكان الصحاري الحارة السير حفاة على الرمال التي تتعدى حرارتها ٧٠°م ، في حين نجد ان قاطن المناطق المعتدلة الباردة يجد آلاما في السير بنفس الظروف . كما اننا نجد ان قاطني المناطق الشديدة البرودة في العالم بامكانهم السير حفاة على الثلج لبضع ساعات دون ان يشعروا بعدم الراحة . ويعتبر الهنود الاندیزیین من ذوي المقاومة الشديدة للبرد ، ذلك ان اقدامهم مزودة بأوعية دموية شعرية تدور خلالها الحرارة في القدم بسرعة . كما ان الدراسة التي قام بها لوبلان (Le Blanc) اظهرت قدرة صيادي السمك في اقليم غاسبه Gaspe في شرقي كندا على التكيف بسرعة مع الاحوال الباردة .

وفي الحالات الشديدة البرودة ، فان اصابة الصقيع للاطراف يكون امرا عاديا. إلا ان اسوأ آثار البرد هي ما تصيب الرئتين ، فأمراض البينيومونيا Pneumonia وامراض رئوية اخرى هي امراضا عامة في الاراضي المرتفعة من بوليفيا ، حيث يعرف الفصل البارد هناك باسم حصاد الموت .

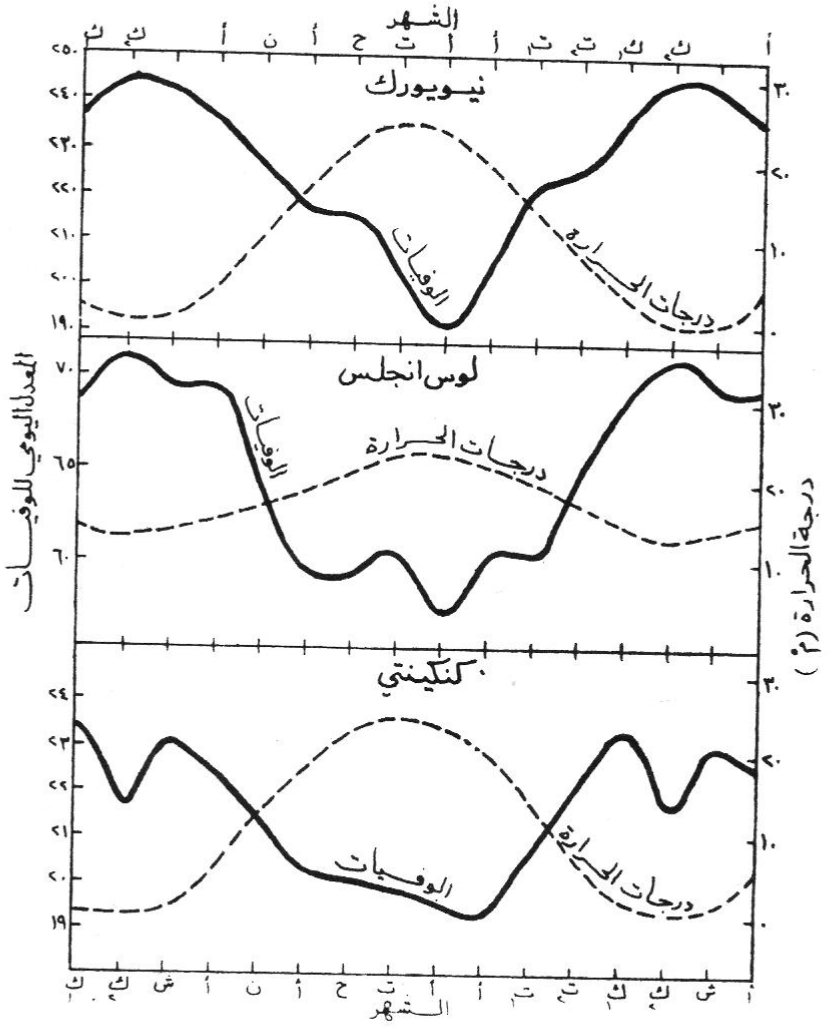
واذا ما توافقت درجات الحرارة المرتفعة مع رطوبة جوية عالية ، فان هذا سيترتب عليه ظهور طفح على الجلد ، هذا الطفح يتطلب المصاب به ليتم شفائه منه نقله ولولفترة قصيرة الى بيئة صحية اكثر . ويكثر حدوث ضربة الشمس في حال كون الجو اكثر جفافا ، وهذا ما اكده سشيكل Schikele (١٩٤٧) ، اذ ان الاصابة

بضربةالشمس يزداد عندما تزيد درجة الحرارة عن ٤٨° م ، وضغط بخار الماء يكون بحدود ١ر١ مم (مقياس الرطوبة الشعري) . وفي المناطق البحرية حيث الرطوبة المرتفعة ، وفي حال كون الشتاء باردا ، فان أمراضا معينة تظهر ، كما في الروماتيزم والتهابالمفاصل Arthritis وتزداد الاصابة بأمراض الرئة في حال ترافق البرد الشديد بالرطوبة المرتفعة . وينجم عن البرد الشديد والملابس المبللة حدوث آلام مزعجة ، حيث تتشقق الاقدام عندما يكون الحذاء مبللا ، وقد يتعرض الانسانللموت اذا ما كانت الملابس مشربة بالماء . أما اذا كان الجو حارا والرطوبة الجوية منخفضة كما يحدث فيالمرتفعات المدارية ، فان هذا سيؤدي الى تشققالجلد وخاصةالشفتين، كما ويمكن أن يحدث نزيف حاد من الانف .

ولما كان هناك العديد من الامراض تنتقل عن طريق الحشرات التي يرتبط تكاثرها وتطورها بالظروف المناخية ، لذا لابد من الاشارة الى ذلك ؛ والبعوض كمثال على ذلك يزداد لدغه في الفترات الاكثر حرارة . والبعوض يسبب مرض الملاريا ، ويكثر هذا البعوض في الاجواء الحارة والمستنقعية ، ويتطلب تكاثره وجود درجات حرارة لاتقل دوما عن ١٥° م ، وامطار سنوية تزيد عن ١٠٠٠ مم يمكنها أن تخلق بيئة راكدة من الماء يحتاج اليها البعوض لتكاثره ووجوده . كما أن المتعضيات التي تسبب الحمى الصفراء Yellow fever والتي يقوم بنقلها البعوض لايمكن أن تنمو فيدرجات حرارة تقل عن ٢٠° م . ولعدد الوفيات علاقة بتغيرات درجات الحرارة ، وهذا ما توضحه منحنيات درجات الحرارة السنوية والوفيات في ثلاث مدن امريكية – شكل (٢٨) – .

٣ – الضغط الجوي :

تتمثل المؤثرات التي يمارسها الضغط في المناطق المرتفعة ، حيثتقلكثافةالهواء ويزداد تخلخله وبذا ينخفض الضغط ، ويستحيل على الانسان العيش بصورةدائمة في المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٥٢٠٠م . ولقد دلت التجارب التي تمت في جبال الانديز علىخطورة الحياة في المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٥٠٠٠ م ، وتوصلت الى نتائج هامة تستوجب على العمال القادمين من أراضي منخفضة ويعملون في مناجم



شكل (٢٨)

العلاقة بين عدد الوفيات ودرجات الحرارة في ثلاث مدن في الولايات المتحدة الامريكية

عن : « Hobbs , 1981 »

على ارتفاع ٥٨٠٠م أن ينتقلوا يوميا الى المناطق المنخفضة ، لان النقص في الاوكسجين في تلك الارتفاعات لايمكن أن يعوض بالاقلمة ، بينما في مقدور العمال القادمين من

مدينـــة وينشوان Wenchuan (٥١٠٠ م) ومدينـــة تشكالتايـــا Chacaltaya في بوليفيا من البقاء هناك لمدة اسبوع دفعة واحدة ، والآثار الفيزيولوجية الناجمـة عن انخفاض الضغط مع الارتفاع ، تتمثل في ؛ الاغمـاء ، والصـداع ، والرعـاف ، والغثيان ، والوهن ، والارق .

ولقد حاول الاسبان أثناء استعمارهم لمعظـم اراضي امريـكا اللاتينية أقلمـة المهاجرين فوق المرتفعات ولكنهم اخفقوا . فالزنوج الذين جلبـوا للعمل في المناجـم المرتفعة لم يتمكنوا من الحياة فقضي عليهم موتا . وتمكن الاوربيون من التكيف ، ولكن اطفالهم ظـلوا قرابة نصف قرن لايتعدون دور الطفولة ثم يموتون . أما الخلاسيـون (آبـاء اوربيين وامهات هنديات) فقد كانت فرصهم للحياة أفضل ، وازدادت نسبة الانجاب مع ازدياد الموروثات الهندية . ولذا فان مرتفعات الانديز في اكوادور وبوليفيا وبيرو لاتزال موطن الهنود . وسر نجاح الهنود في الانجاب فوق المرتفعات العالية، يرجع الى كون صدورهم ورئاتهم وقلوبهم كبيرة الحجم ، واذرعهم وسيقانهـم قصـيرة، ودمهم ثقيل القوام واحمر غامق مع ارتفـاع نسبة كرات الدم الحمراء المسئولة عـن زيادة كمية الاوكسجين في الدم اللازم للانجاب .

٤ ـ الريـــاح :

يقول طبيب القرن السادس عشر بارسيليوس « ان من كشف اسرار الريـــاح والعواصف والطقس عليه أن يكون أعرف الناس بأسباب الامراض » . ومنذ العصور الوسطى عرف الاوربيون رياح الجنوب التي تهب على ايطاليا محملة بالهـواء الرطب وتتجه نحو جبال الالب الشاهقة حيث تفقد رطوبتها بعد هطول ما بها من ماء ، وتتابع سيرها على السفوح الشمالية على شكل رياح جافة ودافئة . هذه هي رياح الفوهـن التي وصفت بأنها تذيب الثلوج التي تتراكم في فصل الشتاء ، وعرفهـا اليونانيـون والاغريق ببالعة الثلوج . ويصحب هبوب هذه الرياح الجنوبية انخفاض في الضغط، كما وتترافق بأعراض مرضية ظاهرية ؛ كالآلام الشقيقة ، والقلق ، والشعور بالحزن، والضيق ، والارق ، والاحلام المزعجة . وقد لاحـظ الاطباء الالمـــان والنمساويون والنرويجيون ظهور علائم التهيج عند المصابين بأمراض عصبية وقلبيـة . كما أثبتت

بعض الدراسات كثرة جرائم القتل وحوادث الانتحار في هذه الآونة . ورياح الفوهن هي رياح حارة ترفع حرارة الجو وتنقص رطوبته وتخفض ضغطه ، وتؤدي هذه التغيرات الى اضطرابات صحية وصفها بدقة الطبيب البريطاني موريكان ، حيث لاحظ ان الاطفال الرضع هم أول من يتأثر بتلك الرياح اذ يزداد صراخهم في الحدائق ودور الحضانة ولا ينقطع الا بعد هدوئها . وفي المدارس يحصل الاطفال في هذه الفترات على درجات متدنية في دروسهم نتيجة لتهيجهم واهمالهم لواجباتهم المدرسية واصابتهم بعدم الاكتراث . أما الاشخاص البالغون فتسبب رياح الفوهن وهنا في قواهم وازديادا في تهيجهم ، كما وتؤدي الى أرق مزعج عند الكثير منهم . وتكون الاعراض واضحة عند المرضى المصابين بتضيق في الاوعية الاكليلية ، والروماتيزم ، وآلام الراس النصفية . وقد لاحظ البروفسور بيري ، زيادة نفث الدم عند المرضى المصابين بالسل الرئوي . وأكد الجراح بونسر أن رياح الفوهن تسيء الى حالة المرضى الذين أجريت لهم العمليات الجراحية وتزيد من اختلاطات التداخل الجراحي عندهم .

اما الرياح الشمالية المعروفة باسم مسترال Mistral فانها تؤدي الى ظهور الصداع والارق واحتداد الآلام العصبية، وتزداد عند هبوبها النزلات الوافدة، وتسوء حالة المصابين بأمراض رئوية . ومثل هذه الاعراض تسببها رياح شمالية اخرى تعرف باسم ترامونتانو Tramontano تؤثر على شمال البحر المتوسط وعلى جنوبه . ولا يرتبط تأثير الرياح على صحة الانسان بسرعة هبوبها أو اتجاهها فحسب، وانما بالدرجة الاولى على ما تحدثه من تغيرات مفاجئة في الضغط والحرارة والرطوبة.

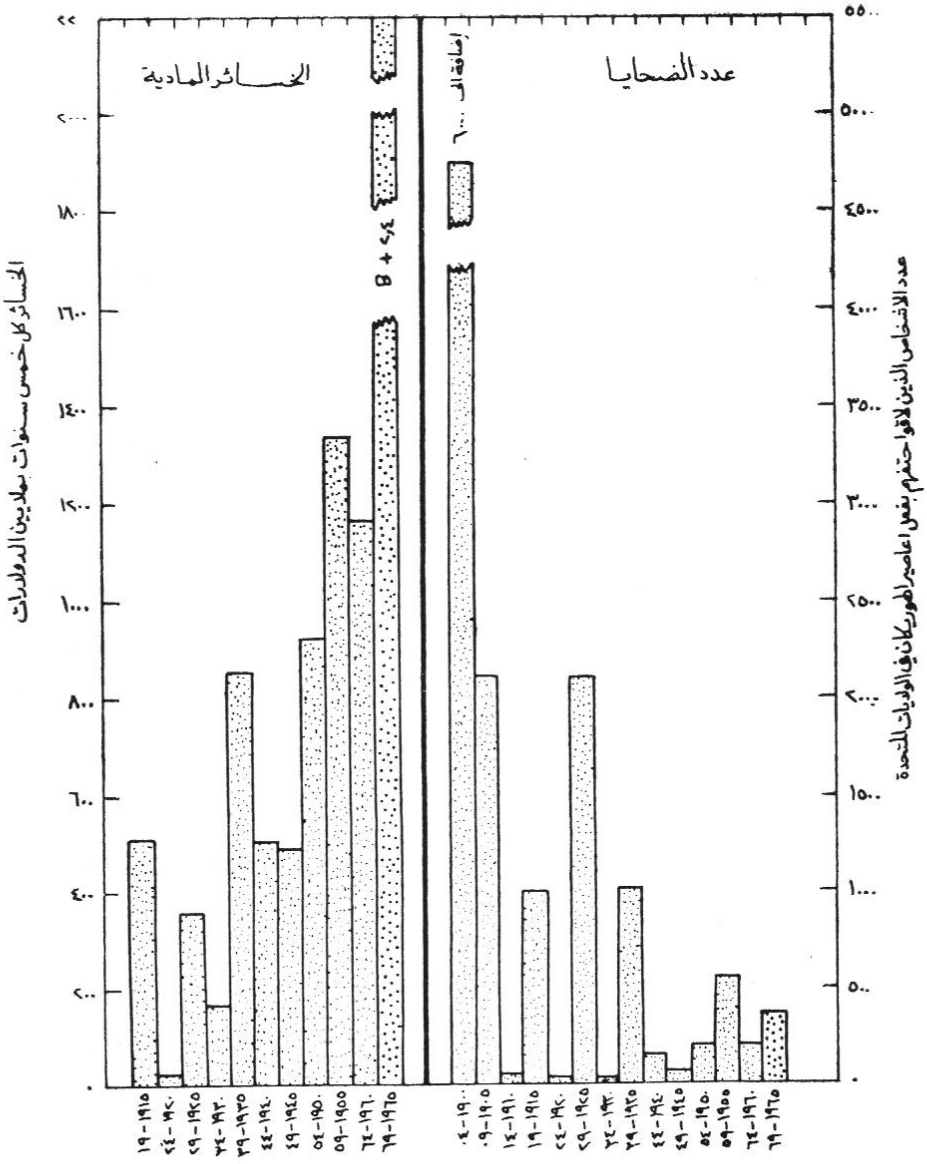
٥ ـ الاضطرابات الجوية Atmospheric Disturbances :

ان ظواهر الطقس المتغيرة اثناء مرور المنخفضات الجوية الجبهية بجبهاتها المختلفة الحارة والباردة ، وبقطاعاتها الهوائية المتنوعة من حارة وباردة تؤدي أيضا الى تأثيرات على صحة الانسان لفتت الانتباه اليها منذ القديم . فقد تكلم هيبوقراط عن الآلام التي تصاحب تقلبات الطقس هذه ، كما جاء في العصور الوسطى ذكر للاعراض المرضية التي تسببها تقلبات الطقس في القوانين والتشريعات . فتؤدي تغيرات الطقس الشديدة الى اضطراب العمليات الحيوية في الجسم ، فتتغير مثلا

خصائص الـدم الفريزية ، ويزداد تخثره قبيل مرور الجبهـة الهوائيـة الباردة ، وتشتد عملية الانحلال الفيبريني (انحلال الخثرات الدموية) بعد مرور الجبهةالهوائية البارد .كماوتتغير وظائف الكليتين والغدد الصماء واحتواء الدم على السكر والكلس والفوسفات والصوديوم والمغنزيوم خلال تحرك الكتل الهوائية .

وكثـيرا ما تؤدي الاعاصـير الجوية ـ كالتورنادو ، والهوريكان أو التيفـون ، والسيكلونات ـ بأمطارها الغزيرة وفيضاناتها الكبيرة الى فقـد الآلاف مـن البشـر ـ شكل (٢٩) ـ . ويعد الفيضان الذي حدث في الصين عام ١٨٨٧ أسوأ فيضـان سجله التاريخ والذي أودى بحياة قرابة مليون نسمة ، كما أن الاعصار المداري الذي ضرب الهند الصينية عام ١٨٨١ أودى بحياة حوالي ٣٠٠ الف شخص . والجـدول التالي يبين أهم الاعاصير المدارية (الهوريكان ـ التيفون) وعدد الاشخاص الذين لاقوا حتفهم بسببها .

السنـة	المنطقـة	عددالضحايا (نسمة)
١٨٨٧	الصـين	١٠٠٠٠٠٠
١٧٣٧	الهنـــد	٣٠٠٠٠٠
١٩٧٠	بنغلاديش	٣٠٠٠٠٠
١٨٨١	الصـين	٣٠٠٠٠٠
١٩٢٣	اليابـان	٢٥٠٠٠٠
١٨٩٧	بنغلاديش	١٧٥٠٠٠
١٩٧٦	بنغلاديش	١٠٠٠٠٠
١٩٧٧	الهنـــد	٥٥٠٠٠
١٨٦٤	الهنـــد	٥٠٠٠٠
١٨٣٣	الهنـــد	٥٠٠٠٠
١٨٢٢	بنغلاديش	٤٠٠٠٠
١٧٨٠	الانتيـل	٢٢٠٠٠
١٨٣٩	الهنـــد	٢٠٠٠٠
١٧٨٩	الهنـــد	٢٠٠٠٠



شكل (٢٩)

الخسائر التي سببتها اعاصير الهوريكان في الولايات المتحدة خلال الفترة ١٩١٥ ـ ١٩٦٩

عـن : « ESCAP , LRCS and WMO , 1977 »

السنة	المنطقة	عدد الضحايا (نسمة)
١٩٦٥	بنغلاديش	١٩٢٧٩
١٩٦٣	بنغلاديش	١١٤٦٨
١٩٦٣	كوبا ـ هايتي	٧١٩٦
١٩٠٠	تكساس	٦٠٠٠
١٩٦٠	بنغلاديش	٥١٤٩٠
١٩٦٠	اليابان	٥٠٠٠
١٩٧٤	استراليا (داروين)	٤٩

وتبقى اعاصير التورنادو اقل خطرا من اعاصير الهوريكان ، وتشير التقديرات الى ان عدد ضحايا اعاصير التورنادو في الفترة بين ١٩١٦ ـ ١٩٥٢ في الولايات المتحدة كان بحدود ٢٠٠ شخص ، بينما بلغ ١٢٠ شخص في الفترة من ١٩٥٣ ـ ١٩٦٨ .

ويمكن ذكر بالاضافة الى ما تقدم الضحايا التي تذهب بسبب المجاعة الناجمة عن الجفاف في كثير من المناطق .

٦ ـ الظواهر الجوية الكهربائية :

يحتوي الجو على ساحات كهربائية قوية . ففي الاحوال الاعتيادية تكون الارض ذات شحنة كهربائية ايجابية وقواعد الغيوم ذات شحنة كهربائية سلبية ، ويقدر فرق الجهد الكهربائي الوسطي (الكمون) في الجو بمائة فولط في المتر المربع الواحد ، وتزداد قيمة الفرق هذا الى كثر من الف فولط/م٢ في حال حدوث العواصف والاعاصير ، اذ ترتبط تغيرات التوتر الكهربائي بالظواهر الطبيعية الجوية المختلفة . وتمثل الصواعق اندفاع قوي للشحنات السالبة في أسفل الغيوم نحو الشحنات الموجبة عند سطح الارض ، مترتبا على ذلك ولادة تيار كهربائي ذو وهيج هائل ، ولهذه التفريغات الكهربائية آثار كبيرة على الصحة ، وكان هذا موضوع بحث نشره جاردل عام ١٩٦٠ بعنوان «تأثيرات وتغيرات فرق الكمون الكهربائي الجوي على صحة الانسان» ،

اذ انه راقب المرضى الموجودين في مصح بزانسون لمدة عامين ، اتضح له من خلالهما احتداد الامراض او انتكاسها في حال حدوث تغيرات كهربائية حادة ومديدة .

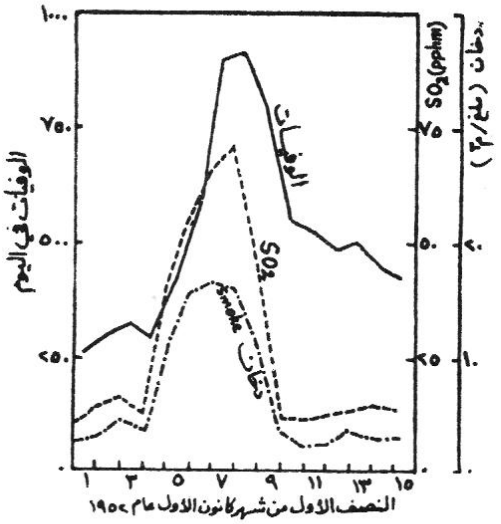
ويعزى علماء الحياة التأثيرات الكهربائية الجوية على جسم الانسان الى زيادة دخول الشوارد الكهربائية الى جسم الانسان ومشاركتها في العمليات الاستقلابية التي تحدث في الجسم . والجدير بالذكر أن لكل من الشحنات السالبة والموجبة تأثيراتها الخاصة ، فالشوارد الايجابية تظهر تأثيرا سيئا على صحة الانسان وتؤدي زيادتها في الجو الى الشعور بالضيق والضجر ، ويعتبر العالم الروسي تشجيفسكي أول من نبه الى ذلك . وجاءت التجارب التي أجراها العالمان (أونيسور ، وباكت) في الولايات المتحدة لتؤكد التأثير السيء للشوارد الموجبة في الجو على صحة الانسان؛ فلقد تم الطلب من بعض الاشخاص أن يتنفسوا خلال عشرين دقيقة هواءً يحتوي على ٣٢ مليون شاردة في السنتيمتر المكعب الواحد ، وقد ظهر من خلال ذلك صداع شديد وضيق في التنفس عند اولئك الاشخاص ، بجانب أعراض تخريش مخاطيات الفم والبلعوم والاصابة ببحة في الصوت . واستطاع العلماء الروس أن يبرهنوا على وجود صلة وثيقة بين زيادة نسبة الشوارد الموجبة في الجو وكثرة النوبات عند المصابين بأمراض قلبية ، وزيادة الاختلاطات في العمليات الجراحية ، واقترحوا لتفادي هذه الاخطار استخدام جهاز اشعاعي خاص يسمح بخفض نسبة الشوارد الموجبة في غرف المرضى وغرف العمليات .

وفي المدن الكبيرة حيث يكون الجو ممتلئا بالغازات التي تنشرها وسائل المواصلات ، ودخان المصانع ، وذرات الغبار ، وتعرف هذه العناصر باسم الشوارد الثقيلة ، وتتمركز أكثر ما يكون في الاجزاء القريبة من سطح الارض ، ويطلق هوجلين على تلك الشوارد اسم الشوارد القاتلة لما تحدثه من أضرار في الصحة العامة. والى جانب الشوارد الكهربية السالبة والموجبة فان الجو يحتوي على موجات كهرطيسية، ولقد دلت الابحاث على أن هذه الموجات تسبب الضجر عند الناس وتصيبهم بالصداع والوهن وتجعلهم يشعرون بضيق في الصدر . وتظهر الموجات الكهرطيسية حسب تقلبات الطقس ، فهي تسجل بكثرة قبل هبوب العواصف ، وتكثر في الربيع وتقل في الشتاء ، وترافق دوما انتقال الكتل الهوائية الحارة .

٧ ـ الضباب والملوثات الجويـة :

تبرز أهمية الضباب وآثاره الضارة من خلال الاجسام الغريبة التي تكون مجالا رحبا لتجمع جزيئات الماء وتشكل الضباب ، وهذا ما جعل الضباب يكثر في المدينـة مقارنة مع الريف . وقد يكون الضباب المليء بالملوثات الجويـة القادمة من مصـادر متنوعة من سطح الارض احدى الظواهر الجوية القاتلة . ففي شهر تشرين الاول مـن عـام ١٩٣٠ تشكل ضباب كثيف في وادي ماس بالقـرب مـن مدينـة لياج Liege البلجيكية وكان هذا الضباب مليئا بالغبار وبجزئيات غازية مختلفة سببت تلوث الجو لمدة خمسة أيام كاملة ، كان من ضحايا هذا الضباب قرابة ٦٣ شخصا ، وعدد أكبر بعدة مرات من الناس شعروا بسوء حالتهم الصحية لفترات طويلة بعـد انقشـاع الضباب . وقد حدثت مثل هذه الظاهرة في بلدة دونورا الامريكية القريبة من مدينة بتسبرغ عام ١٩٤٨ . ومع ذلك فان حادثتي لياج ودونورا لايمكن مقارنتهما بما حـل في مدينة لندن عام ١٩٥٢ . ففي صباح الخامس من شهر تشرين الاول من عام ١٩٥٢ شهد سكان مدينة لندن غياب الشمس غيابا كاملا عن سماء العاصمة البريطانيـة ، فقد كانت تحجبها عنهم طبقة دخانية ضبابية كثيفة لم يعهد أن شاهدوها من قبـل، وقد استمرت هذه الظاهرة لمدة أربعة أيام ، لاقى أكثر من أربعة آلاف شخص حتفهـم خلالها ـ شكل (٣٠) ـ . والضباب بحد ذاته ليس خطرا على الانسان ،ولكن يصبح خطرا اذا كان يحتوي على شوائب كثيرة ؛ ففي حادثة وادي ماس كان الهواء مشبعـا بالشوارد المعدنية التي تطلقها في الجو المصانع الكبيرة كمصانع الحديد والزنك والزجاج. وهذا ما حدث في صباح الخامس من تشرين الاول عام ١٩٥٢ عند تشكل ضغط جوي مرتفع في الاجزاء الجنوبية من بريطانيا مستمرا بضعة أيام لم يشعر الناس خلالهـا بحركة الهواء ، اذ كان الجو هادئا ، وكان هذا الوضع الجوي يسود في معظم الاراضي البريطانية ، الا أن الكارثة حلت في لندن وحدها ، وهذا مرده الى التلوث الشديـد الموجود في أجواء العاصمة البريطانية ، حيث قدر الاخصائيون أن الضبـاب الكثيف فوق لندن كان يحتوي عام ١٩٥٢ عدة أطنان من الدخان ومركبات المواد الكبريتية ـ انظر الشكل (٣٠) ـ .

واذا كان الترابط واضحا ما بين الصحة والمرض والطقس ، فان الترابط واضحا ايضا ما بين الصحة والمرض والنشاط الاقتصادي . وتبدو تلك الترابطات اشد وضوحا فيما لو أخذنا بعين الاعتبار بعض المصادر البشرية والارضية التي تدخل في تركيب الجو القريب من سطح الارض والتي تترك تأثيراتها على الصحة آثارا واضحة على النشاط الاقتصادي . ولقد كان التلوث موضوع العديد من الدراسات في كافة انحاء العالم ، خاصة بعدما تأكد ارتباط الكثير من الامراض بالملوثات الجوية ، كما في؛ امراض الالتهابات الشعبية Bronchitis وامراض سرطان الرئة Lung Cancer ،واقل من ذلك أمراض أوعية القلب Cardiovascular وسرطانات الجهاز اللاتنفسي . ولقد قدر لافي وسسكين Lave , Seskin (١٩٧٠) الكلفة السنوية للامراض التنفسية في الولايات المتحدة فكانت قرابة ٥٠٠٠ مليون دولار .



شكل (٣٠)

تأثير الملوثات الجوية على الوفيات في لندن خلال شهر كانون الاول عام ١٩٥٢

عن : « Royal College of Physicians , 1970 , Hobbs , 1981 »

والنتائج الفيزيولوجية للتلوث تعتمد على شدة تركيز الملوثات ومدة التعرض لها والجرعة منها التي يستنشقها الانسان . والتأثير الاولي للملوثات ، يتمثل في

الملوثات الكيماضوئية التي تسبب حرقة (لسعة) في العيون بفعل تأثير الغاز اللاسع (الحارق) Acrid المعرف باسم بيروكسياستيلنيترات Peroxyacetylnitrate والذي يتشكل من التفاعلات الحاصلة بين الهيدروكربونات واكاسيد النتروجين والاوكسجين الجوي تحت تأثير ضوء الشمس . أما الأوزن (O_3) الذي ينتج من تلك التفاعلات فانه يؤذي أنسجة الرئة ويزيد من معدلات الوفيات ، حيث يسبب تورمات في أوعية الرئة . ومن الممكن أن يؤدي ثاني أوكسيد الكبريت So2 الى تعفن المجرى التنفسي الادنى ، خاصة بين الاشخاص المتقدمين في السن ، والاطفال الصغار . والجدول التالي يوضح أهم المؤثرات للملوثات الجوية من خلال كمية تلك الملوثات ومدة التعرض لها . نقلا عن : (Linare and Hobbs , 1977) .

المادة الملوثة	درجة التركيز (الكمية) (مغ/م٣)	مدة التعرض	الآثـــار
ثاني اوكسيد الكبريت So2	٢ر٨٦	—	شـم رائحـة .
	٠ر٤٣	اسبوع واحـد	اضرار مباشرة في انسجة معينـة .
أول اوكسيد الكربون Co	٠ر٤٣٨	ساعة واحـدة	صداع حـاد ، غثيـان ، انهيـار .
	٠ر١٢٥	١ — ٢ ساعة	قلـة تيقظ .
ثاني اوكسيد النتروجين N2O	١٠ر٢٥	شهرين	امكانيـة الاصابة بمرض Pneumonia (في الحمير)
	٢ر٠٥	ساعة واحـدة	تتأثر بروتينات الرئـة (في الارانب)
	٠ر٤١	—	شـم رائحـة
الاوزون O3	٢ر١٤	٣٠ دقيقـة	صداع ، انخفاض فعالية نقل الاوكسجين الى الدم .
	١ر٠٧	٣ أشهر (٣ ساعة كل يوم)	انسداد في الرئتين ، انقباض الصدر ، التهاب البلعوم، نوم عميق . انكماش جلد الوجه .
	٠ر٢١	—	جفاف أغشية الانف .
	٠ر١٧	—	قابلية التأثر ببكتريا ستربتكوك .

البـــاب الرابع

المناخ وتأثيره على أنشطة الانسان المختلفـــة

الفصل الاول : المنـــاخ والزراعـــة

الفصل الثاني : المنـــاخ والحيوانـــات

الفصل الثالث : المنـــاخ والصناعـــة ، الاتصالات والنقـــل .

الفصل الاول

المنـــاخ والزراعـــة

يقوم المنـــاخ بتحديد انتـــاج المحاصيل الزراعية بالطريقة نفسها التي يقوم فيها المنـــاخ بتحديد تشكل الكليماكس النباتي . وعلى الرغم من أن المحاصيل الزراعيـــة تتأثر بالتربة والتضاريس والحشرات والامراض ... الخ ، الا أن المناخ يعتبر سيـــد العوامل البيئيـــة الاخرى في تأثيره على نمو وتطور النبات .

ـ تأثير العناصر المناخية على نمو النباتات الزراعية وتطورها :

ان عناصر المناخ الرئيسية التي تلعب دورا هاما في الزراعة هي الحرارةوالرطوبة بأشكالها المختلفة ، واشعة الشمس والرياح والتبخر . ويتطلب النبات لنموه حدودا ملائمة من هذه العناصر في بيئته المحلية التي ينمو فيها والا فزراعـــة هـــذا المحصول تكون غير اقتصادية . ويستطيع الانسان ان يعدل أو يغـــير من منـــاخ بعض الاماكن الصغيرة لتصبح مناسبة لنمو محصول معين ، الا أن ذلك غالبا ما يكون مكلفا . ولكل محصول عتبات حدية من قيم العناصر المناخية ينمو ضمنها ، وخارج تلك العتبـــات يتعذر زراعة هذا المحصول أو ذاك ، علما بأن عمليات الاصطفـــاء مكنت ايجـــاد بعض الانواع النباتية التي لها مجال أوسع من النوع الاصلي ، وبالتالي أمكن نجاح زراعتها فيخارج بيئتها الاصلية ـكحالالقمحوالشعيروالذرة ... ـ . ومما لاشك فيهأنلطرق الزراعة المتبعة دورا في هذا الموضوع خاصة وانها تهيء الظروف لخلق تغيراتمناسبة في المناخ الاصغري .

ومن اكبر المشكلات في دراسة العلاقات بين المناخ والزراعة في الوقت الحاضر هو التأثير المندمج للعناصر المناخية على نمو النباتات ، وهذا ما عبر عنه باركر Parker حيث نجده يقول« يعتمد نمو النبات على العوامل التي تتكون منها البيئة ، ولا يمكن

اعتبار اي حد معين لأي عامل على انه حد امثل لنمو اي نوع نباتي بدون تحديدعلى الاقل للمستويات او الظروف التقريبية . ولا يوجد حد امثل بمفرده لأي عامل دون اخذ العوامل الاخرى بعين الاعتبار » . وبعبارة اخرى لايوجد عامل بمفرده في البيئة يكون تأثيره مطلقا وفريدا ، بل أن هذا التأثير يتضمن تداخلا كبيرا مع التأثيرات الناتجة عن وجود العوامل الاخرى . ولذا فمن الضروري دراسة العلاقات المتبادلة والتأثير المتبادل لكل العوامل المحتمل وجودها في البيئة قبل ان نحدد الحد المثالي للمناخ اللازم لنمو صنف معينمن النبات. والكثير من المؤثرات غير المناخية على المحاصيل الزراعية قد تكون مناخية في مضمونها من حيث بروز فعاليتها ضمن حدود مناخية معينة ، فالامراض والحشرات تضعف في ظروف مناخية لكنها تنشط في ظروف أخرى .

وفيما يلي استعراض عام لتأثير كل عنصر من العناصر المناخية الرئيسية على نمو النبات وتطوره ومردوده .

١ ـ درجة الحرارة :

تتحكم درجة الحرارة بصورة مباشرة او غير مباشرة بالعمليات والوظائف التي تتم في النبات كافة . ويتطلب النبات في أطوار حياته المختلفة درجات مختلفة من الحرارة، فمثلا درجة حرارة الانبات تكون أقل من درجة حرارة النمو التي هي أقل من درجة الحرارة اللازمة للازهار ، والتي هي ايضا أقل من درجة الحرارة اللازمة للاثمار والنضج . ولكل نبات درجة حرارة دنيا حدية يصعب عليه العيش دونها ، ودرجة حرارة عظمى سقفية يصعب عليه ايضا العيش بعدها ، وله ايضا درجة حرارة مثلى يتحقق له عندها أفضل حالات النمو . والجدول التالي يبين الحدود الحراريةالحدية، الدنيا والعظمى والمثلى لاهم المحاصيل الزراعية .

المحصول	الحرارة الدنيا (م°)	الحرارة العظمى (م°)	الحرارة المثلى (م°)
القمح	٤ – ٥	٣٠ – ٣٢	٢٥
الشعير	٤ – ٥	٢٨ – ٣٠	١٩
العدس	٤ – ٥	٣٦	٣٠
الارز	١٤ – ١٥	٣٦ – ٣٩	٣٠ – ٣٢
الذرة الصفراء	١٠	٤٠ – ٤٤	٣٢ – ٣٥
الذرة البضاء	١٠	٤٠	٣٢ – ٣٥
القطن	١٤ – ١٥	٣٩	٣٢ – ٣٥
التبغ	١٠	٣٥	٢٨
الشوندر السكري	٨	٢٨ – ٣٠	٢٥
البطيخ الاحمر	١٠	٤٠	٣٥
الكتان	٥ – ٦	٤٥	٣٠

ويتضح من الجدول ان درجات الحرارة الحدية تختلف من محصول الى آخر. وبوجه عام فان الضرر الممكن ان تلحقه درجات الحرارة المرتفعة فوق الحد الاعظمي ليس بحجم الضرر الناجم عن انخفاض درجة الحرارة دون حدها الادنى ، اذ يكفي ان تكون الرطوبة متوفرة اثناء ارتفاع الحرارة كي تمنع حدوث الذبول . ذلك ان هناك مدى معينا من درجات الحرارة فوق الحد الاعظمي ودون الحد الاصغري يتوقف نمو النبات عندهما الا انه لايموت ، ولكنه يمر بحالة تعرف بالتيبس (تيبس الحرارة، وتيبس البرودة) .

أ ـ درجة الحرارة الدنيا : يختلف تأثير درجات الحرارة المنخفضة على النبات حسب نوعه وصفاته ، فمن النباتات ما يقتلها الانخفاض الحراري الكبير ، ومنها ما يملك القدرة على تحمل الانخفاض الحراري . فاذا ما انخفضت درجة الحرارة الى مستوى درجة التجمد تقريبا فان درجة امتصاص جذور النباتات للرطوبة تقل وقد يصبح النبات عاجزا عن تعويض المياه الفاقدة بالنتح مما يجعله يذبل ثم ييبس.

واذا ما استمرت الحرارة منخفضة الى مستوى التجمد لفترة يومين أو ثلاثة فانه قد يقضى نهائيا على نباتات الارز والقطن ، في حين تتمكن البطاطا والذرة وبعض انواع الخضروات من مقاومة الانخفاض الحراري في تلك الفترة . والجدول التالي قد يقضى نهائيا على نباتات الانخفاض الحراري في تلك الفترة . والجدول التالي يبين درجة تحمل بعض النباتات درجات الحرارة المنخفضة (م°) خلال مراحل النمو المختلفة .

نوع النبات/مرحلة النمو	الانبات	الازهار	الاثمار
قمح	-٩ ، -١٠	-١ ، -٢	-٢ ، -٤
شعير	-٧ ، -٨	-١ ، -٢	-٢ ، -٤
شوندر سكري	-٦ ، -٧	-٢ ، -٣	-
فول الصويا	-٣ ، -٤	-٢ ، -٣	-٢ ، -٣
ذرة	-٢ ، -٣	-١ ، -٢	-٢ ، -٣
بطاطا	-٢ ، -٣	-١ ، -٢	-١ ، -٢
قطن	-١ ، -٢	-١ ، -٢	-٢ ، -٣
بندورة	-٥ر٠ ، -١	-	-
ارز	-٥ر٠ ، -١	-٥ر٠ ، -١	-٥ر٠ ، -١
تبغ	صفر ، -١	صفر ، -١	صفر ، -١

ولدرجة حرارة الليل اهمية كبرى بالنسبة لنمو بعض المحاصيل . فالبطاطا والشوندر السكري يقومان بتخزين معظم المواد الكربوهيدراتية خلال فترة الليل البارد، على حين يتطلب كل من القطن والتبغ والذرة وجود ليال دافئة ليتم النمو بشكل جيد. ولقد أوضح كيمبل وبروكس Kimball , Brooks اهمية درجات الحرارة الليلية لنمو النبات وازهاره ، مستخدمين مفهوم درجة الحرارة الفعالة الليلية والنهارية؛

- درجة الحرارة الفعالة الليلية = المتوسط الشهري للحرارة الصغرى + ¼ (المتوسط الشهري للمدى اليومي) .
- درجة الحرارة الفعالة النهارية = المتوسط الشهري للحرارة العظمى - ¼ (المتوسط الشهري للمدى اليومي) .

واذا كانت بعض أشجار الفاكهة ـ كالتفاح والدراق ـ تستطيع تحمل درجات الحرارة المنخفضة جدا في الشتاء ، فان أشجار أخرى ـ كالتين ـ يقتلها الانخفاض الحراري الشديد . والعديد من الاشجار ذات البنيات الجذرية الوتدية الصلبة يمكنها البقاء على قيد الحياة في حال كون مناخ التربة معتدلا ، ودرجة حرارة الهواء منخفضة جدا، غير ان النباتات في مرحلة تكوين البراعم الزهرية والإزهار يمكن أن تتخرب . ولما كان الكثير من النباتات يمر بفترة ركود (راحة) في حياته ، تتوافق هذه الفترة مع درجة الحرارة المنخفضة في فصل الشتاء وتنقطع هذه الفترة بارتفاع درجة الحرارة الى حد معين ، ويصح هذا القول على البذور في حال النباتات الحولية ، وعلى نمو الاوراق أو الازهار بالنسبة للاشجار المثمرة ، فان بعض النباتات تحتاج الى عدد معين من الساعات التي تنخفض فيها الحرارة الى حد معين كي يتم كسر طور الركود في حال الارتفاع الحراري. فالدراق يحتاج الى حوالي ٤٠٠٠ ساعة تكون الحرارة فيها دون ٧° م، وهكذا الحال بالنسبة لكثير من الاشجار المثمرة . وينجم عن نقص درجات الحرارة المنخفضة الضرورية لمعظم الاشجار المثمرة اعراض عدة تتمثل في تأخير تفتح الازهار، وهذا يؤدي الى تأخير النضج ، وكذلك تأخير التوريق ، اضافة الى تساقط البراعم الزهرية قبل تفتحها . كذلك فان الافرع الخضرية التي تنمو في شتاء دافىء يقل عددها بحيث لاتكفي لاعطاء نمو خضري مناسب للشجرة يكفي لتظليل الافرع الرئيسية مما يعرضها للاصابة بلفحة الشمس .

ب ـ درجة الحرارة العظمى : لبعض النباتات حساسية كبيرة بالنسبة لدرجات الحرارة المرتفعة في مراحل نموها الاولى رغم أن لها بعد ذلك قدرة كبيرة على تحمل درجات الحرارة المرتفعة جدا ، ومن تلك النباتات يمكن ذكر ، الشاي والبن، حيث تظلل في مراحل نموها الاولى بأشجار أخرى ناضجة أو باستخدام غطاءات من الاقمشة . وفي بعض الحالات التي تكون الزراعة فيها على المنحدرات ، وحيث تكون النباتات أقل تعرضا لاشعة الشمس وللحرارة المرتفعة من النباتات الاخرى التي تنمو في الحوضات ، فان تلك النباتات لاتحتاج الى التظليل ، ويمكنها أن تنمو بشكل جيد وتعطي انتاجا وفيرا في تلك الاماكن المعرضة المكشوفة .

ويمكن ان تؤدي درجات الحرارة المرتفعة في بعض الاحيان الى ما يعرف باسم اللفحة (ضربة الشمس) . والضرر ينجم من الاشعاع الشمسي الشديد الذي يسبب

تسخينا زائدا للنباتات المعرضة مباشرة الى اشعة الشمس ، ويمكن ان يحدث هـذا ايضا خلال فصل الشتاء عندما تعانيأجزاء من النباتات من اختلافاتكبيرة في درجات الحرارة على الجانب المعرض للشمس ، ولهذا السبب ترش جذوع الاشجار في بعض الاحيان بالكلس ، أو بمعنى أخرى تبيض Whitewashed . وقد تلحق ضـربة الشمس اضرارا كبيرة بأشجار الحمضيات خـلال فترات الايـام المشمسة والليـالي الصقيعيـة .

ويؤثر ارتفاع درجة الحرارة على امتصاص الغذاء من التربة ، اذ أن امتصاص العناصر الغذائية بواسطة الشعيرات الجذرية يحدث بسرعة أكبر عندما تزداد درجـة الحرارة ضمن حدود معينة ، ولكن هذا الامتصاص لم يزد عندما تعدت درجةالحرارة هذه الحدود . وبصورة عامة يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى سرعة عملية النمو،ومن النادر ان يسبب ارتفاع درجة حرارة الجو موتا مباشرا للنبات ، ولكن الذي يسبب ذلك هو زيادة عملية النتح .

ويمكن تلخيص الآثار التي يحدثها ارتفاع درجـة الحرارة عن حدهـا الامثـل والمناسب للنبات بما يلي ؛

(١) ـ تباطؤ في عملية التمثيل الضوئي ونمو النبات . (٢) ـ اختلال في عمليـة التلقيح والاخصاب في الازهار مما يؤدي الى التفتح القشري لاعضاء التذكيروالتأنيث وعدم تكون الثمار بسبب جفاف حبوب اللقاح وسقوطها وسقوط الازهار والثمـار. (٣) ـ زيادة الاختلالبالتوازن المائي في النباتوزيادة الفاقد من المخزون المائيفيالتربة. (٤) ـ تشقق الثمار وتلفها ، وجفاف النموات الغضة والطرفية في أغصـان وأوراق الاشجار المثمرة . (٥) ـ المساعدة على زيادة الامراض النباتية والحشرات مع توفـر الرطوبة .

جـ ـ درجة الحرارة المثلى : ان درجة الحرارة التيتكونعندها الوظائفالنباتية في أفضـل حالاتها تعرف باسم درجـة الحرارة المثلى . وعـادة لاتتفق العمليـات الفيزيولوجية المختلفة في درجات حرارتها المثلى ، فدرجـة الحرارة المثلى للتمثيـل الضوئي لكثير من النباتات هي أخفض من تلك التي يتم عندها التنفس ، كما أندرجة

الحرارة المثلى للمجموع الخضري تختلف عن تلك الخاصة بالمجموع الجذري . وعلى كل حال فان الحدود الحدية والمثلى للنمو لاتكون عند درجة حرارية واحدة بل عند مدى يشغل عدة درجات .

ويشير بعض الباحثين الى ان التفاعلات الكيماوية في النبات يزداد نشاطهاكلما ارتفعت درجة الحرارة عن الحد الادنى ، ويتبع ذلك سرعة في نمو النبات ، بحيث تتضاعف هذه السرعة كلما زاد متوسط درجة الحرارة بمقدار ١٠° م ـ حسب قانون فانهوف Van't Hoff ـ وهكذا حتى تصل الى أقصاها في درجة معينة ، واذا ما ارتفعت درجة الحرارة فوق ذلك اخذت سرعة النمو في التناقص من جديد .

د ـ **الصقيع** : كما هو معروف هناك نوعان رئيسيان من الصقيع ؛ أحدهما انتقالي ، والآخر اشعاعي . ومن الممكن تجنب آثارهما الضارة بوسائل الوقاية المعروفة التي أشرنا اليها سابقا . وفي أثناء الفترات الصقيعية ، فان تعاقب التجمد الليلي والذوبان النهاري يترتب عليه انتفاخ التربة ، واحيانا تقطيعها ، وكلا الحالتين يمكن أن تؤذي النبتة او تقتلها . وفي فترات حدوث الصقيع الاشعاعي فان ثمار العديد من الفواكه كالكرز والتفاح والدراق يمكن أن يقضي عليها ، الا أن النباتنفسه لايموت . كما ان بعض المحاصيل ، كالبطاطا والبندورة والبطيخ الاصفر قد تتلف اذا ما تعرضت للصقيع في مرحلة نضجها .

ولكل نبات في اي مرحلة من مراحل نموه حد معين لتحمل الانخفاض الحراري ـ يعرف بعتبة الصقيع ـ حيث يبدأ عنده الضرر البالغ . ففي التفاح فان درجة الحرارة التي تتأذى منها البراعم الزهرية هي ـ ٣ر٥° م ، اما الازهار فتتأذى عند درجة ـ٢° م ، والاثمار ـ١ر٨° م . وتبدأ عتبة الصقيع دائما تحت الصفر ، وتتأثر أغلب أنواع الاشجار المثمرة والخضروات بين الدرجتين ـ١° م الى ـ٦° م . والجدول التالي يبين عتبة مقاومة بعض المزروعات للصقيع .

نوع النبات/مرحلة النمو	البراعم الزهرية	الازهـار	الاثمـار
تفـاح	ـ٤	ـ٢ر٣	ـ١ر٨
دراق	ـ٣ر٥	ـ٢ر٠	ـ١ر١
عنـب	ـ٣ر٠	ـ٢ر٥	ـ٢ر٠
مشمش	ـ٢ر٥	ـ٢ر٠	ـ١
قطـن	ـ٢	ـ٢	ـ١
بنـدورة	ـ٢	ـ٢	ـ٢
بطاطـا	ـ٢	ـ٢	ـ١
فـول	ـ٢	ـ٢	ـ٣الى ـ٤

هـ ـ فصل النمو ، درجات الحرارة المتراكمة اللازمة للنبـات : ان المفهـوم الشائع الاستعمال في الميتيورلوجيا الزراعية هو ما يعرف باسم فصل النمو ، ويتحدد هذا الفصل بالفترة المحصورة ما بين تاريخ حدوث آخر صقيع قاتل في الربيع واول صقيع قاتل في الخريف . وتحتاج جميع النباتات الى عدد معين من الوحدات الحرارية ـ درجات الحرارة المتجمعة ـ من تاريخ زراعتها وحتى نضجها ، وذلك ابتداء من الحد الادنى الحراري للنمـو ، والذي يعرف بصفر النمو ، وهـو ليس واحـدا لكل النباتات . وتتحدد الفترة الكلية التي يتطلبها نبات ماكي يقضي كل مراحله بمـدى توفر العدد المعين من الوحدات الحرارية ، وهذا بالطبع يمكن ان يحدد موعد النضج. وكثيرا ما تستعمل الحرارة المتراكمة كطريقة للتنبؤ عن موعد نضج بعض المحاصيـل الزراعيـة . وتحسب درجـات الحرارة المتراكمـة لأي يـوم من القـانون التـالي: مج = (ح ـ صفر النمو) . والجدول التالي يبين صفر النمو ، واحتياجـات بعض المحاصيل من الحرارات المتراكمـة من بدء الانبات وحتى النضج .

المحصول	صفر النمو (م°)	الحرارة المتراكمة (م°)
القمح	٤	١٥٠٠ – ١٦٠٠
الشعير	٤	١٤٠٠ – ١٥٠٠
الكتان	٥	١٤٠٠ – ١٦٠٠
عباد الشمس	٧	٢٤٠٠ – ٢٧٠٠
شوندر سكري	٨	١٨٠٠ – ٢٤٠٠
ذرة صفراء	١٠	٢٤٠٠ – ٢٨٠٠
تبغ	١٠	١٦٠٠ – ١٩٠٠
بندورة	١٠	١٠٠٠ – ١٦٠٠
عنب	١٠	١٧٠٠ – ٣٨٠٠
قطن	١٤	٣٥٠٠ – ٣٨٠٠
أرز	١٤	٢٥٠٠ – ٢٨٠٠
خيار	١٣	١٤٠٠ – ١٨٠٠

٢ – ضوء الشمس :

تختلف حاجة المحاصيل الزراعية من الضوء – الشدة والفترة – باختلاف النبات . ولنوع الضوء تأثير معين على المحاصيل ، وتستخدم النباتات حزم أشعة الطيف المرئي . ويلعب طول الموجات ، وكثافة الضوء وطول الفترة الضوئية أهمية كبرى في نمو النباتات . واذا كان الضوء ليس ضروريا جدا للانبات لان البذورتنبت في التربة بعيدا عن الضوء ، لكن بمجرد ظهور النبتة فوق سطح التربة يظهر دور الضوء وذلك لحاجة هذه النبتة للقيام بعملية التمثيل الضوئي. ولضوء الشمس دور رئيسي بالنسبة لعمليتين لاتتمان الا بوجود الضوء ، وهما ؛ التمثيل الضوئي ، والاستجابة للفترة الضوئية .

وفي عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis فان الاشعة المرئية تكون اكثر فعالية. إلا أن الاشعة فوق البنفسجية لها تأثير على الانبات وعلى طاقة ونوعية البذور . ويشكل

الضوء الاحمر الحزمة الاكثر اهمية في تشكيل الهيدروكربونات . وفي حال كون كثافة ـ شدة ـ الضوء مرتفعة فان المادة العضوية المتولدة في النباتات بواسطة عملية التمثيل الضوئي تبلغ عشر اضعاف فيما اذا لم تصرف في عملية التنفس . والتمثيل الضوئي عملية يحدد فعاليتها شدة الضوء ، ودرجة حرارة المحيط ، وتركز ثاني اوكسيد الكربون ، وذلك مع وجود الماء ، وتلخص بالمعادلة التالية :

$$\text{ثاني اوكسيد الكربون} + \text{ماء} \xleftarrow{\text{ضوء شمس}} \text{كربوهيدرات} + \text{اوكسجين}$$

ولقد وجد ان معدل النمو الامثل للنبات يتحقق عندما تكون شدة الضوء فيما بين ٨ ـ ٢٠ كيلولوكس . والارقام التالية تبين القيم الضوئية التي يتحقق عندها ظروف مثلى للازهار والاثمار .

الحمص والقمح المذكر ٨٥٠ ـ ١١٠٠ لوكس ، الذرة ١٤٠٠ ـ ١٨٠٠ لوكس

الشعير والقمح ١٨٠٠ ـ ٢٠٠٠ لوكس ، الفول والخيار ٢٤٠٠ لوكس

البندورة والفجل ٤٠٠٠ لوكس .

وغالبا ما يعزى الى الضوء الشديد المتوفر تكون الازهار بكميات وفيرة خلال موسم النمو ، على حين تميل النباتات لتكوين سيقان على حساب الاوراق والازهار في حال كون كمية الضوء غير كافية .

اما بالنسبة للفترة الضوئية Photoperiodism ؛ فانها تؤثر على تكوين الازهار والثمار ، كما تؤثر على النمو الخضري ، وعلى تكوين الابصال والدرنات ، وعلى تطور الجذور . ويؤثر الاختلاف في طول الليل والنهار بالعلاقة مع خطوط العرض على التوزع الطبيعي للنباتات ، ولكن يجب ان يلاحظ أن عمليات الاصطفاء للاستجابة لطول معين من النهار فعالة في كثير من المحاصيل لانتاج أصناف جديدة ملائمة لخطوط العرض الجديدة . وفي عملية الفترة الضوئية فان الاشعة الهامة هي ما كانت أطوال موجاتها تتراوح بين ٥ر٠ الى ٧ر٠ ميكرون . ولقد قسمت النباتات حسب طول النهار الى ثلاثة أقسام ؛ (١) ـ نباتات النهار القصير (حوالي ١٠ ساعات ضوء شمس) كما

في ، الذرة والفول والقطن والخيار وعباد الشمس والبندورة . (٢) ـ نباتات النهار الطويل ، وهذه تزهر عندما يكون النهار طويلا (١٤ ساعة ضوء شمس تقريبا)، ومن الامثلة عنها ، القمح والشعير والكتان والشوفان والشيلم . (٣) ـ نباتات حيادية (متعادلة) وهي أقل حساسية لفترة الاضاءة النهارية ، ويمكنها أن تثمر تحت أية فترة اضاءة وفي كل فصول السنة ، كما في البطاطا ، واللفت ، والخس .

٣ ـ الرطوبة :

يلعب الماء بمختلف أشكاله دورا أساسيا في نمو وانتاج كافة المحاصيل . وتلبي النباتات حاجتها من الماء اما من ماء المطر أو من أشكال التهطال الاخرى ، أو بالري من الآبار والانهار . ولا يوجد هناك ما يدل على أن المحاصيل الاقتصادية تستمد كامل رطوبتها من بخار ماء الجو ، كحال النبات الهوائية (الراكبة) غير الاقتصادية Epiphytes .

أ ـ أهمية رطوبة التربة : ليس المهم وفرة الامطار أو ماء الري ، وانما المهم هو توفر الماء في التربة حتى يتسنى للنبات أن يستفيد منه . ولا يستفيد النبات من كل ماءالتربة، اذ أن جزءا منه فقط يكون قابلا للامتصاص بواسطة الجذور ؛ فمثلا لايستطيع النبات امتصاص الماء اللاصق بجزيئات التربة (الماء الهيجروسكوبي) ، ولكنه يستمد حاجته من الماء الشعري الذي تحتفظ به التربة حول حبيباتها . وكلما انخفضت كمية ماء التربة قلت الكمية المفيدة للنبات حتى يصل الى مرحلة يتوقف فيها عن النمو ويذبل ، وتدعى كمية الماء في التربة بهذه الحالة بعامل الذبول ، وعندها تصبح الحاجةماسة لتزويد التربة بالماء . ولاتنمو جذور النباتات الا في الاراضي التي تزيد رطوبتها عن نقطة الذبول ، الا أن نمو جذور بعض النباتات في اراضي جافة لايتم الا اذا كان جزءا من المجموع الجذري لهذا النبات واقعا في طبقة رطبة .

وتتم حالات التغريق المائي عندما تملأ كل مسامات التربة بالماء ملئا كاملا . وباستطاعةالتربة الثقيلة أن تحتفظ (تمسك) قرابة ٤٠ ـ ١٠٠ سم ماء في الـ١٥٠سم العلوية منها. وفي حال كون رطوبة التربة أكبر منالسعة الحقلية فانحركةالاوكسجين بحرية تكون صعبة ، وتتشكل عندئذ مركبات سامة للجذور حيث تتعفن تلكالجذور.

واذا ما بقيت هذه الحالة فترة طويلة من الزمن كون التصريف الشاقولي ضعيفا ، فانه من الضروري عندئذ القيام بعمليات تصريف كاملة بطريقة من الطرق المعروفة . والترب ذات القدرة الترشيحية الكبيرة للماء ليست مناسبة للزراعة ، لان الامطار الهاطلة سرعان ما تترشح حارمة النبات من غذائه الضروري الذي يتمثله عن طريق الماء الذي لم يتمكن النبات من استغلاله . كما أن الامطار الغزيرة بالتماس (ضرب قطرات الماء) يمكنها أن تؤذي بعض أجزاء النبات في مرحلة من مراحل نموه ، كما في الاضرر التي قد تلحق بالبراعم اليانعة أو بالازهار المتفتحة ، أو بالنبتات الصغيرة جدا ، كما يمكنها أن تكوّن ركامات صغيرة فوق التربة مما يؤخر أو يعيق ظهور النبتة من البذرة.

ويرتبط النمو الخضري وتكوين البراعم الزهرية والثمار برطوبة التربة ، فكلما ازدادت رطوبة التربة غزر النمو الخضري ، وتأخر موعد نضج الثمار . على حين اذا قلت الرطوبة ضعف النمو الخضري، وتغيرت نوعية الثمار التي تنضج بصورة ابكر ويقل حجمها .

ب ـ أهمية الرطوبة الجوية : ان الاثر الاكبر للرطوبة الجوية ينتج من تأثيرها على النتح من النباتات والذ ي ينعكس أثره على كافة الصفات النباتية . اضافة الى ذلك فان توفر الرطوبة الجوية يمكن أن يقلل من الاحتياجات المائية للنبات . فنقص الرطوبة يؤدي الى احتمال ذبول النبات في حال حدوث اختلال في التوازن المائي داخله، وذلك عندما تزداد كمية المياه المنتوحة عن تلك التي يمتصها النبات من التربة . كما يؤدي نقص الرطوبة الى سقوط الازهار وبعض الثمار الحديثة العقد ، في حين نجدها تساعد على تكوين ثمار صلبة لها لب سميك حلو وذو نكهة جيدة كما في البطيخ والعنب . على حين يؤدي ارتفاع الرطوبة الجوية كثيرا الى تعطيل عملية التلقيح وسقوط الازهار في بعض النباتات وانتشار بعض الامراض الفطرية .

جـ ـ الجفاف ، واحتياجات النبات المائية : تسود حالة الجفاف عندما تقل كمية المياه المتوفرة عن حاجة النبات . ويمكن أن يتخذ الجفاف ثلاثة أشكال مختلفة، دائم ، وفصلي ، وعرضي . وتتمثل حالات الجفاف الدائم في المناطق الصحراوية ، وفي

هذه المناطق من الضروري توفير المياه في كل الاوقات حتى يمكن قيام زراعة ناجحة . اما الجفاف الفصلي والذي نجد مثيلا عنه في مناخات البحر المتوسط ، فان زراعات الفترة الجافة والتي تتوافق مع الفترة الحارة في السنة تستلزم الري ، غير ان هناك العديد من الزراعات التي تنجح في الفترة المتبقية من السنة والتي تتلقى كميات من الامطار تكفي احتياجاتها من الماء . ويبدو الجفاف العرضي على شكل طفرات مفاجئة من الحالات الجافة التي لم تدخل بالحسبان وبخاصة في مناطق الكفاية المطرية ، ويمكن ان تلحق تلك الطفرات اضرار كبيرة بالمحاصيل اذا لم تتم عملية تعويض فورية .

ومن الضروري معرفة كمية المياه التي يحتاجها النبات في مراحله الحياتية المختلفة ومن ثم تزويده بذلك عندما تقل المياه عليه . ويعد التبخر النتح الممكن (طاقة التبخر النتح) أحد الاركان الرئيسية في تحديد كمية المياه اللازمة للمحاصيل الزراعية من انباتها وحتى نضجها . وتختلف الانواع النباتية والاصناف المختلفة داخل النوع النباتي الواحد في احتياجاتها المائية ، وقد قدرت الاحتياجات المائية لعدد كبير من المحاصيل الزراعية في ظروف بيئية كتلك السائدة في حوض المتوسط فكانت كما هي واردة في الجدول التالي :

المحصول	كمية المطر اللازمة (مم/سنة)		الامتار المكعبة/هكتار المكافئة لكمية المطر	
	الدنيا	العظمى	الدنيا	العظمى
قمح	٣٠٠	٥٠٠	٣٠٠٠	٥٠٠٠
شعير	٢٠٠	٥٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠
عدس	٣٥٠	٦٠٠	٣٥٠٠	٦٠٠٠
قطن	٤٠٠	١٠٠٠	٤٠٠٠	١٠٠٠٠
ذرة بيضاء	٦٠٠	١٠٠٠	٦٠٠٠	١٠٠٠٠
بطاطا	٦٠٠	١٠٠٠	٦٠٠٠	١٠٠٠٠
شوندر	٦٠٠	١٠٠٠	٦٠٠٠	١٠٠٠٠
ذرة صفراء	٨٠٠	١٤٠٠	٨٠٠٠	١٤٠٠٠

ومما لاشك فيه بأن مخزون الماء في التربة ، وخصوبة التربة ، وارتفاع الحرارة تلعب دورا في تحديد كمية الاحتياجات المائية .

ان الفلاح بقيامه ببعض العمليات يستطيع التخفيف من وطأة الجفاف . ففي المناطق الهامشية التي تقع بين المناطق التي فيها فيض مائي وتلك التي فيها عجز مائي ، من الضروري حفظ الماء باتباع سياسة مناسبة تتجلى بحراثة الارض وتركها دون زراعة . ففي الحراثة يتم تقطيع السطح والتقليل من الجريان السطحي ، وأيضا التقليل من الماء الصاعد نحو السطح عبر الانابيب الشعرية مما يخفض من كمية الضياع بالتبخر . وغالبا ما يتم الري في المناطق الخاضعة للجفاف بدون ترو ، وهذا الري الوفير يمكن أن يسبب ضررا طبيعيا في المحصول ، وضررا ماليا للفلاح . ولذا فان تطبيق الري السليم ، باستخدام كمية المياه المناسبة في الفترة المناسبة مسألة يحددها الزراعيون والميتيورولوجيين من خلال مراعاتهم لكل الظروف والاحتمالات المحيطة بالنبات .

د ـ **اهمية بعض الظاهرات المائية الجوية :** ومن هذه الظاهرات يمكن ذكر ، **البرَد** من حيث كونه يسبب أضرارا بالغة في المحاصيل الزراعية نتيجة ضرب حبة البرد للمحصول في مراحل حياتية معينة ، خاصة في مراحله الاولى والاخيرة (الانبات، الازهار والاثمار) . ايضا فان **الندى** مصدر هام من مصادر الماء التي تمد النبات ، على الرغم من قلة الكمية التي يزود النبات بها . وبعض المحاصيل تتجاوب بشكل جيد مع هذه الرطوبة الاضافية كمحاصيل البندورة ، والفلفل ، واليقطين ، والفول ، والذرة . ويبدو أن الاوراق القديمة لاتمتص الندى كما تمتصها الاوراق الجديدة اليانعة ، الا أن الندى قد يكون عاملا في انتشار بعض الامراض النباتية ، كالفطريات.

٤ ـ الرياح :

يختلف تأثير الرياح بحسب نوعها وشدتها ووقت هبوبها . فالرياح العالية السرعة يمكنها أن تسبب تدميرا كاملا للنباتات ، نتيجة عدم قدرتها على مقاومة الرياح التي قد تزيد سرعتها عن ١٠٠كم/ساعة ، حيث أن الاشجار الكبيرة قد تجتث من جذورها أو تتكسر جذوعها . ويمكن أن تتساقط معظم الازهار والثمار أثناء هبوب رياح

بسرعات تتراوح بين ٥٠ ــ ٧٥ كم/ساعة . كما أن هنـاك بعض المحاصيل الزراعيـة تتضرر من الرياح المنخفضة السرعة ، كحال شجـيرات الموز التي تتـأذى من ريـاح سرعتها قرابة ٤٠كم/ساعة .

ولما كانت كمية المياه المتبخرة والمنتوحة تزداد بازدياد سرعة الرياح ، لذا فـان الحاجة الى الماء أيضا تزداد بغية تعويض الفاقد . ويكون تأثير الرياح أشد كلما كانت أكثر حرارة . ويمكن أن تساعد الرياح القوية على نشاط الحشرات أثناء فترة تلقيح النبات ، كما أنها تقوم بصورة مباشرة بنقل حبات الطلـع والبذور بما فيهـا بـذور النباتات غير المرغوبة كالاعشاب الضارة . والتعرية الريحية للتربة لهـا أهميـة كبرى في بعض مناطق العالم ، حيث يتفتت الجزء العلوي الجاف من التربة الى جزئيـات دقيقة تنقله الرياح من مكانه على شكل غيوم كثيفـة من الغبار الذي يترسب في مناطق بعيدة عن مصدره، وهذا له اثر مزدوج ؛ فالتربة المعراة أصبحت خطرا على الحاصلات الزراعية ، كما أن التربة المترسبة قد تطمر النباتات المنخفضة بسماكات تؤثر عـلى تطورها . وهناك بعض المحاصيل التي تعاني من التقشر نتيجة تلقيها ضربات الجزئيات الصلبة المحمولة بالهواء مما يؤدي الى تلف المحصول أو انقاص قيمتـه الاقتصادية . وفي بعض المناطق البحرية فان الملـح المحمول بالهواء قد يسبب تخريب النباتات اذا كان مركزا بشكل كاف .

اضافة الى ما تقدم فان الرياح تقلل من خطر الصقيع الاشعاعي لانها تمزج طبقة الهواء الباردة القريبة من سطح الارض مع طبقة الهواء العليا الدافئة .

علاقـة المناخ بالانتاجيـة :

ان الظروف المثلى للنمو تحدد الى درجة كبيرة انتاجية هذا المحصـول أو ذاك. واذا كان هناك حدود دنيا وعظمى من درجات الحرارة التي يصعب على النبات نمـوه خارجها ، فان لكل محصول وحدات حرارية معينة تلزمه لقضاء مراحله الحياتيـة المختلفة . ولقد حاول بعض الباحثين الربط بين درجة الحرارة ونمو النبات وانتاجية (مردود) المحصول ، ففي عام ١٩٤٧ نجد جسلين Geslin يستخدم عامل الفعالية

(A) الذي يشير الى قوة النمو المرتبطة بدرجة الحرارة والاشعاع الشمسي ؛

$$A = ح \sqrt{ش}$$

حيث ح = المتوسط اليومي لدرجة الحرارة (م°)

ش = كمية الاشعاع الكلية على سطح افقي (حريرة/سم٢/يوم)

ولنمو الاوراق في الحبوب الصغيرة ـ كالقمح ـ علاقة مباشرة بهذا العامل ، حيث بازدياده يزداد نمو الاوراق .

ومن خلال دراسة قام بها جيوت Guyot (١٩٥٦) وجد ان هناك علاقة بين مردود العنب وازدياد متوسط درجة الحرارة السنوي فوق ٨° م ، كما تبين له أن نوعية العنب مرتبطة طردا بمربع عدد ساعات سطوح الشمس في شهر تموز . كما ان هيلدرث وبيورنيت Hildreth , Burnett قاما بحساب معامل الارتباط بين مردود القطن ورطوبة التربة عند عمق متر واحد مقاسة في ٢٠ أيار فوجدوا انه يساوي ٠ر٧٥ . وهي قيمة تدل على علاقة وثيقة . في حين بلغت قيمة معامل الارتباط ـ استنادا الى حسابات لود Laud ـ بين مردود القمح وكميات الامطار الهاطلة في الفترة من ١ تموز وحتى ٣١ أيار مقدار ٠ر٨٦ . وذلك في ولاية كانساس الامريكية . اما بالنسبة لهنغاريا ، فقد اقترح برني Berenyi العلاقة التالية ؛

$$Y = a X_1 - bX_2 + cX_3 - d$$

حيث Y = افضل مردود للحصول

X_1 ، X_2 ، X_3 = التهطال ، درجة الحرارة ، سطوع الشمس خلال الفترة من ايار وحتى تموز

a ، b ، c ، d = ثوابت

وبلغت قيمة معامل الارتباط ٠ر٨٧ . وهي قيمة عالية جدا تعطي الدليل القاطع على الترابطات السابق ذكرها .

ـ البيئة الاصطناعية :

لما كان لكل محصول زراعي احتياجات مناخية ، وبما أن هذه الاحتياجات

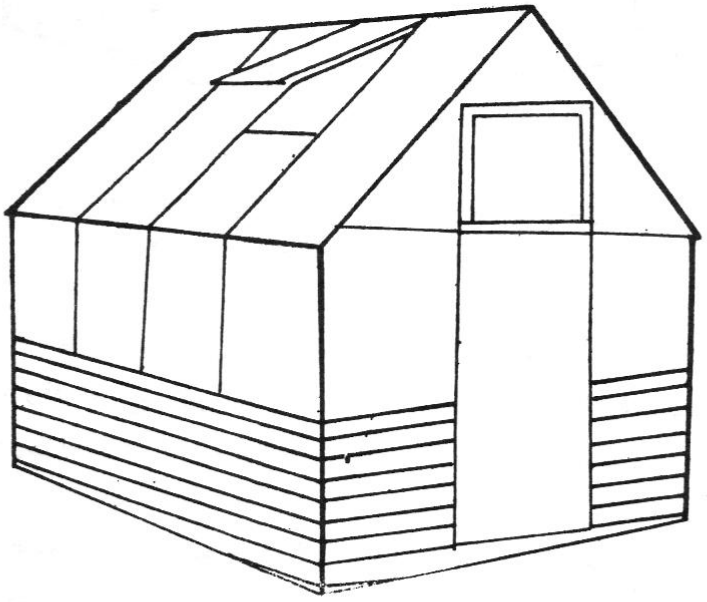
تتوافر في مناطق دون سواها ، وفي فصل من السنة دون غيره ، لذا تحددت البيئات الاساسية للمحاصيل الزراعية واصبحت الحدود بارزة بين الاجزاء الصالحة وغير الصالحة لزراعة هذا المحصول أو ذاك . واذا كان بالامكان توفير الري في حال قلة الامطار من المياه الجارية على السطح أو من المياه المخزونة تحت السطح ، بجانب محاولات اسقاط الامطار بطرق صناعية ، فان الامر لم يقف عند هذا الحد بل تعدى ذلك الى تأمين أجواء حرارية معينة ، واصبحت الكثير من المحاصيل الزراعية تزرع خارج نطاق زراعتها الاصلية .

ان عملية تأمين الحرارة الكافية لحاجة المحاصيل الزراعية من العمليات الهامة والاساسية في توفير فصل نمو دائم ومستمر على مدار السنة للكثير من انواع النباتات . وقدم تم تأمين ذلك عن طريق استخدام بيوت مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك ، ولذا عرفت تلك البيوت بالبيوت الزجاجية أو البلاستيكية ، تلك البيوت التي توفر في داخلها جوا مختلفا كل الاختلاف عن الجو الخارجي . فالبيوت الزجاجية أو البلاستيكية تستفيد من خاصية المواد المصنعة منها ـ زجاج كان أم بلاستيك ـ ، حيث يتصف الزجاج بخاصية السماح بحرية مطلقة للاشعة الشمسية القصيرة الموجة من عبوره تجاه سطح الارض ، غير انه يمنع الاشعة الارضية الحرارية طويلة الموجة من عبوره تجاه الفضاء ، وبذا يحافظ على درجة حرارة ليلية أعلى بكثير من درجة حرارة الجو الخارجي ، كما انه يقلل من فقدان الحرارة خارجا أثناء النهار ، ومن ثم يجعل حرارة النهار أعلى . وهكذا يمكن القول ان الطاقة الشمسية تحفظ ضمن تلك البيوت وتمنع من التسرب خارجا ملبية بذلك حاجة النباتات المحبة للدفء في الليل . كما يمكن أن تستغل الطاقة الشمسية في تأمين جو حراري ليلي معين بواسطة تخزين الحرارة الناتجة عن أشعة الشمس في النهار ، باستخدام أجهزة خاصة ـ عبارة عن الواح لجمع الحرارة ـ حيث يتم تسخين الماء الذي يحفظ ضمن خزانات ، كي يعاد استخدامه في الليل وفي الايام الغائمة الباردة .

ولم يعد يكتفى باستغلال الطاقة الشمسية في البيوت الزجاجية ، بل أصبح الآن يؤمن للنبات أيضا أجواء صناعية خاصة عن طريق التدفئة الصناعية (مدافىء

كهربائية ، أو مدافىء الكيروسين ...) . وفي حال نقص الضوء الضروري فانه يؤمن ضوءا صناعيا عن طريق المصابيح ، كما يؤمن للنبات التهوية اللازمة بالطرق المناسبة، والرطوبة الضرورية الجوية والارضية .

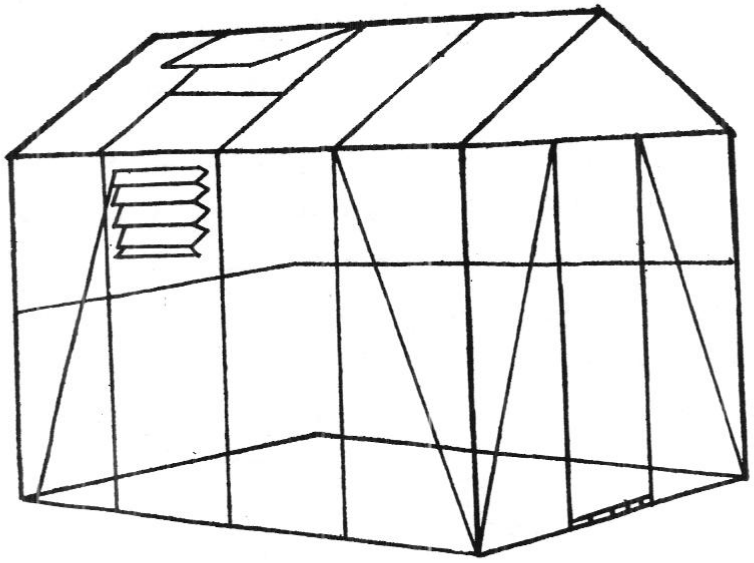
ويلعب اتجاه البيت الزجاجي بالنسبة لاشعة الشمس دورا كبيرا في تحديد كمية الطاقة الشمسية المستفاد منها . ويعتبر الاتجاه شرق ـ غرب أفضل بكثير من الاتجاه شمال ـ جنوب، حيث تدخل في هذه الحالة (اتجاه شرق ـ غرب)أكبر كمية ممكنةمن ضوء الشمس في فصل الشتاء ، بجانب أن توزع الضوء يكون أكثر انتظاما، كما أن درجة حرارة التربة في الشتاء والحرارة المكتسبة تكون أعلى في البيوت الزجاجية الشرقية ـ الغربية من غيرها من البيوت ـ شكل (٣١) ـ .



شكل (٣١)

ا ـ بيت زجاجي تقليدي ، نصفه السفلي مكون من مادة عازلة « خشب ، قرميد »

وتستخدم البيوت الزجاجية لزراعة الخضروات (خيار ، باذنجان ، كوسا ، فليفلة ، بندورة) ونباتات الازهار والزينة (قرنفل ، ورود ، اقحوان ، بيجونيا ،



شكل (٣١)

ب - بيت زجاجي تقليدي مغطى بالواح زجاجية او ببلاستيك
من مستوى السقف وحتى مستوى سطح التربة

... الخ) ، بالاضافة الى بعض شجيرات الفاكهة (فريز ، عنب ، موز ، مشمش ، دراق ..) . وقد تحتاج بعض المحاصيل لهذه البيئة الصناعية فترة قصيرة من حياتها، بينما نجد أخرى تبقى في تلك البيوت طيلة فترة نموها حتى تنضج وتقطف ثمارها . وفي حالات كثيرة فان طريقة زراعة البيوت الزجاجية تكون ناجحة اقتصاديا في حال كون البيئة الطبيعية لبعض المحاصيل لاتحتاج الا لقليل من التعديلات في البيئة كي يتحقق لها أفضل نجاح .

الفصل الثاني

المنـــاخ والحيوانـــات

ظل الانسان فترة طويلة من الزمن وما زال يعتقد أن هناك حيوانات معينةمزودة بمعرفة خاصة لاتوجد لدىالانسان ، وهذه المعرفة هي نوعمن الحاسة السادسة التي تُمكّن هذه الحيوانات من التنبؤ عن بعض عناصر الطقس . وكتب الادب والحكايات الشعبية غنية بالاحاديث عن قصة الطقس من خلال ردود افعال الكثـير من انـــواع الحيوانات ، وتنتشر هذه الحكايات فيمعظم انحاء العالم المتحضر وغير المتحضر . ومما لاشك فيه ان بعضا من هذه المعتقدات القديمة ناجمة عن خبرة وتجربة توارثتهـــا واكدتها الاجيال اللاحقة ، الا انه من المؤكد ايضا ن بعضا من هذه الحكايات دخـــل الأدب متخذا شكل الاساطير التي يصعب تصديقها لعدم توافقها مع المنطـق العلمـي ولرفض التجربة لهـا .

ومن السهولة بمكان معرفة الاوقات التي يظهر فيهـا ترابط بين سلوك معـين للحيوان واحوال الطقس التالية . ولقـد لاحظ أحد علماء الارصاد الجوي الاوائـل (Abbott . c . c) مظهرين للسلوك الحيواني يتمثلان في ؛ بناء فأر المسك لمأواه ، وتخزين النسناس لطعامه ، الا انه لم يجد علاقة بين عملهما هذا وبين حـالة الطقس التيتلتعملهما . ولقد أصبح منالمسلم بهامتلاك بعض الحيوانـات ما يعرف بالحاسـة السادسة ، كون تلك الحيوانات أكثر حساسية من الانسان تجاه التغيرات البسيطـة في الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة الجوية ، وهذا ما يجعلها تستجيب لهذهالتغيرات عن طريق تحركها تجاه الاماكن الاكثر أمانا معطية بذلك تنبؤا قصـير الامد عنالطقس المقبـل .

وبوجه عام فان التأثير المباشر للمناخ على الحيوانات يكون أقل من التأثير غـير المباشر . ويظهر التأثير غير المباشر للمناخ من خلال المجتمع النباتي الذي يمثل الغذاء

الرئيسي لمعظم الحيوانات ، حتى لنجد أن الحيوانات آكلة اللحوم تعتمد على وجود الحيوانات آكلة النبات في غذائها . وعلى الرغم من هذا فانه لابد من وجود بعض الترابطات بين أنواع الحيوانات والمناطق المناخية ؛ ففي الغابات المدارية الرطبة حيث يتوفر الغذاء الرئيسي في الاجزاء العليا من تلك الغابات ، فان هذا فرض على الحيوانات الكبيرة التي تعيش في تلك الغابات أن تمتلك القدرة على التسلق أو الطيران. وتختلف الظروف اختلافا جذريا في مناطق الحشائش المعتدلة ، فالعشب المتوفر في الصيف يعقبه شتاء قارس البرد ونقص في الغذاء ، والحيوانات التي تتحمل تلك التغيرات قليلة ، ولذا فان الحيوانات في تلك المناطق تتكون اما من الطيور والحيوانات الكبيرة التي تهاجر في الشتاء ، أو من الحشرات والحيوانات الجحرية التي تختبىء في الشتاء الشديد البرودة .

ويمكن تقسيم الحيوانات في هذه الدراسة الى خمس مجموعات رئيسية هي ؛ الثدييات ، الحيوانات الطائرة (الطيور والحشرات) ، الحيوانات المائية ، الزواحف، والحيوانات التي تعيش في التربة (الحيوانات الجحرية) .

ولقد أولت بحوث عديدة اهتماما كبيرا لظاهرتي اللمس والنظر عند الحيوان ، واظهرت تلك البحوث استجابة نظر الحيوان لحزم موجات مختلفة من الطاقة الكهرومغنطيسية . وبكلمة أخرى ، فان مقارنة نظر الحيوان بنظر الانسان توضح الفروق بينهما ، فمعظم الحشرات ترى لبعد أكثر مما يرى الانسان في حزمة الاشعة تحت الحمراء ، لكنها تكون عمياء في حزمة الاشعة الزرقاء .

أولا ـ الثدييات Mammals :

الثدييات من الحيوانات ذوات الدم الحار (الحرارة الثابتة) ، ذلك أنها تمتلك منظما حراريا يحفظ درجة حرارة جسمها ضمن مدى صغير جدا . وللثدييات الضخمة (الانسان ، الماشية ، وذوات الحافر غير المجترة ـ الشيشنيات ـ) درجة حرارة ثابتة تقرب من ٣٨°م . وحدود التحمل لهذه الثدييات تكون قليلة ، ذلك أن ارتفاع درجة الحرارة بضعة درجات فوق المعدل الثابت أو نقصانها بضع درجات عن هذا المعدل سينجم عنه القضاء على هذه الحيوانات . ومدى العتبة الحدية الحرارية القصوى

يتراوح بين ٣٩ ــ ٤٥°م . ومن المقارنة مع الانسان يمكن القول أن الثدييات تكتسب الحرارة من أربعة مصادر رئيسية ؛ الاحتراق الداخلي ، الاشعاع ، الحملان والتوصيل ، كما انها تفقد الحرارة بطرق أربعة ؛ الاشعاع ، الحملان ، التوصيل والتبخر ، بجانب طرق أخرى أقل أهمية .

ومن الواجب أن نشير هنا ، الى أن جميع الثدييات ــ باستثناء القوارض والارنبيات ــ لها غدد عرقية ، على الرغم من عدم المعرفة المؤكدة عما اذا كان لهذه الغدد نفس وظائف الغدد الموجودة في الانسان ، وان كان يشار أحيانا انه لا وظيفةلها.

١ ــ **الثدييات الطبيعية** : وهي تلك الثدييات التي تعيش في البيئة الطبيعية دون اشراف ومساعدة من قبل الانسان . وحياتها في صراع دائب مستمر ضد قوى الطبيعة والتي يكون من ضمنها المناخ ، ولذا كان عليها أن تكيف نفسها مع البيئة التي تعيش فيها وأن تسعى جاهدة لمقاومة الظروف المناخية القاسية في بيئتها هذه . ومن المسلم به أن الاحوال الجوية المتطرفة تؤثر بصورة مباشرة على الحيوان ، كما يتضح تأثيرها غير المباشر من قلة الغذاء والماء ، وما ينجم عن هذا وذاك من هلاك للحيوانات الضعيفة قليلة المقاومة . واذا كانت الظروف المناخية قاسية بالفعل ، كما هو الحال في مناطق السافانا المدارية عندما يحل الجفاف لفترة طويلة ، مما يجعل اعدادا كبيرة من الحيوانات مهددة بالخطر . والحيوانات في مناطق المطر الفصلي والتي تعتريها موجات جفاف تضطر غالبيتها التنقل على مدار السنة باحثة عن الكلأ والماء . وقد يترتب على انقطاع هطول الامطار في بعض المناطق موت آلاف الحيوانات جوعاوعطشا.

ان المعطيات المتوفرة عن المظاهر الفيزيولوجية والمناخية لحياة الحيوانات في بيئاتها الطبيعية قليلة . وأغلب الملاحظات كانت حول سلوك الحيوانات الذي يوضح أو لا يوضح ما اذا كان هذا السلوك استجابة لظروف جوية معينة . والمسألة معقدة جدا ، وتعتمد على الفهم الكامل للاختلافات المناخية الاصغرية وانماطها ، والتصرفات التي تقوم بها بعض الحيوانات في ظروف خاصة تلقي صورة واضحة عن بعضالعلاقات ما بين فيزيولوجية جسم هذا الحيوان والظروف المناخية . فذوات الحافر غير المجترة Pachyderms (الششنيات) والفيل والكركدن وعجل البحر ، حيوانات

لها درجات حرارة جسمية تقارب من ٥ر٣٥°م ، ويظهر ان مدى التغير اليومي لحرارة الكركدن يقارب من ٥ر٣° م . وتتصف عجول البحر بشدة تعرقها ، سواء أكان الطقس حارا أم باردا ، وسواء أكانت العجول متعبة أم مستريحة ، وهـذا ما يفرض عـلى عجول البحر قضاء معظم وقتها في الماء أو الطين المبلل لتبريد جسمها باستعمال مصدر الماء الخارجي من جهة ، ومن جهة أخرى فان كمية الحرارة الاشعاعية وهي في الماء أو الطين تكون أقل . كما نجد أن الفيل يبلل جسمه بالماء حيانا ـ حيث يغطس بالمـاء ـ للتخفيف من الضغط الحراري وليبرد جسمه بسرعة . وتبين من دراسات عن الجمل Camel أن الاختلاف اليومي في درجة حرارة الشرج يبلغ ٢°م، ارتفع الى ٦°م عندما حرم الجمل من الماء ، وهذا التحمل له أهمية كبرى لانه يفسر بأن الحرارة يمكـن أن تخزن والماء لايتبخر كي يحدث التبريد . كما أن للصوف (الفـرو Fur) دورا فعالا ومفيدا، حيث أن الحيوان المقصوص صوفه يفقد ماء أكثر عن طريق التعرق . وللثدييات عادة أعداء مرضيين ، الا أن نسبتهم في المناخات الباردة أقل من نسبتهم في المناخـات الحـارة .

وبالانتقال الى الثدييات الصغيرة الحجم ، نجد أن الفأر الابيض يتألم كثيرا فـي حال كون درجة الحرارة بين ٣٠ ـ ٣٥° م والرطوبة الجوية ٣٠ مم (هيجر) . كمـا أوضحت احدى التجارب أن ٣٠٪ من الحيوانات ماتت في مثل هذه الظروف ، بينما لم تحدث أية ظاهرة موت في نفس درجة الحرارة ولكن مع رطوبة جوية أقل (١٠ مم ـ هيجر ـ فقط) .

وقد أوضحت الدراسة التي قام بها جوهانسن Johansen (١٩٦٢) مـدى استجابة الثدييات الصغيرة للحرارة والبرودة . كما تبين من تلك الدراسة أن الحيوانات وحيدة المخرج (قنفذ النمل Echidna ، والبلاتيوس Platypus) تستطيـع أن تغير من انتاج حرارتها ، الا انه لفقد الحرارة ـ عندما تكون حرارة الهواء أعلى مـن حرارة الجسم التي تكون بحدود ٣٢° م ـ تعتمد تلك الحيوانات على التبريد بواسطة مصادر الماء الخارجية أو باختبائها في جحور ، بالاضافة الى امتلاكها لعدد قليل جدا من غدد التعرق الفعالة . والكيسيات (الحيوانات الجرابية Marsupials) التي تبلغ

درجة حرارة جسمها قرابة ٣٦° م ، تتغير تلك الدرجة سواء بانتاج الحرارةام بفقدها، وتمتلك أيضا غدد تعرق بدائية ، غير أن الاجزاء الملساء من الجسم تستحث التبخر بما ينجم عنه من تبريد عندما تزيد درجة الحرارة عن ٣٨° م . وللحشريات(الحيوانات آكلة الحشرات) درجة حرارة جسمية متغيرة مع اختلاف يومي واضح ، ومن هـذه الحيوانات يمكن ذكـر ؛ القنفذ الذي تتراوح درجة حرارة جسمه بين ٣١ ـ ٣٦° ، والزباب Shrew (حيوان شبيه بالفأر يأكل الحشرات) له درجة حرارة متوسطة ٤١° م . وتعتبر الخفاشيات (مجنحـات الايـدي Chiroptera) مـن مجموعـة الحيوانات الحساسة ، فالخفاشيات المجهرية في المناطق الباردة تتحول بين الثابتـة الحرارة والمتغيرة الحرارة (ذات الدم البارد) حيث تستمر طيلـة ساعات النهـار وهي في حالة ركود ، لكنها ما أن يأتي الليل حتى تبدأ نشاطها وعملها .

وهناك بعض الحيوانات التي تقوم بتغيير فرائها مع تغـير الظروف المناخيـة ، فالجحريات في المناطق الباردة غالبا ما يكون لـون فرائها أبيض خـلال فترة الشتاء الثلجية . بينما نجد أخرى ، كالنمر الأرقط الهيمالائي تطيل من نمـو فرائها خـلال الفصل البارد .

٢ ـ **الثدييات الاليفـة** : هناك اسباب عدة تستدعي فصل الحيوانات الاليفة عن تلك الثدييات التي تعيش تحت وطأة الظروف الطبيعية ، ومن هذه الاسباب :

١ ـ التربية والتأنيس ، تجعلان لتلك الحيوانات القدرة على تحمل القساوة العادية للمناخ في أماكن سكناها ـ ويستثنى من ذلك عجول الابقار ـ .

٢ ـ تأمين الغذاء والحماية لها من قبل أصحابها .

٣ ـ بسبب أهميتها ، سواء كانت مصدر غذاء للانسان (الماشية ، الاغنـام، الخنازير ، المـاعز ...) أو بسبب خدمتها للانسان(الكلاب ، القطط).

ان الحيوانات التي تربى بهدف انتاج المواد الغذائية ، فان مردودهـا يتوقف على المناخ ، والادارة ، والتغذية ، والتربية . واذا كانت الادارة والتربية Breeding

خارج مجال هذه الدراسة ، فان الغذاء يعتمد بصورة رئيسية على المظاهر المناخية. وانتاج الحيوانات من حيث اللحم والحليب والجلد والصوف والشعر يكون أقل في المناطق الحارة من العالم . فالمناخ يؤثر بالطبع على مدى وجود الطفيليات التي بدورها تقلل من انتاجية الحيوانات في مناطق توافرها ، وتعد المناطق الحارة والرطبة من أكثر المناطق ملاءمة لتواجد وتكاثر تلك الطفيليات ، وفي هذه المناطق تبدو الحشائش وكأنها غنية ـ في الظاهر ـ بالبروتينات ، الا أن الحقيقة خلاف ذلك ، اذ ترتفع فيها كمية الالياف .

وعلى الرغم من التأثيرات غير المباشرة على انتاجية الحيوانات ، فان للمناخ تأثيرا مباشرا على الحيوانات وانتاجيتها . ويبدو أن الحيوانات تتأثر من ارتفاع الحرارة أكثر من تأثرها من انخفاضها ، كونها تمتلك القدرة على تحمل البرودة أكثر من تحمل الحرارة المرتفعة . ومعرفة درجة احتمال الحرارة أمر ليس من السهل قياسه بسبب تداخل عوامل كثيرة فيه ، الا انه من الضروري تحديد احتمال الحرارة ؛ فبعض الباحثين حدده على أساس كونه عبارة عن قياس لدرجة حرارة الجسم الداخلية (الحرارة الشرجية) والتي تتزايد مباشرة مع ازدياد ضغط الحرارة الواقعة تحت تأثيرها ، وهذا التحديد يمكن أن يكون قريبا من الصحة ، الا انه لايحدد بدقة درجة الاحتمال الحراري . غير أن باحثين آخرين يركزون على معدل التنفس ، فعندما تزداد نسبة التنفس يقوم الحيوان بفقد بعض الحرارة عن طريق تبخير الماء من جهاز واعضاء التنفس . بينما استعمل آخرون مفهوم حجم التنفس . واذا كان بالامكان رسم أشكال بيانية لمركبات درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، ولدرجة الحرارة الشرجية ومعدل التنفس لأي نوع من الحيوانات ، فانه لمن المستطاع تقدير الضغط الحراري وبالتالي معرفة درجة الراحة المحققة للحيوان .

١ ـ الابقار : كانت الابقار موضوعا لاكثر من دراسة نتيجة تأثرها بالاحوال الجوية أكثر من اي حيوان آهل آخر . ومن الواجب على الابقار المحافظة على درجة حرارة جسم ثابتة نسبيا كونها من ذوات الدم الحار . واذا كانت أبقار اللحم لاتستلزم أكثر من توفر الاعشاب ، وما الى ذلك من مواد غذائية ، وتأمين الماء اللازم كي تعطي

مردودا كبيرا ، فان ابقار اللبن تتطلب عناية اكثر مما تتطلبها ابقار اللحم ، اذ يجب ان تؤمن لها بيوتا تلجأ اليها في فترات من السنة تكون خلالها الظروف الجوية قاسية.

وتستمد الابقار حرارتها من :

١ ـ الاحتراق الداخلي ، عن طريق الاستقلاب Metabolism (الحرارة المتولدة ذاتيا) : فبقرة عمرها ٢٠ شهرا ، تولد في اليوم الواحد حرارة مقدارها ٢٤٠٠ كيلو حريرة/م٢ ، ليرتفع الرقم الى ٣٨٠٠ كيلو حريرة/م٢/يوم في مرحلة الرضاعة القصوى . واذا ما سارت البقرة مسافة كيلو متر واحد تجاه الماء فانها ستولد زيادة ٤٥ كيلوحريرة/١٠٠كغ وزن.

٢ـ الاشعاع : تعتمد كمية الاشعاع على عدة عوامل ، الا انها في المناطق الحارة الجافة تقارب من : ٧٥+١١ (ح ـ ٣٥)

في الكيلو حريرة /م٢/ساعة ، وحيث ح درجة حرارة الهواء (م°)

٣ ـ الحملان والتوصيل .

ويمكن التقليل من كمية الاشعاع التي يتلقاها جسم البقرة بزيادة التظليل الصناعي أو الطبيعي ، شرط أن لايعوق التظليل تدفق الهواء على الحيوان. وبالنسبة للتظليل الصناعي (السطح العلوي للمظلل ابيض ، والسفلي اسود) ، فاذا كانت كمية الاشعاع مرتفعة تقارب من ٢ كيلو حريرة /سم٢/دقيقة ، واذا كان التظليل عند ارتفاع ٣م ، فانه على بعد ٦٠سم من السقف تنخفض كمية الاشعاع الى ٣٦٪ من القيمة الواصلة للسطح الخارجي المعرض مباشرة ، وليتزايد الانخفاض الى ٣٨٪ عند ٢ م ، والى ٤٥ ٪ عند ٣ر٢ م . ومن الواضح أن وجود بعض الظل سوف يزيد من راحة الحيوان اثناء فترات الحرارة المرتفعة .

وفي اختيار بيوت الابقار تظهر مشاكل متعددة ، فاذا ما استخدمت السقوف الحديدية فانه لمن الممكن أن يحدث تكاثف وتنقيط للماء مما ينجم عنه انقاص في معدل سمنة الحيوانات بسبب تواجد الماء فوق الجلد . وبالنسبة لابقار اللحم يمكن اختيار

مأوى طبيعي لها بشرط وجود مصدات رياح حال انخفاض درجة الحرارة الى قرابة ـ٤٠° م . ومما تجدر الاشارة اليه ، انه في حال كون درجات الحرارة مرتفعة ، فان الجلد يكون عادة ابرد من الهواء ، واذا ما تعرض الحيوان لجريان هوائي فانه سيفقد حرارة اكبر بواسطة الاشعاع ، ولهذا السبب يجب ان يؤمن المأوى المتمتع بحماية كافية للحيوان .

وفي حال معاناة الحيوان من ارتفاع الحرارة ، فانه من الممكن أن تخفف تلك المعاناة ، من خلال فقد الحيوان لجزء من حرارته عن طريق التبخير . ولقد استعملت طرق عدة لمساعدة الحيوانات في التخفيف من شدة الحرارة وذلك بازدياد التبخير عن طريق رشها أو تزويدها بالماء البارد . ولكي يفقد الحيوان حرارة اكثر بالتبخير فانه يأخذ عادة باللهاث بسرعة أكبر في حال ازدياد الضغط الحراري ، ويزداد معدل اللهاث من ٢٠ ـ ٢٤مرة في الدقيقة الى حوالي ١٥٠ ـ ٢٠٠ مرة في الدقيقة عند درجة حرارة ٤٠° م . وتفقد الابقار المدارية كمية من الماء بواسطة التعرق . والجدول التالي يوضح النسبة المئوية لتبديد الحرارة بالتبخير (نقلا عن برودي Brody ١٩٥٦) .

درجة الحرارة (م°)	عروق اوربية	عروق هندية	الانسان
١٠	٢٣	٢٩	١٨
٢١	٥٠	٣٦	٢٩
٣٢	٧٩	٧٨	٦٦
٤١	١٠٨	١١٢	١٩٤

ويقوم شعر الابقار بدور مشابه للدور الذي تقوم به ملابس الانسان ، وكلما كان الشعر أكثر طولا أمن طبقة عازلة أكثر وحمى الحيوان من الارتفاع الحراري الشديد، وتلعب نعومة الشعر ولونه دورا في هذا القبيل . كما دلت الدراسات على أن العروق المقاومة للحرارة اكثر هي تلك التي تحتوي على عدد أكبر من الغدد التعرقية .

وفيما يتعلق بضبط بعض ظواهر المناخ كالتهطال والرياح وضوء الشمس لاهميتها في توفير ظروف صحية للعشب أو للطعام الآخر ولدورها في عمليات الاخصاب،

فان ابقار اللحم يمكن أن تكيف نفسها على احتمال ظروف خاصة ، بنفس الطريقة التي يكيف فيها الانسان نفسه مع ظروف مناخية معينة . غير انه بات معروفا أن ارتفاع درجة حرارة الوسط الذي تعيش فيه الابقار يسبب تناقصا في الخصوبة .

وتتأثر آفات الابقار بالمناخ، وهذا ينطبق بشكل خاص على الطفيليات. فالطفيليات الداخلية كالدود عليه أن يقضي شتاءه في مضافة الابقار . أما الطفيليات الخارجية ، كالقراد والقمل ، فانها تجد صعوبة كبيرة في احتمال ومقاومة الحرارة الشديدة في الصيف ولذا نجدها تقل الى ادنى حد ممكن .

ب ـ الاغنام : يتمثل الفرق الرئيسي بين الابقار والاغنام في صوف الاخيرة، اذ يساعد الصوف على تحمل درجات حرارة منخفضة جدا (ـ٤٥° م) مع توفر الحد الادنى من الحماية في المأوى . ويقوم الصوف بدور جسم عازل فعال جدا مشكلا طبقة سميكة من الهواء قريبا من جلد الحيوان ، ولهذا فان الاغنام العازلة تستطيع المقاومة حتى لو دفنت تحت الثلج بشرط أن لايتغلغل الثلج ضمن الصوف ، لانه اذا ماحدث ذلك فستعاني الاغنام من بعض الاذى . وتؤدي الرياح العالية السرعة الى بسط الصوف ومن ثم التقليل من سماكة الطبقة العازلة . وتقوم أغنام المارينوالطويلة الصوف بالعمل على تشتيت الحرارة بزيادة الحماية ضد الاشعاع الشمسي . وعلى كل حال فان الاغنام التي يتخذ صوفها شكل فرو قصير يمكن لها العيش في نفس الظروف التي تعيش فيها الاغنام الاخرى .

ان درجة الحرارة الشرجية في الاغنام تقارب من ٣٨° م ، غير انه اذا ارتفعت درجة حرارة الهواء فوق ٢٩° م ، وزادت نسبة الرطوبة الجوية عن ٦٥٪ ، فان درجة الحرارة الشرجية ومعدل التنفس يرتفعان بصورة ملحوظة . وتتصف بعض سلالات الاغنام ، كالاغنام الفارسية ذات الوجه الاسود التي تعيش في المناطق شبه الجافة ، بأن لها ذيلا كبيرا جدا يقوم بخزن الشحم لفترة الحاجة ، وما أن تنتهي الفترة الجافة من السنة حتى يكون شحم الذيل قد تبدد ولم يبق من الذيل سوى العظم والجلد .

وتتصف الخرفان الحديثة الولادة بحساسيتها الشديدة للبرد والثلج ، لذا تستوجب وقايتها من مثل تلك الظروف المناخية القاسية . وفي اثناء فترة جز

الصوف يجب أن يكـون الصوف جافا ، والا صعب جـزه وصعبت تعبئتـه . واذا ما تعرضت الاغنام المجزوزة حديثا للمطر أو الثلج خلال اليوم الاول أو الثاني من الجز فانها ستصاب بالتهاب رئوي .

جـ ـ **الخنازير** : الخنازير هي أقل الحيوانات الاليفة احتمالا ومقاومة للتطرفات الحرارية الشديدة ، ولذا يبنى لها بيوت من الطين في العديد من المناطق غير المتطـورة وذلك لحمايتها . وتبلغ درجة الحرارة الشرجية في الخنازير بحـدود ٣٨° م ، الا أن مدى اختلافها (٣٥ ـ ٤٠° م) يكون أكبر مما في الاغنام والابقار . وتشعر الخنازيـر براحة في حال توفر الماء كي تغطس فيه . وللخنازير غدد تعرق تشبه تلك التي فـي الابقـار .

ثانيا ـ الحيوانات الطائرة :

من هذه الحيوانات الطيور والحشرات التي تتمكن من الطيران في جزء من دورة حياتها . والحشرات من ذوات الدم البارد لذا فان درجة حرارة جسمها تعتمد على الظروف البيئية . وعندما تكون الحيوانات في مرحلة الطيران فان تيارات الهواء العالية السرعة تؤثر على حياتها ، اذ قد تعرقل حركتها في منتصف طريقها مما يجعـل مـن هبوطها عملية قضاء عليها . ويؤثر ضغط الهواء على شكل الحيوان أثناء الطـيران ، حيث يحاول الحيوان أن يجعل سطح احتكاكه بالهواء أقل ما يمكن . فالجراد ـ مثلا ـ من المستحيل عليه الطيران في حال كون سرعة الرياح تزيد على ١٦ ـ ٢٠ كم/ساعة .

١ ـ **الطيـور** : بما أن الطيور لاتحتوي على غـدد عرقية ، لـذا فانهـا اذا ما تعرضت لدرجات حرارة مرتفعة واشعاع شديد ، فاما ان تغطس قليلا في الماء ، أو انها ترتفع في الهواء حيث الطبقات العلوية الأبرد . وتتراوح درجة حرارة الجسم العادية للطيور بين ٤١ ـ ٤٤° م ، بينما أقصى درجـة حرارة يمكن أن تتحملهـا هي درجـة ٤٦° م تقريبا . ويقوم ريش الطيور بدور عازل فعال جدا كونه يستطيـع أن ينتفـخ ليصبح بحجم كبير نسبيا محتويا على طبقة من الهواء العازل ، وبهذه الطريقة تتمكـن الطيور من مقاومة درجات الحرارة المنخفضة . لكن اذا ما حل التجمـد فان الطيـور

ستعاني معاناة كبيرة في سبيل الحصول على طعامها ومائها الذي تحتاجه طوال فترة التجمد ، وهنا يمكن أن يلعب الانسان دورا مهما .

واذا كان موضوع هجرة الطيور لم يعالج في هذه الدراسة ، الا انه تجدرالاشارة الى القول ، بأن الرياح الشديدة والعواصف العنيفة يمكن أن تؤدي الى هلاك وموت سرب كامل من الطيور فوق البحر أو في الصحاري والمناطق المجدبة الاخرى .

ونتيجة للقيمة الاقتصادية للدجاج الآهل ، فسيعالج باسهاب محدود دونغيره. ولتصميم أقفاص الدجاج اهمية كبرى . ويعتمد انتاج البيض بصورة رئيسية على الضوء الذي يمثل احدى الآليات المحركة في وضع البيضة . وطول الفترة المضيئة مهمة في انتاج البيض ، ذلك أن تزايد طول النهار سيؤدي بالفرخة الى التبكيرفي وضع البيض أكثر مما لو كان طول النهار أقصر . الا أن الطرق الصناعية التي بدأت تنتشر في العديد من الامكنة والتي توفر للدجاج متطلباته الضرورية قد عملت على ضبط الامور .

ان درجة الحرارة الجسمية للدجاجة الاهلية بحدود ٤٢°م ، مع وجود اختلاف يومي حراري ملحوظ . وفي حال ارتفاع درجة الحرارة في الجو أو في القفص الى حوالي ٣٢ – ٣٥° م فانه من الممكن أن يحدث انهاك لقوى الدجاج ، ذلك أندرجة حرارة بيئة الدجاج يفضل أن لاتزيد عن ٢٧°م . ومن الانسب أيضا أن يكون التبريد الليلي موازيا لدرجة الحرارة الصغرى الصيفية والتي تتراوح بين ١٥ – ١٨°م ، حيث لايشعر الدجاج بأي انزعاج ضمن هذا المدى الحراري . وعندما تكون الحرارة شديدة الارتفاع فان الطيور تقوم بفرد أجنحتها أكثر مما لو كانت في حالة طيران خارجي، وعندها يمكن للدم أن يتبرد .

ولدرجات الحرارة فوق ٢١° م تأثير على حجم البيضة ، فاذا ما ارتفعت درجة الحرارة عن الرقم السابق لفترة عدة أيام فان حجم البيض ينقص. واذا ما رافقت درجات الحرارة المرتفعة رطوبة نسبية مرتفعة أيضا فان هذا سيؤدي الى انقاص في سماكة قشرة البيض .

٢ ـ **الحشرات** : ان الحشرات من ذوات الدم البارد ، ولذا تعتمد درجة حرارة جسمها على البيئة الخارجية . وتتأثر الحشراب بأحوال الطقس المتطرفةتأثرا واضحا . فالمفصليات يحدد درجة حرارة جسمها أثناء النهار التوازن الحاصل مابين الاشعاع (الكسب) وفقد الحرارة بالحملان ، ذلك أن الاحتراق الداخلي (الحرارة المتولدة ذاتيا) والتبخر يكونان غير هامين . وعندما تصبح الحشرات غير قادرة على حفظ درجة حرارة متوازنة لجسمها ، فان درجة حرارة جسمها ترتفع بشكل يكفي لحدوث ضرر جسمي . وهذا ما يمكن أن يتعرض له الجراد والجنادب (النطاط) في المناطق الصحراوية المرتفعة الحرارة عندما تكون كمية الاشعة الشمسية كبيرة . أما النمل الحاصد فلا يستطيع مقاومة درجة الحرارة الارضية المقاربة الى ٥٠° م .

وكثيرا ما تستغل الحشرات قدرتها على الطيران القصير كي تتحرك مسافات قصيرة باحثة عن مناخ أصغري مناسب لها في بيئتها . ولقد قدم جيجر Geiger مثالا عن سرب الحشرات الذي يصعد الى الطبقة الحارة الموجودة تحت مستوى الانقلاب الليليعندما تبدأ أشعة الشمس الاولى باختراقالغابة أو الاراضي الشجرية. ويشابه ما تقدم ما يفعله البعوض الذي يقوم بالطيرانبحثا عن الماء الراكد الضروري له لوضع بيوضه ، تلك المياه الراكدة (المستنقعات) التي يكثر وجودها في المناطقالغزيرة الامطار .

ان الحشراتالتي تستطيع الطيران مسافاتطويلة كالجراد البالغ Adult Locusts تعتمد على أحوال الطقس . ولقد بين ريني Rainey (١٩٥٨) في بحثه الهام كيفأن الجراد الصحراوي Schistocerca Geegaia يتجه الى مناطق الرياح المتلاقية . وفي الاحوال الجوية المصاحبة بهطول أمطار يكون هناك ترابط وثيق بين سقوط الجراد وهطول الامطار .

وتعتبر الحشرات حساسة جدا للظروف الجوية . والاهمية المتزايدة لمعرفة التأثيرات الجوية على الحشرات تستدعي تحديد مدى تلك التأثيرات . ويجب أن لايتوقف الامر عند تحديد التأثيرات المباشرة لظواهر الجو ، وانما تبين أيضا التأثيرات غير المباشرة من خلال عملها كعائل (مضيف) ، وكمتطفل ، وكمفترس. وهناك العديد

من الدلائل التي تدل على العلاقات الموجودة بين سلوك الحشرات والظروف المناخيـة، وهذه بعض من النماذج ؛

أ ـ يرتبط معدل تغريد العرصار الشجري بدرجة حرارة الهواء (ح) .
ح = ٥ر٤ + ١٤ر٠ (عدد التغريدات في الدقيقة) .

ب ـ تؤدي الامطار الصيفية الغزيرة الى تخريب حوريات حشرات القمح Chinch bug .

جـ ـ تأخر الربيع يكون ملائما لسوسة حبة القمح ، بينما تقضي طفرات الحرارة الشديدة والجفاف عليها .

د ـ تؤدي الموجات الطويلة من الحرارة المرتفعـة الى ازديـاد عـدد براغيث المنـازل .

هـ ـ الامطار الهاطلة بعد فترة جفاف طويلة تذير بحلول مرحلة الطيران عنـد النمل الابيض Termites .

ويمكن للحشرات أن تتحمل التغيرات الكبيرة في الاحوال المناخية . فبعض يرقات البعوض ، وبق الماء ، وخنافس الماء ، يمكـن أن توجـد في ماء درجـة حرارته بـين ٣٨ ـ ٥٠° م . بينما أوضح جليك Glick أن الحشرات في الهواء الحر يمكنهـا أن تصل حتى ارتفاع ٤٢٠٠م ـ كثير منها من الحشرات اللاجناحية ، كحشرات Springtails (٣٣٠٠م) والبراغيث (٦٠٠ م) ـ .

ثالثا ـ الحيوانـات المائيـة :

للحيوانات التي تستوطن الماء بيئة أكثر استقرارا من بيئة الحيوانات البرية ، وذلك من وجهة النظر المناخية . وتعتبر درجة الحرارة أهم عنصـر مناخي بالنسبـة للحيوانات المائية . ومن النادر أن يرتفع المدى الحراري السنوي الى أكثر من ١٤° م في البحار ، وان كان مدى القيم المتطرفة (المدى الاعظمي) يتراوح بين ٣٠° م في البحـر العربي الى ـ٢° م في البحار القطبية . وبسبب السعة الحـرارية الكبرى للماء فـان

تغيرات درجة الحرارة فيها تكون بطيئة ، ومعظم الحيوانات المائية تأقلمت مع هذه الظروف ، وهي تموت فيما لو أصبحت تغيرات الحرارة سريعة . وتميل وجهة الحيوانات البحرية الى مناطق التغيرات الحرارية البطيئة ، ففي فصل الصيف نجدها تتحرك اما باتجاه المناطق القطبية ، أو نحو قيعان البحار باحثة عن المياه الاكثر برودة. وفي أثناء فصل الشتاء تستوطن العديد من أنواع الحيوانات في الطبقات السفلى حيث تكون درجة الحرارة هناك أعلى من درجة حرارة الطبقات السطحية بحدود ٣ – ٦ °م.

وتمارس العوامل المناخية تأثيرا خاصا على الاسماك يتجلى فيما ينجم عن تبدل وجهة حركة التيارات المحيطية ، حيث يتسبب ذلك في موت البلانكتون الذي يعد غذاء الاسماك الرئيسي ، ويتولد عن ذلك تناقص كبير في أعداد الاسماك والحيوانات الآكلة للسمك . وتخضع الحيوانات التي تعيش في المياه الضحلة وعلى شواطىء البحار الى تغيرات أكبر في درجات الحرارة من تلك التي تعيش في المياه العميقة . وعلى كل حال ، فان الاحياء البحرية كافة لها القدرة على تحمل التغيرات التدريجية في درجات الحرارة، فا أبو جلمبو (سلطعان Crab)الذي يعيش في الحفر الضحلة ، سيتحرك نحو البرك فيما لو أصبحت الارض شديدة الحرارة .

رابعا – الزواحف :

الزواحف حيوانات من ذوات الدم البارد . وتشتمل تلك الحيوانات على التماسيح والسحالي Lizard والسلاحف Turtle . وتمتلك تلك الحيوانات أجهزة Scales تساعدها على تقليل التبخر من مياه جسمها ، ولذا فانها تحافظ على درجات حرارة دمها ضمن مدى أمثل – هذا المدى أكبر مما هو عند الحيوانات ذوات الحرارة الثابتة – وذلك بالعمل على رفع أو خفض درجة حرارتها بالخروج من بيئتها لتحقيق ذلك . ففي الايام الشديدة الحرارة تختبىء تلك الحيوانات في مخابىء تحت الارض أو تبحث عن بقع ظليلة تخفف عنها وطأة الحر الشديد . وتتراوح درجة حرارة الدم المثالية بين ٣٦ – ٣٨ °م تقريبا . وتعاني الكثير من السحالي من ارتفاع الحرارة ، حيث تنهك قواها عند درجة حرارة ٤٠ – ٤٧ °م ، ويمكن أن تموت اذا ماوصلت درجة حرارة الدم الى حوالي ٥٠ °م .

وتعد درجة الحرارة ٥ ــ ٨° م العتبة الدنيا بالنسبة لكثير من الافاعي الصحراوية، الا انه من المعروف ان درجة حرارة سطح التربة في الصحاري شبه المدارية موطن الكثير من تلك الحيوانات تصل الى حوالي ٨٠° م ، وانه لمن الاجدى لتلك الحيوانات البحث عن بيئات اخرى ذات طبيعة أفضل . ويعتبر تشمس الافاعي محاولة منها للمحافظة على درجة حرارة جسم مثلى . أما التماسيح الخشنة الجلد فان تحملها لدرجات الحرارة المرتفعة يكون عن طريق دخولها الماء كي تتبرد ، وان لم تستعن بالظل أو الماء للتخفيف من وطأة الحرارة الشديدة فانها ستموت. وهناك بعض الزواحف ، كالحرباء Chameleon تظهر استجابة مدهشة للحرارة والضوء تبدو من خلال تلون جسمها، اذ يتحول جسمها الى اللون الداكن عندما تتعرض الى الشمس ، بينما تبقى الاجزاء المظللة محافظة على لون ضوئي .

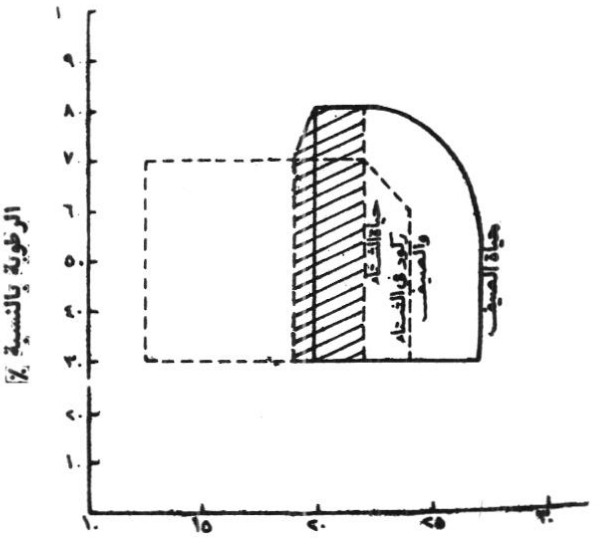
خامسا ـ جحريات التربة :

يعيش ضمن التربة العديد من الحيوانات التي تجد فيها ظروفا ملائمة تقيها من التطرفات الجوية في البيئة المفتوحة . وبعض الحيوانات ــ كالدود ــ تقضي كامل حياتها تحت سطح الارض ، غير أن البعض الآخر من الحيوانات يستخدم الارض حين الضرورة فقط لتزويده بالبيئة المناسبة .

وفي فصل الصيف الحار تقوم بعض الحيوانات بدءا من الحشرات وحتى الثدييات ــ كحال الثعلب الصحراوي ــ بالاختباء تحت الارض لتنجو من شدة الاشعاع الشمسي أثناء النهار . وفي فصل الشتاء ، تنتقل الحيوانات في المناطق الباردة الى ما تحت الارض كي تقضي شتاءها هناك ، ونجد بعض الثدييات الكبيرة كالدببة تشارك في جزء من هذه الظاهرة ، اذ انها تجد تحت السطح الظروف الملائمة الضرورية لاشتائها .

ويجب على كل حيوان ــ وعلى الانسان ــ أن يحافظ معظم وقته على توازن حراري مع بيئته . وهذا يتطلب معرفة كمية الحرارة المتولدة ذاتيا ، ومعدل وحجم الماء الفاقد من الجسم ، وامتصاص وبث الاشعاع ، والعازلية ، ودرجة الحرارة الجسمية لهذا الحيوان أو ذاك. بالاضافة الى معرفة حدود التحمل لمقادير من مركبات؛

الاشعاع ودرجة حرارة الهواء وسرعة الرياح ، التي تشكل ما يعرف بالمجال المناخي، والتي يمكن أن تحدد التوازن الحراري الحركي (الترمودنياميكي) للحيوان ــ شكل (٣٢) ــ .



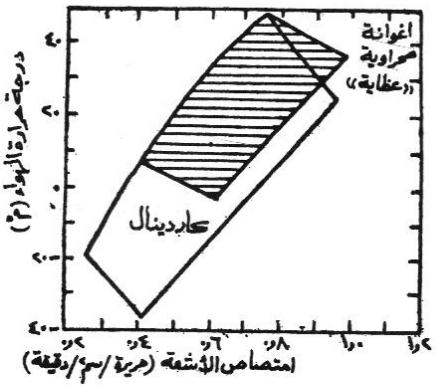
درجة حرارة البيئة (م°)

شكل (٣٢)

مناطق الراحة بالنسبة للجحريات

عن : « NEDC , 1977 , Hobbs , 1981 »

ويوضح الشكل (٣٣) انه في حال كون سرعة الرياح تقارب من ١ م/ثا ، فان بمقدور طائر الكاردينال Cardinal البقاء حيا حتى في حال درجات الحرارة الاخفض من تلك التي يستطيع حيوان الاغوانة الصحراوي Iguana تحملها ، لكنه سيبحث عن الظل عندما ترتفع درجات الحرارة الى أكثر من ٣٠° م . غير أن الزواحف تستطيع تحمل الاشعاع الشمسي الشديد عند درجات الحرارة المرتفعة تلك .



شكل (٣٣)

المجال المناخي لطائر الكاردينال والاغوانة الصحراوية

عـن : « Gates , 1973 »

الفصل الثالث

المنـــاخ ، الصناعـــة ، الاتصالات والنقـــل

يلعب المناخ دورا كبيرا في سير الحياة اليومية ، حتى انه لمن الصعب جدا ذكـــر أيـــة أمثلة من الحياة اليومية دون ربطها بالمناخ . واذا كانت قد أعطيت لبعض أشكال الحياة اعتبارات في الفصول السابقة ، الا أننا لم نعرج بعد على أمور التجارة والصناعة والنقل ، والطاقة والاتصالات من حيث ارتباطها بالمناخ . ولما كان تأثير المناخ على تلك القطاعات من أنشطة الانسان فيه بعض التعقيدات ، لذا فاننا لن نقوم هنا بأكثر مـــن تحديد لبعض الطرق التي يلعب فيها المناخ دورا في تلك الانشطه .

أولا ـ الصناعة والتجـــارة :

عندما تدعو الحاجة لايجاد صناعة جديدة أو مشروع تجاري ، فانه لابد أولا من اتخاذ عدة قرارات سابقة لتنفيـــذ المشروع . وتعتمد بعض القرارات في حلهـــا عـــلى المتغيرات المناخية، وهذا ما يتضح من المثال التالي ؛ يتطلب اقامة مشـــروع صنـــاعي جديد أن تؤخذ النقاط التالية بعين الاعتبار :

١ ـ **توفر اليد العاملة ؛** فقرب مصادر اليد العاملة يعتمد بدرجة كبيرة عـــلى قرب المدن الكبرى التي بنيت في الغالب لاسباب لعب فيها المنـــاخ دورا كبيرا .

٢ ـ **المـــواد الخـــام ؛** اذا كانت بعض المواد الخام ليست من صنع المناخ ، فان مواد أخرى لاتنشأ الا في ظروف مناخية معينة ، كالفحم ، بل نجـــد أن بعض المواد ترتبط أيضا بالمناخ كما في صناعة قطع الاخشاب ولب الخشب. وانه لمن الضروري توفر مواصلات كافية مع مناطق مصادر المادة الخـــام، وهذا يعتمد على الطرق المائية ، السكك الحديدية والطرق البرية ، مـــع ما لهذه المواصلات من ارتباط بالمناخ .

٣ ـ **ثمـن الارض** ؛ اذا لم تكن الارض جيدة للزراعة ، فان ثمنها سيكون ثمن أرض منطقة متطورة حديثا ، والمنـاخ يحدد مدى ملائمـة هـذه الارض للزراعة وبالتالي ثمنهـا .

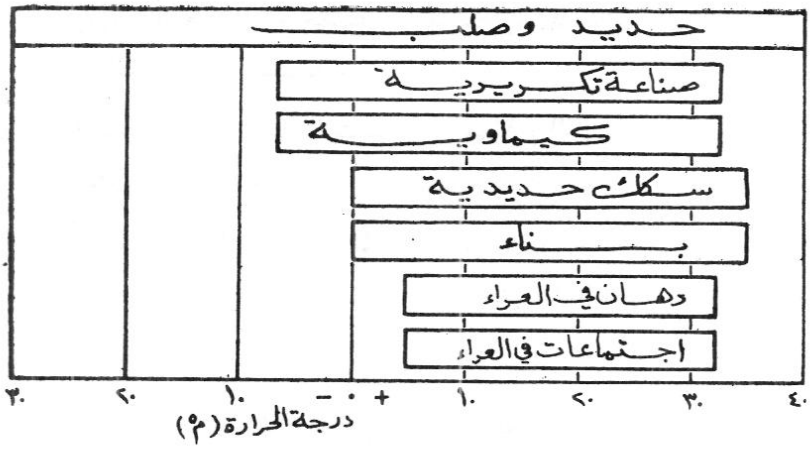
٤ ـ **الابنيـة** ؛ ان انشاء الابنيـة ، والنموذج الذي يحتاجه العامل والمعمل، والمنطقة المناخية ، كل هذا سيرد الحديث عنه فيما بعد .

٥ ـ **النقـل** ؛ هـل يستطيع المعمل ضمان نقل عماله يوميا بسهولة ، وهل النقل العمومي أو الخصوصي يكفي احتياجات المعمل . واليس النقل عملية يدخل فيها المناخ .

بالاضافة الى ما تقدم هناك مظاهر أخرى تعتمد على العوامل الجوية منها :

آ ـ وفرة الماء ؛ هل الماء الموجود كاف لقيام صناعة جديدة . ب ـ تلوث الهواء؛ هل سيترتب على قيام هذه الصناعة أية مشاكل من الفضلات المتبددة الى الهواء .
جـ ـ التسخين والتبريد ؛ هل تستدعي الظروف المناخية في أي وقت من السنة الى توفير حرارة اضافية أو الاقلال من الحرارة بغية تأمين الراحة للعاملين أو لسلامة المواد المنتجة المخزونة . ومما لاشك فيه ، ان عملية التخزين ونقل المواد الخام التي تمـر في مراحل عدة كي تصنع نهائيا ، كلها تتأثر بالظروف المناخية في المنطقة التي تتم فيها تلك العمليات .

ان راحة العمال تختلف باختلاف الظروف المناخية . وحتى عندما تكون الابنية مشادة بشكل فني ، فانها غالبا ما تكون بحاجة الى التبريد والتسخين الاصطنـاعي بما يترتب على ذلك من نفقات اضافية . وتكون الصناعات التي تتم في العـراء تحت رحمة المناخ ، ذلك أن هناك حدودا مناخية متطرفة لايمكن أن يستمر العمل خارجها ـ شكل (٣٤) ـ . وانه لمن الضروري معرفة كم من الزمن كانت تلـك القيم خـارج الحدود المناسبة في المكان المختار . ففي بعض العمليات هناك علاقة خطية بـين الكلفة أو الانتاج وبين درجة الحرارة المنخفضة دون عتبة معينـة . وفي حال توفـر ظروف مثلى للعمل ضمن بعض الابنية ، من خلال الظروف المناخية السائدة من درجة حرارة ورطوبة نسبية وشدة ضوء وجريان هواء ، فان هذا ما يمكنه أن يوفر مقدارا كبـيرا



شكل (٣٤)

الحدود الحرارية الملائمة لاعمال متعددة

من المال من خلال تجنب استعمال المناخ الصناعي العالي الكلفة . فاستعمال المناخ الطبيعي بأوسع مداه يوفر المال ويزيد الانتاج .

وعندما يصبح الانتاج جاهزا وذو نوعية جيدة ، فانه من الضروري دراسة الظروف الانسب للتسويق ، كالاعلان مثلا ، وهذا بالطبع يحتاج الى تخطيط مسبق ودقيق، ذلك لان حملة دعائية كاملة لايمكن أن تقدم للجمهور طول الليل . وهكذا، فاذا ما أراد المنتج معرفة الفترة المثلى للاعلان لتجنب التجمد في منطقة ما ، فان الاحصائيات الدقيقة المتوفرة المقرونة بمعرفة مناخية سابقة تستطيع أن تقدر بدرجة قريبة من الدقة وقت حدوث الصقيع . أيضا فان لبيع أدوات السباحة أو الالبسة الصوفية، أو الصنادل والبوظة ، يجب معرفة الفترة المثلى لامكانية بيع كميات كبيرة من تلك المنتجات .

لقد ذكرنا فيما تقدم مشكلة تلوث الجو ، وهذه مشكلة لايكفيها كتاب خاص كي يفيها حقها من الشرح والتوضيح . الا ن هناك بعض التعقيبات التي نود ذكرها. فالملوثات الكيميائية عندما تنطلق نحو الجو في حال كون الهواء غير مستقر ، والرياح

عالية السرعة ،فانه سينخفض تركيز تلك المواد ، ويصبح الخطر أقل على الانسان والنبات والحيوان . أما في حال وجود انقلاب شديد في درجة الحرارة كما يحدث غالبا في الايام الضبابية عندما يكون الهواء راكدا ، فان الملوثات الكيمائية تصبح أكثر وأكثر تركيزا ، حيث تتجمع في حجم أقل . وتشكل تلك الملوثات نويات تكاثف يتكاثف عليها بخار الماء متحولا الى قطرات مائية كبيرة مؤدية الى تشكل الضباب الذي يصبح كثيفا ومحملا بالمركبات الكيميائية ، مثل ثاني اوكسيد الكبريت . وفي فترة قصيرة يمكن أن يؤدي مثل هذا الجو الى مرض خطير في الجهاز التنفسي . والناس الذين يعانون من اضطراب في القلب والتنفس يتعرضون للموت من تأثير الملوثات الموجودة في الضباب . ولقد قامت بعض المحاولات لوضع تصنيف للاقاليم حسب الامكانية العظمى لتلوث الهواء بناء على المعلومات المناخية القيمة . وقد ينجم حدوث أضرار من تأثير الاشعة الشمسية على قمة الطبقة الضبابية الدخانية ، لانها تساعد على تشكل مركبات جيدة ، البعض منها قد يكون أكثر خطرا من المركب الاصلي . ومما لا شك فيه ، ان فكرة ايجاد مناطق غير ملوثة تكون العلاج الحقيقي لمنع الاحوال السابقة من الوجود ، وقد فعل هذا في مناطق محددة من المملكة المتحدة، كما هو الحال في احياء مختارة من لندن .

وبالطبع ، فان الفنادق وأماكن فضاء العطل (المنتجعات) تتأثر بأحوال الطقس الرديئة . فالمناطق من الجزر البريطانية التي تتلقى كمية كبرى من الاشعة الشمسية تكون ذات طقس حسن ، واذا ما مرت سنة دون صيف فان الحركة السياحية الصيفية تنخفض. وتعتمد المنتجعات الشتوية على توفر غطاء ثلجي جيد لفترة معينة من السنة، وهذا أمر يرتبط بتغيرات الطقس . ولما تجدر الاشارة الى ذكره ، هو أن أوربا كلها لايوجد فيها سوى المناطق المحاذية للبحر المتوسط يتوفر فيها كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي خلال الصيف ، بينما ما تبقى من القارة الاوربية يخضع اما لهطول الامطار بانتظام طيلة السنة ، أو لتركيز الامطار العظمى في فصل الصيف .

ان بعض التطبيقات الحديثة ، ترينا مدى سعة مجال الميتيورولوجيا التطبيقية (هوسمان Houseman ، ١٩٦١) ، فتركيب أجهزة ضخ بترولية عند ساحل

الخليج العربي يتطلب ٤٨ ساعة من الطقس الهادىء . وفي عام ١٩٥٦ حدثت عاصفة عنيفة سببت خسائر في الارواح ، وتدمير ممتلكات قيمتها ما يعادل ١ مليون دولار . وفي أيامنا الحاضرة يستفاد من التقارير الجوية في التنبؤ عن أحوال الطقس ، بالقرب من محطات أجهزة ضخ النفط .

ثانيا ـ الطاقة والاتصالات Power and Communications :

ان عناصر الطقس المختلفة يمكن أن تشكل مصادر طاقة هامة ، ومن تلك العناصر ثلاثة أكثرها أهمية ؛ الاشعاع ، والرياح ، والتهطال . ومن الشائع في هذه الايام فكرة البطاريات الشمسية المستعملة في الاقمار الصناعية ، غير أن مثل تلك البطاريات غير متوفرة للاستعمال عند سطح الارض الا لفئة قليلة من الناس ، لانها تبقى تحت رحمة تغيرات الاشعاع ، وبذا تدل على عدم فعاليتها . ويمكن أن تستعمل حرارة الشمس في تسخين أو تبريد البيوت ، وتسخين الماء . وباستعمال عواكس على شكل مرايا ذات قطع مكافىء يمكن طبخ الاطعمة بالاشعاع ، مثل شرائح اللحم والنقانق.

وتعطي الشمس أيضا طاقة حرارية متمثلة في الوقت الحاضر في الفحم ، والمواد النباتية المتحجرة (فحم المستنقعات Peat) والبترول والغاز الطبيعي . وأن توزع استهلاك تلك المواد والطلب الشديد عليها في بعض المناطق تحدده الظروف المناخية .

ان الرياح عن طريق تأثير ضغطها يمكن أن تستعمل كمصدر طاقة طبيعي ، وطواحين الهواء برهان على ذلك . والطاقة الناتجة عن فعل الرياح يمكن أن يعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$P = 2 \times 10^6 \, a \, V^3$$

حيث :

p = الطاقة الناتجة (بالكيلوواط)

a = مساحة السطح المعرض للرياح (م٢)

v = سرعة الرياح (كم/ساعة)

ولفاعلية واقتصادية الطاقة الناتجة ، فان سرعة الرياح يجب أن تكون فوق عتبة معينة ، وهذه العتبة مقدارها ٣٠كم/ساعة لفترة تزيد عن ٤٠٪ من الوقت .

والتهطال ايضا عنصر رئيسي في توليد الطاقة ، وذلك عن طريق جريان مياه الامطار السطحي . وطواحين الماء ، والكهرباء المائية ، أمثلة عن فعالية التهطال كمصدر من مصادر الطاقة . وكثيرا ما يخزن جزء من الطاقة الضخمة المصاحبة لهطول الامطار باقامة السدود وخلق بحيرات مائية تستخدم في استخراج الطاقة الكهربائية .

ان كل من الطاقة والاتصالات تنقل في كثير من انحاء العالم عبر كابلات علوية (هوائية) . وتخضع تلك الكابلات للضغط الناجم من العواصف الثلجية والظاهرات الجوية الكهربائية (الصاعقة) والرياح ، ويصبح الامر خطيرا فيما اذا رافقت العاصفة الثلجية رياح شديدة السرعة في وقت واحد . وخلال ارتفاع درجات الحرارة كثيرا فان الاسلاك تتمدد ويحدث فيها هبوط ملحوظ ، كما تؤثر اختلافات درجات الحرارة بين لحظة واخرى على عملية النقل (البث) وعلى عمل الاجهزة ـ كالمفاتيح (السويتشات) والعوازل والمحولات ـ . كما تعمل الرطوبة الجوية على الحد من عمل بعض قطع الاجهزة الكهربائية . ويتأثر استقبال أجهزة الراديو بالاحوال الجوية ، حيث تؤثر على عمل الهوائي (الانتين Antenne) ، كما ويتأثر الاستقبال بالتقلبات الجوية من خلال التغيرات التي تحدث في انكسار الموجات .

وتخفض الكابلات الممدودة تحت سطح الارض من تأثيرات الجو على نقل الطاقة والاتصالات ، وتكون تلك الكابلات ضد تأثير الماء أيضا . بالاضافة الى ذلك فان مناخ تحت سطح الارض يتصف بانتظامه الملحوظ . غير أن تكاليف الكابلات عال جدا ، حتى بات سؤال الاقتصاديين عما اذا كان من الافضل الانفاق على الصيانة المستمرة ، أو الانفاق على تركيب كوابل جديدة . والترابط وثيق ما بين حالة الطقس واستهلاك الكهرباء ، ويبدو تأثير عناصر درجة الحرارة والرياح والاضاءة على طلب الكهرباء واضحا ، من خلال ازدياد الطلب كثيرا مع انخفاض الحرارة الشديد ومع قلة الاضاءة. والكهرباء أصبحت تستخدم في سائر مجالات الحياة .

ثالثا ـ النقل :

ان نظام النقل في منطقة ما يحدّد اعتمادا على الظروف المناخية ، ولهذا فان ما يهم هو حالات الطقس المتطرفة . اذ يتم التعامل هنا مع الظاهرات الجوية المتغيرة

في فترات قصيرة وليس مع الاحوال المناخيـة العامـة . وغالبـا ما تسبب تطرفات ـ شذوذات ـ الطقس متاعب كثيرة ، حيث تزداد حوادث الاصطدام على الطرقـات زيادة كبيرة . وأهم آثار الطقس على النقل تتم من خلال تشكل الجليـد ، وتراكـم الثلوج ، والاضطرابات الجوية الشديدة ، والامطار العاصفيـة ، وضعف الرؤيـة . وبالاضافة الى الآثار المباشرة الناجمة عن فعل العوامل السابقة، هناك آثار غيرمباشرة، كحال تجوية المواد(تعرض مركبات وسائل النقل لاعمال التجوية) وتعديل التشحيم.

ويمكن أن يتم النقل بأربعة طرق ؛ الهواء ، الماء ، السـكك الحديدية ، والطرق البريـة .

١ ـ النقـل الجـوي :

ان مصلحة الارصاد الجوية في أقطار عديدة قادرة على الحصول على ما تحتاجه من المال اللازم لتطورها بسبب تقديمها (تزويدها) الكثير من الخدمات الى الطـيران المدني والعسكري . ولمن الواضح حاليا أن التنبؤات الجوية الدقيقة والمتقدمة قـد أدت الى التقليل من مشاكل الطيران . ويبدو تأثير الاحوال الجوية على الطيران مـن حيث تأثيرها على ؛

أ ـ المطـار (المحطـة) ب ـ الطريق الجوي .

أ ـ المطـار ؛ تبدأ مشاكل المطار التي يود بحثها ، بموقع هذا المطار . وتتعلق مسألة الموقع بالحالة المناخية ، حيث يتطلب دراسات لفترة طويلة لما يخص ؛ تكـرار حدوث الضباب ، والسقف المنخفض للطيران ، والظواهر المقترنة . وتعتبر المعلومات عن حدوث الرياح سرعة واتجاها ، وارتفـاع سقف الغيم ، والرؤيـة ، ذات أهميـة جوهرية في نجاح عمل المطار . ويبدو غريبا أحيانا ، في أن بعض مواقع المطارات اختيرت بشكل غير مناسب . ان العلاقات المتداخلة بين العناصر الميتيورولوجية تكون غالبـا اكثر أهمية ، كما في الهبوط على ارتفاعات منخفضة مـع رياح تهب من اتجاه معين . ويجب ان تمتلك كل المطارات معلومات من هذا النوع محللة اياها على خرائط فصلية ويومية ، والخرائط اليومية تأخذ بالاعتبار تخطيط جدول مواعيد الطيران . ويتحدد توجيه المهبط حسب اتجاه الرياح السائدة ، ذلك أن الطائرة في هبوطهـا واقلاعهـا

تماشي الرياح السائدة تقريبا . أيضا فان درجة حرارة هواء المهبط تلزم لحساب استطاعة حمولة الطائرة أثناء اقلاعها .

ب ـ الطريق الجوي ؛ من أهم العناصر الميتيورولوجية التي تهم الطائرة في رحلتها ؛ سرعة الرياح ، الاضطرابات ، الغيوم ، التجمد ، والعواصف الرعدية . ومعرفة هذه الامور ضروري لسلامة رحلة الطائرة مدنية كانت أم عسكرية ، علما أن الطائرة العسكرية مزودة برادار ، كما انها تطير فوق مستوى الكثير من أخطارالطقس. والمعلومات عن العناصر السابقة تلزم لتأمين سلامة الطائرة ولاقتصادية الطيران ، كما يجب توفير معلومات كافية عن الرياح الخلفية (خلف الطائرة) والامامية ، ومستويات الطيران المثلى ، وذلك بغية الحصول على طريق اقتصادي أكثر ، والذي يجنب أيضا مناطق الاضطراب التي تبرز حيث الحركة الشاقولية للهواء ، والتجمد الممكن حدوثه.

٢ ـ النقل المائي :

منذ آلاف السنين والانسان يدرك مدى تأثير المناخ على نقل البضائع والبشر عبر الماء . وحتى في أيامنا الحاضرة ، كثيرا ما نقرأ أو نسمع خبر فقدان سفينة محملةفي أعالي البحار ، وان عددا من الاحياء قد فقد في البحر بسبب الطقس العاصف من الممكن مقارنته بعدد الضحايا التي تذهب في الحرب .

وفي زمن السفينة الشرعية كان الانسان خاضعا خضوعا مطلقا لرحمة الرياح، وهذا يظهر كيف أن الانسان فيما مضى استفاد من المعرفة المناخية محولا تلك المعلومات التي يملكها عن الريح ـ اتجاهه وانتظام هبوبه ـ الى منفعةاقتصادية . فالملاح الاغريقي هيبالوس Hippalus قبل حوالي ٢٠٠٠ سنة مضت ، تأكد بخبرته من أن الرياح تهب لنصف من السنة من افريقيا باتجاه الهند ، بينما يكون اتجاه الرياح السائدة في نصف السنة الآخر اتجاها شرقيا ـ من الهند باتجاه افريقيا ـ . ولقد برمج اليونانيين مواعيد رحلات سفنهم مستفيدين من تلك الاحوال، وليس في ذلك توفير للوقت فقط، بل انهم تمكنوا أيضا من تجنب نقل بضائعهم عبر أراضي تابعة لدول أخرى ـ وهذا ما وفر عليهم المال الواجب دفعه كرسم عبور ـ .

وفي أيامنا هذه قد تكون الاهمية ليست كبيرة فيما اذا كانت الرياح تهب مسايرة أو معاكسة لوجهة السفن الكبيرة ، علما أن الرياح المعاكسة لها آثار أعظم بكثير من آثار الرياح المسايرة . ومن الواجب على السفن الصغيرة أن تحترس من الرياح القوية التي تحدث فجأة ؛ فالسفن الساحلية وسفن البحيرات التي تكون غير مجهزة لمواجهة الطقس الرديء القاسي ، فانها تحتاج الى تنبيه خاص عن الرياح العاصفية الممكن حدوثها حتى تحتاط للامر . ويمكن أن تسبب الرياح العالية السرعة المترافقة مع أعاصير الهوريكان (التيفون) أضرارا بالغة في السفن الصغيرة منها حتى والكبيرة ، والانذار بقرب حدوث ظاهرة كتلك ضروري جدا .

وللجليد تأثير خطير على النقل المائي ، خاصة ذاك الذي يدعى بالجليد الاسود الذي يترسب على السطوح المعرضة للرياح الشديدة البرودة ـ الرياح الثلجية ـ ، ويؤدي تكرار حدوثه الى صعوبة عبوره من قبل السفن الصغيرة ، وحتى السفن المسطحة . والكثير من الطرق المائية العالمية تتجمد لفترة من السنة ، ولذا فمن الضروري الاستفادة من المعرفة المناخية للتنبؤ عن التواريخ التقريبية لتجمد تلك الطرق ولتحررها من الجليد . والمعلومات من هذا النوع ذات أهمية اقتصادية بارزة في البحيرات الكبرى وما حولها في امريكا الشمالية ، اذ كشف أن تاريخ تكسر الجليد يكون مرتبطا بارتفاع درجة الحرارة المتوسطة في شهر شباط . وفي المناطق أو الفصول التي تكون فيها فترة الجليد قصيرة ، فمن الممكن استعمال محطات الجليد للمحافظة على القنال الملاحية مفتوحة بصورة دائمة .

وتنتقى الموانىء عادة بشكل يتوفر لها الحماية من مخاطر الطقس خاصة الرياح العالية السرعة ، والبحار العالية الموج ، التي يمكن أن تضرب السفن الراسية قبل أن يكتب لها الحظ لتنطلق خارج العاصفة . ويشكل الضباب خطرا على الموانىء ، خاصة تلك التي تقع في أو قرب المدن الكبرى حيث يحدث الضباب الدخاني .

ان أحوال الطقس تكون هامة للغاية أثناء تحميل وتفريغ البضائع ، كون بعض السلع تتضرر أو حتى تتلف بتعريضها لعناصر المناخ . كما أن نقل المواد القابلة للفساد تتأثر أيضا بالطقس ، ولهذا يتقرر ما اذا كان مستوجبا استعمال التسخين أو التبريد

للوقاية من التلف ، والاتجاه الحالي لحل المشكلة هو بالتخزين ضمن السفن باستعمال ماء البحر البارد لتبريد المواد المخزونة ، وهذا ما يجنب الحاجة الى أجهزة التبريد الباهظة التكاليف .

وقد تتعرض الطرق المائية داخل اليابسة ـ كما في الاقنية ـ الى موجة جفاف تسبب نقص في كمية المياه الجارية ، وبالتالي انخفاض في حركة السفن أو حتى توقفها كليا ، كما حدث في اوربا خلال صيف عام ١٩٦٤ .

٣ ـ السكك الحديدية :

كانت السكك الحديدية اداة في فتح مناطق وبلاد عديدة ، مساهمة ايضا في التطور السريع لتلك البلاد قبل اختراع الطائرة ، وافريقيا الشرقية والاكوادور واجزاء من الهند الشمالية الغربية أمثلة عن ذلك . ويبدي المهندسون في عراكهم مع المشاكل الكثيرة اهمية للعوامل المناخية بعدما أصبحت السكة الحديد محط انظار الناس وطمأنينتهم ، حتى بعد أن أصبح السفر متاحا في الجو أو البحر أو البر . ففي حال كون الظروف الجوية قاسية ـ من تجلد ، ورياح شديدة ـ فان الكثير من المسافرين يهجرون وسائل السفر الاخرى ويلجأون الى السفر بالقطار لثقتهم بطريقه الدائم الآمن لهم ولبضاعتهم . واثناء فترات الضغط المناخي على السكك الحديدية ، فان الاشارات والجسور تخضع لتأثير العناصر المناخية ، بجانب مشاكل أخرى قد تحدث في حال تأثر شبكة الاتصالات نفسها بالاحوال المناخية .

ومع أن السكك الحديدية تلعب دورا هاما في نظام النقل في المملكة المتحدة البريطانية ، الا أنها تتعرض في كثير من الاحيان لتأثير كل من ؛ الطوفان ، والثلج الشديد التراكم ، والانزلاقات الارضية ، والرؤية المنخفضة ، ودرجات الحرارة النخفضة جدا ، خالقة الدمار والخراب في نظام السكة الحديدية . ولحسن الحظ فان العناصر الثلاثة الاولى ـ الطوفان ، الثلج العميق ، الانزلاقات ـ نادرة الحدوث في المملكة المتحدة ، على الرغم من أن جرافات الثلج تبقى مشغولة طيلة شهور الشتاء في شمالي اسكوتلندا . إلا أن الرؤية المنخفضة ودرجات الحرارة المنخفضة تكون أكثر شيوعا ومازالت تسبب حدوث كمية غير متناسقة من التشويش ، خاصة في المدن

الكبرى وحولها ، حيث تخدم السكك الحديدية زبائن عديدين ودائمين . ان الظواهر الخمس المذكورة أعلاه يمكن التقليل من آثارها الضارة أو حتى تجنبها ، بالممارسات المادية ؛ باقامة حواجز ثلج ، وانفاق مدعمة ، ونقاط تسخين ... الخ . الا أن الحالات الشديدة التطرف يصعب الوقاية منها تماما ، ففي العديد من المناطق الجبلية، كحال جبال الالب ، والروكي الكندية ، فان الوقاية من الانهيارات الثلجية أوالارضية أمر في غاية الاهمية ، والذي يلزمه استخدام المعلومات المناخية المتوفرة ودراستها وتحليلها بدقة .

والطقس الجيد يؤدي الى اجتذاب مسافرين أكثر الى السكك الحديدية ،ويؤدي الى اكتظاظ في بعض الخطوط القديمة ، الا أن التأثير الاكبر يكون على نقل البضائع. وفي المملكة المتحدة التي تتوفر فيها المياه ، وتكثر الاراضي الزراعية ، والتجمعات البشرية الكبيرة ، تكون بحاجة كبيرة لوسائل نقل سريعة . فمحاصيل المزرعةوالبحر يجب أن تذهب الى مراكز الاستهلاك خلال أقصر وقت ممكن للمسافة المعطاة التي تتحملها البضاعة دون أن تفسد . وفي خلال الطقس الحار فانه لمن الضروري اما استخدام التبريد أو العمل على انقاص الزمن اللازم لتسليم البضاعة . وعلى ادارة السكك الحديدية أن تكون مدركة للطلب المتغير لسوق البضائع المشحونة ، وان تتمكن من تلافي كل ما تستوجبه الضرورات المستجدة .

٤ ـ الطرق البرية :

يؤثر الطقس على الطرق البرية من خلال وجودها ، وانشائها ، وعملها والمحافظة عليها . ففي اثناء انشائها فان موقع الطريق والمادة المستعملة في اعداده لتفادي مخاطر الطقس هي الاكثر اهمية . ففي المناطق الباردة جدا ـ كمثال ـ والتي تعاني من الجليد فانه من غير الحكمة استعمال الطريق الاسمنتي ، وفي أجزاء عديدة من روسيا تستعمل الطريق كتلا من الخشب المفروسة شاقوليا لتقليل تأثير الثقل الذي يحدث أثناء الاختلافات الفصلية . ولا تستطيع سطوح بعض الطرق من مقاومة تغيرات درجات حرارة السطح في فترة الصيف التي ينجم عنها تمدد وتقلص يقودان الى التشقق والاهتراء ، وتزداد تكاليف الصيانة في مثل هذه الطرق ، خاصة الطرق غير المصقولة فيما اذا بقيت مفتوحة للمرور خلال الفصول المطيرة .

وفي الحالات التي يكـون فيهـا الطقس رديئا ، فان عوامل السلامة تنخفض ؛ الرؤية المنخفضة تقلل من سرعة السفر الآمن ، حوادث الانزلاق الارضية تدعو الـى الحرص في القيادة ، والرياح العالية السرعة يمكنها أن تجرف السيارات من الطرقات في الاماكن المكشوفة . اما اذا كان الطقس حسنا ، فان عدد مستعملي الطرق سيزداد زيادة كبيرة ، وقد ينجم عن ذلك احتقان في حركة السير ، وفقدان مرونة الحركة ، ووقوع حوادث طرق . وفي الكثير من الطرق الجبلية ـ حيث التجلد الليلي ـ يلعب ذوبان السطح عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء النهار الى ما فوق حوالي ٢٧° م دورا بارزا ، كالدور الذي لاحظناه في حال السكك الحديدية في الطقس الحار ، حيث تزداد مشاكل التدهور نحو المنخفضات .

ولم نذكر بعد تأثير الطقس على مستخدمي الارصفة . ففي أثناء التهطال الغزير ، فان البلاليع غالبا ما تصبح غير قادرة على تصريف كل الماء المتدفق ، ولذا فان عـلى عابر الطريق أن يكون سريع الحركة كي يتجنب البرك الكبيرة . وعندما يسقط الثلـج في منطقة مبنية فان الارصفة تصبح خطرة بسبب الانزلاق ما لم يزال الثلج فورا ؛ وما أن يذوب الثلج حتى تغدو الطرقات والارصفة بحرا من الوحل الثلجي Slush بسبب رداءة بناء الطريق وتخطيطه أو صيانته . وفي فصل الصيف فـان اللمعان الشديـد الصادر عن الارصفة البيضاء المبهرة يكون مظهرا واضحا ، والاشعة التي تصل العيون من الاتجاه الذي يكون غير محمى بأعضاء الانسان أو بنظارات شمسية مناسبة تشكل مصدر ازعاج ، يمكن التقليل منه في حال استعمال أرصفة ملونة ـ بالاخضر أو القرنفلي ـ مما يؤدي الى زيـادة امتصاص أشعة الشمس ، مما يفيد خاصة في الشتاء لاذابـة الثلـج .

رابعـا ـ العمليـات الحربيـة :

يؤثر الطقس على العمل العسكري ، كما هو الحال في كل المساعي الاخرى التي يضطلع فيها الانسان . فتكتيك المعارك الفردية واستراتيجية الحروب غالبا ماتحددها الظروف المناخية لمنطقة المعركة . واذا كان بعض المخططين العسكريين قـد أولوا تأثير العوامل المناخية أهمية ، الا أن آخرين عمدوا الى تجاهل هذا الموضوع ، سـواء كان السبب في ذلك هو عدم ادراكهم لقيمة عامل الطقس ، أو بسبب عدم توفر المعلومات المناخية الضرورية لديهم . فالاسكندر الاكبر تأكد من الحاجة لمعلومات الطقس واصطحب

معه عددا كبيرا من المستشارين في اركان حربه ، الا انه لسوء حظ كل من الاسكندر وعلم المناخ العسكري ، فان مستشاريه لم يكونو دوما على خبرة كافية بأحوال الجو ، وكان الاسكندر ناجحا في حملاته العسكرية بسماع نصائح مستشاريه أو برفضها . كما أن نابليون واجه عدة مشاكل في الشتاء العاصف أثناء حملته العسكرية على روسيا ، ولربما كان نابليون غير خطته لو أتيحت له معرفة أفضل بالاحوال الجوية التي سيقاتل جنوده فيها. ويبدو أيضا تأثير المناخ من خلال معركة واترلو ، اذ أن الامطار الغزيرة والانهار الفائضة بمياهها خفضت من القدرة الحركية للجنود .

ولقد نجم عن فقد الاسطول البحري الاسباني هبوط في قوة اسبانيا البحرية ، حيث نجد أن الاسطول البريطاني قد دمر بعض سفنه ، الا أن الخسارة الكبرى فيه كانت بسبب العواصف ، عندما حاول الدوران حول اسكوتلندا في طريق العودة الى اسبانيا ، ويمكن ذكر العديد من الحوادث المماثلة في فترات ماضية .

وفي التاريخ الحديث ، فان العمليات العسكرية احتاجت ايضا لاستعمال العناصر المناخية . فأثنا الهجوم الياباني على ميناء بيرل هاربور فان الاسطول الياباني تقدم مع عاصفة كانت تتحرك عبر المحيط الهادي، وكان الغطاء الغيمي كاف لمنع كشف الاسطول حتى ضرب ضربته . ولقد اعتمد اليابانيون على الطقس في حالات أخرى ، احداها ؛ عندما أطلق اليابانيون مناطيد تحملها رياح الغربيات الهامة فوق الولايات المتحدة ، تلك البالونات التي كانت محملة بقنابل محرقة صممت لاشعال الحرائق ، وعلى الرغم من أن الضرر على الحرب الامريكية كان طفيفا ، الا انهم أظهروا فائدة السلاح الذي استخدموه .

وفي أثناء الحرب العالمية الثانية استعمل الحلفاء عوامل الطقس في التخطيط لغزو أوربا . وفي أثناء هجوم النورماندي أوضح الميتيورولوجيين الالمان الى أن الطقس غير مناسب للهجوم في تلك الفترة ، وهكذا كان مصير الجنود الالمان الاسر لتكاسل دفاعاتهم . وكانت المعطيات الخاصة بهجوم نورماندي تشير الى أن اليوم D سيقع في الفترة قبل يوم الى بعد يومين من اكتمال القمر بدارا ، لانه لثلاثة أيام بعد اليوم D ، فان سرعة الرياح تصبح دون ٢٠كم/ساعة على الشاطىء ، وأقل من ٤٠كم/ساعة في عرض البحر ، وقاعدة الغيم تكون فوق مستوى ١٠٠٠م، وبحدود ٣/١٠

الغيوم دون مستوى ٢٥٠٠م ، والرؤية يكون مداها أعلى من ٥كم . ولقد أظهرت المعرفة المناخية لاحوال المنطقة ، أن حوال الطقس تكون أفضل في حزيران (بنسبة ١-١٣) منها في أيار (١-٢٤) أو في تموز (١-٣٣) .

وقبل البدء في مناقشة التطبيقات المناخية في الاستخدامات العسكرية المعاصرة ، هناك ثلاث نقط يجدر اعطاؤها أهمية :

١ - علم المناخ المجرد ، لايقدم النموذج المطلوب من المعلومات . ذلك أن المعلومات المناخية التقليدية غير كافية ، وقد تكون مضللة في بعض الاحيان.

٢ - ان معلومات التخطيط (معلومات وضع الخطط) التي يزود بها علم المناخ التطبيقي يجب أن لاتستعمل الا لفترة قصيرة ، ذلك أن التنبؤ الدقيق مداه الزمني قصير .

٣ - من الضروري بمكان أن يكون هناك اتصال وتعاون مستمر بين المخططين العسكريين والمناخيين .

ان الحرب العصرية عملية معقدة لها مظاهر عدة . فاذا كانت أحوال الجو ملائمة لتكتيك معين ، فانها قد تكون غير مرغوبة لتكتيك آخر . فالضباب الكثيف - مثلا - قد يلغي هجوم جوي ، لكنه يقدم في نفس الوقت مظلة يقوم في ظلها الكوماندو بغارة من غاراتهم . وهناك العديد من العمليات العسكرية التي يفترض فيها على المخطط العسكري أن يوفر لها المعلومات المناخية الضرورية ؛ ومن تلك العمليات : -

أ - عمليات الطيران : ان الامور الهامة جدا لعمل الطائرة بشكل سليم ، تتمثل في الرؤيا ، وأحوال مستوى الطيران المرتفع ، بجانب الرياح القوية ، والظواهر الجوية المائية والكهربائية ، هذه الامور يمكن أن تحد من استعمال المطار . وعلى المخطط العسكري معرفة تكرار حدوث تلك الظواهر ، وهذا يحدد نوع الطائرة والتسهيلات الملاحية المتوفرة .

ب - الدعم الارضي التكتيكي : يعتمد المخط هنا على علم المناخ التطبيقي ليبين ذاك الجزء من اليوم الذي يمكن توقع حدوث دعم جوي فيه . وتزداد المشكلة الآن

بسبب ضرورة معرفة الظروف الجوية المناسبة في كل من المطار ومنطقة الدعم . كما يجب معرفة احوال الطقس في مطارات العدو أيضا .

جـ ـ القصف الاستراتيجي : تكون متطلبات الطقس في هذه العملية اكثر مرونة فالقصف المرئي لا يتطلب شيئا ، وبالتالي فليس هناك مشكلة واضحة في هذاالامر. ويجب أن تكون المسافة بين اقلاع الطائرة وهبوطها مناسب ـ مسافة عادية ـ ، شأن الطائرات التي تغادر مطارات منعزلة واسعة ، مع وجود قواعد ملائمة يمكن العودة اليها حين الضرورة . وعادة ما يكون دور الحظ في مهمة ناجحة قليلا فيما اذا كان القصف بالرؤية المباشرة . ويتطلب التخطيط لعملية قصف جوئي مرئي دراسة أهداف ثانوية بحيثيمكن مهاجمتها فيما اذا تعذررؤية الاهداف الرئيسية.

د ـ الاستطلاع الجوي : ويتم هذاعادة بواسطة وسائل التصوير الفوتوغرافي، وعادة يتم من ارتفاعات عالية . وعلى المخطط معرفة كم من الوقت سيكون محروما من توجيه الاستطلاع . وكما هو الحال في القصف الاستراتيجي فان القواعد الجوية الاخرى المناسبة يمكن أن تستعمل في الاستطلاع . واذا لم يكن هذا ممكنا فانالظروف في القاعدة يجبأن تكون مشمولة بالاستطلاع أيضا .

ر ـ الهجوم البرمائي : بالاضافة الى الدعم الجوي الوارد أعلاه ، فان احوال البحر تكون هامة أيضا . فالامواج المتكسرة على الشاطىء ، والمد ، ودرجة الحرارة ، والرياح ، كلها أمور تتدخل في موضوع الصعود الى الشواطىء واستمرار التموين بعد الاستقرار على البر .

ق ـ الهجوم المحمول جوا : بالنسبة للمظليين ، والحوامات ، والطائرات الشراعية ، فان أحوال الرياحتكون ذاتاهمية كبرى . بجانب الدور الذي تلعبه بعض العناصر الاخرى ، كالغطاء الغيمي ، وتحديد الزمن المتاح والملائم لعمليات كتلك .

ن ـ ظروف التربة : سواء كانت التربة تستخدم من قبل المشاة ، أو لعبور الآليات الثقيلة والخفيفة . فان امكانية التربة على تحمل السير عليها أمر بالغالاهمية. وتلعب مركباتالتربة وخواصها الفيزيائيةدورا فيما تقدم ، ذلكأن كمية المياه تختلف حسب خواص التربة ، وطبيعة وكمية المطر الهاطل ، والتبخر ، والتصريف .

هـ ـ الحرب الكيميائية : تقوم الرياح بحمل الغازات والدخان . وفي بعض الحالات تنتشر تلك الغازات بسرعة محدثة اضرارا كبيرة ، وتؤثر كمية الرطوبة في الهواء على فعالية الكثير من المواد الكيميائية . فبالنسبة للمواد الحارقة ، فانها تكون اكثر فعالية عندما يكون السطح جافا ، والامطار لم تهطل لعدة أيام . وعلى المناخيين تقديم معلومات عن الرياح ، واستقرار الجو ، والرطوبة ، ودرجة الحرارة ، والظواهر المائية الجوية . ويلعب المناخ الاصغري دورا أكثر اهمية في الحرب الكيميائية من اي عمل عسكري آخر .

و ـ اللباس والتجهيزات : لقد عولج موضوع ملاءمة اللباس للمناخ في فقرات سابقة . وعلى كل حال ، فبينما استطاع المدنيون ايجاد بعض وسائل الوقاية من العناصر المناخية ، فان العسكريين يكونون محرومين في اغلب الاحيان من هذه الوقاية، ولذا تكثر الامراض بينهم ، فمرض القدم الخندقية والامراض المزمنة المماثلة تحدق بالعسكري . ويجب ان يولى انتباه كبير لتأثير العناصر المركبة ، كعوامل التجلد، وانهاك الحرارة ، ومشكلة البقاء في ظروف الجفاف والدفء ، وذلك في حال كون الظروف قاسية . ايضا يجب أن يؤخذ بالاعتبار امكانية البقاء على قيد الحياة في مثل تلك الظروف المتطرفة ، وبالتالي امكانية التجهيزات الواجب تقديمها . واذا كانت الظروف المناخية القاسية تستلزم من العسكري قدرة أكبر على التحمل، فان التجهيزات الممكن تقديمها له تتوقف في بعض الحالات على الظروف المناخية . فالعواصف المطرية والتي ينجم عنها فيضانات قد تعزل مناطق معينة عن اماكن الامداد ، وهذا ما يمكن ان يحدث في حال تساقط كميات كبيرة من الثلوج في منطقة دون سواها ، وهذا وذاك يستوجب الاسراع في تقديم التجهيزات الضرورية ، وتكون وسائل النقل الجوي هي الفعالة في ذلك .

ي ـ المخاطر العرضية Hazards : كما في حالة الاسطول البحري الاسباني ، فان عاصفة رئيسية يمكنها أن تبيد جيوشا ، وأساطيل ، ومعدات عسكرية . فاعصار هوريكان أو عاصفة جليدية ، يمكنها أن تترك وحدة عسكرية منهكة ، ومهددة بالهجوم

عليها . وعلى المخطط العسكري أن يحاط علما بكل المخاطر التي يمكن أن تحدث في مسرح العمليات حتى تتخذ الاحتياطات المناسبة في حال تكرارها وان كانت ذات فعالية مدمرة . والتحديات التي يصنعها المستقبل تكون أكثر صعوبة . فالاقمار الصناعية، والصواريخ ، والطائرات ذات الميزات العالية ، قد زادت من أهمية الطقس ، وجعلت المشكلة أكثر تعقيدا .

البـــاب الخامس

المنـــاخ والمظاهر العمرانيـــة

الفصل الاول : المنـــاخ والمسكـــن

الفصل الثاني : بيئـــة المـــــدن

الفصل الاول

المنـــاخ والمسكن

ـ لمحـة تاريخيـة :

لقد عاش الناس الاوائل اجداد الانسان العاقل Homosapiens عراة معرضين لتأثير الظواهرالجوية مباشرة ، ومع تقادم الزمن شعروا بالحاجة الماسة لحمايةانفسهم من قساوة الطقس وتقلباته بعدما أخذوا بالتنقل الى منـاطق أخرى ، وبـدأ شعـر اجسادهم يتناقص واصبحوا اكثر نعومة وأقل وقاية طبيعية . واذا كان الانسان في مراحل تطوره الاولى يفتقر الى التقنيات التي ينعم بها الانسان الحالي والتي أمنتله مسكنا يأوي اليه ناعما فيه بالاسقرار والراحة ، وموجدا فيه جوا يتلاءم معمتطلبات جسمه ، فما كان أمام الانسان الاول سوى القبول والرضى بالمأوى الذي زودته بـه الطبيعة والذي كان على شكل كهوف . ولقد وجد الانسان القديم في الكهف ضالته، اذ حماه من هجوم الاعداء والحيواناتالمفترسة منجهة ، كما وقاه من قساوةالطقس، وهكذا وفر له الامان النسبي والدفء ، ذلك أن مناخ الكهوف معتدل (منتظم جدا)، اذ ان معظم الاختلافات المناخية تزول بعد مسافة ١٥م من المدخل .

واذا كانت حياة الانسان الاولى قد اضطرته الى العيش في منطقة مدخل الكهف كي يحصل على كفايته من الضوء في أثناء ساعات النهار ، فانه فيما بعد اكتشفالنار مستأنسا بضوئها وناعما بحرارتها متراجعا نحو داخل الكهف حاميا نفسه منالاعـداء ومتمتعا بانتظام المناخ هناك . ولقد أوضح سوتون Sutton (١٩٤٥) من خـلال دراسات قام فيها في مصر ، كيف أن المدى الحراري اليومي يتغير من ٤٠°م في خـارج الكهفالى ١١° م عند مدخل الكهف ، ليتناقص الى أقل من ٣° م على مسافة ١٥٠ م من بوابة الكهف . وفي المناطقالحارة ـ حيث يعتقد انالانسان أول ما تواجد هناك ـ

فان درجة الحرارة الخارجية المرتفعة جدا تتحول الى درجة حرارة منخفضة مع ارتفاع في نسبة الرطوبة (تقارب من ١٠٠٪) في داخل الكهف ، وهذا ما أوضحه كل من بوكستون (١٩٣٢) وبوللي (١٩٥٣) . ولقد كان سكان استراليا الاصليون يبنون لانفسهم بيوتا بسيطة مكونة من جذوع الاشجار ومتخذة شكلا مزوى ـ وليس عموديا ـ كي تقلل نسبة الفاقد من الحرارة بالاشعاع الليلي . وجاء استخدام الخيام Tents تلبية لحاجة الناس من البدو الرعاة المتنقلين مع قطعانهم تابعين الامطار وأماكن نمو الكلأ . ولقد وفرت تلك الخيام للبدو الحماية من الامطار والاشعاع الشمسي ، كما سمحت بالتهوية التي كانت تقوم بعملية التبريد وتلطيف الجو .

وما أن خطا الانسان خطواته نحو الاستقرار حتى تحول الى المواد الطبيعية المتوفرة في وسطه ، وهي اما خشب او حجارة أو تراب مستخدما اياها في بناء سكن يحمي نفسه وعائلته حماية ملائمة لكافة فصول السنة . وعبر السنين الطوال طور الانسان نموذج بنائه من خلال وسائله المحددة آخذا بعين الاعتبار التطور التكنولوجي، والمواد وكلفتها ، من أجل التقليل الى الحد الادنى من التطرفات في طقس المنطقة التي يقطن فيها ،وكانت ملاحظاته الدقيقة المستمرة زادا له في وضع التصاميم الملائمة لاماكن سكناه .

واذا كان الانسان قد تمكن منذ آلاف السنين من تزويد نفسه بالحرارة لمقاومة نوبات البرد الشديد باستخدام الوسائل الصناعية ـ عن طريق اكتشاف النار وايقادها والتدفئة بها ـ ، فانه استطاع خلال العقود القليلة الماضية ان يتجهز بالهواء البارد ويخفض الضغط (الاجهاد) الناجم عن الحرارة الشديدة أو الاشعاع الشديد . الا ان الطريقة العصرية في التكييف الهوائي محدودة الاستعمال بسبب كلفتها ، اذ ان الكلفة التقريبية لتبريد منزل متوسط الحجم الى درجة حرارية ملائمة ولتكن ٢٤°م ـ في حال كون درجة الحرارة الخارجية بحدود ٣٥°م ـ تبلغ هذه الكلفة قرابة دولار واحد في اليوم الواحد في منطقة رخيصة الكهرباء (الولايات المتحدة) ، بينما يصل ثمن جهاز التبريد الى حوالي ٤٠٠ دولار لكل غرفة معيشية. وعلى الرغم من أن الولايات المتحدة هي الدولة التي بلغ فيها التكييف الهوائي حده الاعظمي ، الا ان الكويت تعد البلد

الوحيد المكيف هوائيا بشكل كامل . ونتيجة للنفقات العالية للتكييف وبسبب حدوده الاقتصادية ، بات ضروريا العمل على الاستفادة الكاملة من الطرق الرخيصة والمعقولة كافة للحصول على الراحة من خلال التبريد ، وذلك بتصنيع معظم النسمات الباردة، والحد من الاشعاع الشديد ، والحماية من الرياح الحارة .

ولقد أدرك الآن معظم مهندسي العمارة أهمية تأثير المناخ على البناء . فالدراسة التي قدمها البروفسور بيج Page (١٩٥٨) من جامعة شيفلد (انكلترا) في هذا الميدان تعد نقطة بداية جيدة . وبعد أن أكدت جوهرية هذه المسائل عقدت منظمة اليونيسكو ندوة خاصة في أثناء انعقاد المؤتمر العالمي الثالث للارصاد الجوية الحيوية في عام ١٩٦٣ لدراسة المناخ داخل الغرفة Indoor Climate في المناطق الجافة والرطبة . والاكثر حداثة الموضوع الذي نشرته اليونيسكو (١٩٧١) والذي يركز على المناخ ودوره في تصميم المسكن وبخاصة ما يتوافق مع المناخات الحارة .

ـ المنـاخ والمهندس المعماري :

عندما يواجه المهندس المعماري مسألة تحضير مخطط بناء معين ، فانه لاشك يكون على دراية كافية بالعوامل الاساسية في البناء ؛ كنموذج البناء المطلوب ـ منزل، مدرسة ، مكتب ، مصنع ... الخ ـ وموقع البناء ، وحدود التكلفة ، الا أن معرفته المناخية تكون لسوء الحظ محدودة جدا . وغالبا ما يضع المهندس بالحسبان في عمله درجة الفائدة المادية التي تتحقق له مركزا على الجوانب الشكلية المتمثلة في النواحي الجمالية للتصميم . غير أن المصمم الناجح أصبح الآن أمام مظاهر علمية في البناء، لذا كان عليه أن يأخذ بعين الاعتبار بعض العناصر المناخية الهامة اذا ما أراد أن يقدم ابنية ذات تصميم جيد وذات قيمة اقتصادية . الا أن هذا لايعني اغفال المظهر الجمالي في البناء لان فيه يظهر المهندس المعماري حقيقة فنه . والتصميم الناجح هو الذي يتعانق فيه الفن مع العلم .

ان للاحوال الجوية السائدة دورا كبيرا في تحديد العديد من مظاهر البناء؛ كاختيار الموقع ، ومواد البناء المستخدمة ، ومصانع التسخين والتبريد . ويمكن

تلخيص المعلومات المناخية الرئيسية التي يحتاجها المهندس المعماري في النقط الاربع التاليـــة :

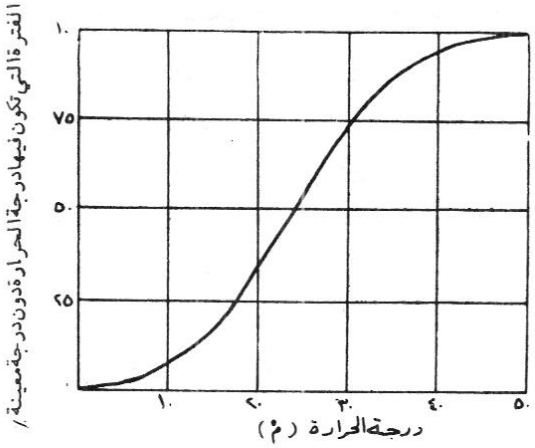
١ ــ درجات الحرارة
٢ ــ التهوية ، وضغط الرياح
٣ ــ ضوء النهـــار
٤ ــ التهطـــــال

١ ــ درجـــات الحرارة :

من الضروري بمكان لمعرفة الشحنة الحرارية على أي بناء أن نعرف دور العناصر المتعددة المتحكمة في معادلات توازن السخونة ، وأن نعرف ذلك بالنسبة لفصول السنة المختلفة . وهكذا ، كان على المهندس المعماري أن يعرف درجـات حرارة الهـواء ، والاشعاع الشمسي ، والرطوبة النسبية ، وسرعة الرياح ، بالاضافة الى ذبذبات تلك العناصر المتكررة ، والعلاقات المتداخلة بين تلك المتغيرات . ولكن لسوء الحظ لاتتوفر معلومات دقيقـة وذات قيمة الا لمناطق محدودة المساحة في العـالم ، كما أن تلـك المعلومات قد لاتتوافر على مستوى المناخ الاصغري للمكان . وعادة فان الحالة النموذجية نادرا ما تتحقق في أثناء ممارسة العمل ولا نجدها سوى في مواضيع البحث الخاصة. ولقد أوجد سيبل (١٩٥٦) تمثيلا تخطيطيا ممتازا عن مناخ مدن معينـة يمكـن أن يقدم فائدة كبرى للمهندسين المعماريين .

وفي أثناء الممارسة العملية فان المهندس المعماري الذي يمتلك مقدارا كبيرا مـن المعرفة بالظواهر المناخية العامة للمنطقة وترددداتها تعطيه القدرة على فهم الكثير مـن الاختلافات الراجعة الى عوامل المناخ الاصغري في مكان ما . وكنا أشرنا فيما تقـدم الى أن المناخ الاصغري لاي منطقة يعتمد على مظاهر السطح ، درجة الانحدار ، الغطاء النباتي ... الخ . ويجب الا نتوقع بأن المهندس المعماري محيط بكل ذلك ، ولاحتى بالتغيرات المناخية الهامة التي ربما تحدث على مسافة أفقية قصيرة . ولذا فان علـى المهندس المعـماري اذا ما أراد أن يحيط نفسه معرفة بتفاصيل المنـاخ الاصغري أو الاقليمي للمكان الذي يود انشاء بناء فيه أن يستشير مناخيا متخصصا .

وتعد معرفة الصفات الحرارية بالاضافة الى الرطوبة النسبية من التفاصيل الهامة الواجب معرفتها . وتبدو المشكلة هنا حول كيفية اعداد المعلومات المناخية للمهندس المعماري ، ولربما تكون طريقة تمثيل درجات الحرارة والزمن في شكل بياني افضل طريقة ـ شكل (٣٥) ـ يمثل احدى محاوره ـ وليكن المحور الافقي ـ درجات الحرارة ، والمحور الثاني العمودي على الاول ـ المحور الشاقولي ـ يمثل الزمن التي تكون درجة الحرارة فيه دون قيمة معينة . وبوجه عام ليست هذه هي الطريقة الوحيدة لاعداد المعلومات الحرارية ، ذلك انه بالامكان الحصول على معطيات حرارية نافعة تستمد اما من المتوسط الشهري للحرارة العظمى والصغرى ، أو من درجات الحرارة المتطرفة التي يمكن حدوثها في هذه المنطقة أو تلك .

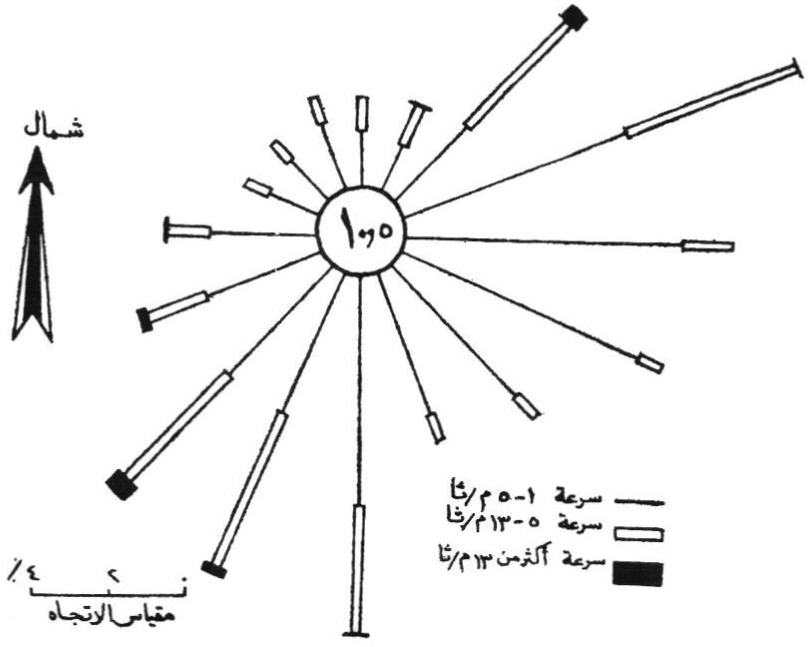


شكل (٣٥)

توزع درجات الحرارة مع الزمن

٢ ـ التهوية وضغط الرياح :

تقوم وردة الرياح المركبة بتمثيل عنصري الرياح (الاتجاه والسرعة) لأي شهر من شهور السنة ـ شكل (٣٦) ـ . ولذا كان من الضروري توافر معلومات تفصيلية عن اتجاهات الرياح وسرعتها كي يمكن اعطاء صورة واضحة عن التهوية وضغط الرياح على موقع ما . واذا كانت المعلومات المستمدة من محطة رصد قريبة للموقع



شكل (٣٦)

وردة الرياح المركبة « سرعة واتجاه »

المراد البناء فيه مناسبة للاعتماد عليها مباشرة ، فان المناخي يتمكن من التزويد بمعلومات عن الرياح السائدة وضغطها . . . الخ ، وسيتمكن المناخي بعد فحص الموقع من تقرير ما اذا كان موقع البناء ممكنا تأمين الحماية له من الرياح الضارة بمواد طبيعية أو من صنع الانسان ، أو أنه معرض ومكشوف الى مدى بعيد بحيث تقتضي وقايته من الرياح بذل جهود كبيرة ونفقات مادية باهظة .

وبما أن سرعة الرياح تتزايد مع الارتفاع لذا فان على المصمم أن يتذكر ذلك دوما ، وعليه أيضا أن يأخذ بعين الاعتبار أن هذه القاعدة تنطبق فقط على المناطق التي تهب فيها الرياح لفترات طويلة وحيث تكون السطوح منتظمة الى حدما ، ولاتنطبق على المدن أو الضواحي ذات الابنية الكثيفة . ولقد وجد كل من توماس وديك(١٩٥٣) ان سرعة الرياح في الطوابق الاولى في مدينة مركزية مكشوفة تكون ثلث سرعتها في

الهواء الحر ، لتتزايد الى حوالي الثلثين في الطوابق الوسطى ومناطق الضواحي، ولتتعادل السرعة في الطوابق العليا مع سرعة الهواء الحر . ويمكن ان نستمد من دراسة جريان الهواء في الاراضي الغابية والفسحات الموجودة بينها الكثير من المعرفة عن حقيقة اختلاف ضغط الرياح وسرعتها مما يعطي الفرصة لاختيار موقع جيد للبناء .

ان ضغط الرياح على البناء له أهمية كبيرة ، فالبناء يجب ان يصمم على أساس امكانية مقاومته للحد الاعظمي للرياح المحتملة الحدوث . ويتناسب ضغط الرياح طردا مع مربع سرعة الرياح مضروبا بالعامل المعتمد على شكل البناء . فبالنسبة لبيت سكني فان ضغط الرياح الديناميكي عليه يكون حوالي ١٤غ/م٢ في حال كون سرعة الرياح تقارب من ١كم/ساعة ، ويرتفع هذا الضغط الى حوالي ٢٥كغ/م٢ عندما تصل سرعة الرياح الى ٥٠كم/ساعة .

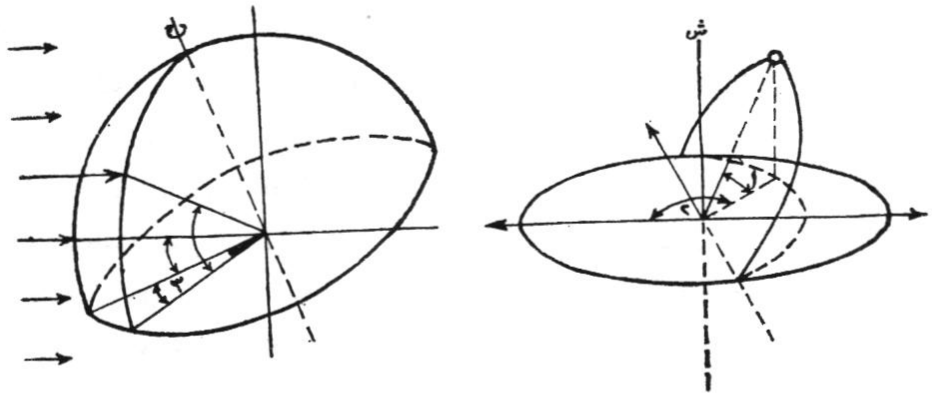
٣ ـ ضوء النهار :

للاضاءة الطبيعية دور لايقل أهمية عن دور الكثير من العناصر المناخية الاخرى، الا انه اذا كانت فعالية بعض العناصر ـ كالرياح ـ تتضح في الاجزاء الخارجية من البناء ، فان الاضاءة تتركز في داخل البناء . واذا كانت المعلومات المتوافرة عن هذا العامل قليلة ـ لكون القياسات التي تقدمها محطات الرصد الجوي والتي تنحصر في عدد ساعات ضوء الشمس ، وكمية الاشعة الواصلة الى السطح ـ لا تحقق كل ما يبتغيه المصمم . لذا فان الاتجاه لحل هذه المشكلة يتركز على الاعتماد على زاوية ميل الاشعة ، والوجهة التي تأتي منها هذه الاشعة، والمدى الزاوي لتغير هذه الوجهة. وهذا يقتضي معرفة زاوية ارتفاع الاشعاع Solar Altitude ، وزاوية السمت الشمسي Solar Azimuth ، وزاوية الزمن Hour Angle* . وتنبع أهمية هذه

---

* ١ ـ زاوية ارتفاع الشمس ؛ هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين نقطة على سطح الارض ومركز الشمس ، والمستوى الافقي الذي يمر في المنطقة المذكورة على سطح الارض .

الزوايا من أنها تحدد موقع الشمس بالنسبة لمكان ما على سطح الارض مما يسهل معرفة كمية الاشعة الشمسية التي يتلقاها ، وتسهل ايضا معرفة زاوية سقوط الاشعة وكذلك معرفة المساحة المعرضة لاشعة الشمس والمظللة في الاسطح المختلفة . وباستخدام الزوايا الشمسية السابق ذكرها ـ شكل (٣٧) ـ يمكن صنع خرائط



١ ـ زاوية ارتفاع الشمس
٢ ـ زاوية السمت الشمسي
٣ ـ زاوية الزمن

شكل (٣٧)
الزوايا الشمسية

شمسية تقدم صورة عن حركة الشمس النسبية طوال العام بالنسبة لمكان ما . كما ان معرفة زاوية سقوط اشعة الشمس على الاسطح الافقية والعمودية لاي بناء طول النهار يسهل على المعماري ادخال الوسائل المناسبة في تصميم الابنية لحجب اشعة الشمس عن بعض أجزاء البناء أو السماح لها بالنفاذ الى الداخل . ومما لاشك فيه أن المعطيات السابقة تعطي الفرصة الكبرى للمصمم لتحديد الكثير من مواصفات البناء؛

---

٢ ـ زاوية السمت الشمسي ؛ هي الزاوية المحصورة بين الخط المار في النقطة على سطح الارض والمتجه جنوبا ، وبين المسقط الافقي للخط الواصل بين النقطة على سطح الارض والشمس .

٣ ـ زاوية الزمن ؛ هي الزاوية الواقعة على المستوى المار في خط الاستواء والمحصورة بين مسقط الخط الواصل بين مركزي الارض والشمس ، ومسقط الخط الواصل بين مركز الارض والنقطة على سطح الارض .

كمواقع منافذ المناور ، وحجم وموقع سقف الشرفات الحاجبة لاشعة الشمس العالية والسامحة للاشعة الاقرب الى الوضع الافقي من الدخول الى الغرفة .

٤ ـ التهطال :

ان لهطول الامطار تأثيرا فعالا على الاجزاء الخارجية الظاهرة من البناء ، فهي تؤثر في المواد الداخلة في البناء ، كما تؤثر في الطبقة الخارجية المقاومة ، وعلى مجاري الماء...الخ . وعندما تتوافق الامطار مع رياح عالية السرعة فان تأثير التهطال قد يصل حتى الاجزاء الداخلية من البناء . وفي ايامنا الحاضرة عرف اهمية زاوية اصطدام المطر الهاطل ، ولقد اوضح لسي Lacy (١٩٥١) انه في اقليم لندن تتفاوت زاوية اصطدام المطر الهاطل من ٣٠ درجة عن الوضع العمودي في الشتاء الى ١٥ درجة في الصيف .وفي كثير من المناطق المدارية تهطل الامطار بغزارة شديدة ، وفي وضع اقرب الى العمودي. وفي حال معرفة اتجاه الرياح السائدة فانه من الممكن صنع شرفات وجدران واقية تحمي جدران البيوت المكشوفة من وطأة المطر الهاطل .

ولقد درس ثين Thein (١٩٣٨) مدى اختراق المطر للبيوت ، واستنتج العلاقة التالية :

$$خ = م_{ن} \times ر^{٢}$$

حيث خ = مدى اختراق المطر

$م_{ن}$ = اقصى كمية مطر في خمس دقائق (مم)

ر = سرعة الرياح خلال خمس دقائق (م/ثا)

وتبدأ الامطار بالاختراق حينما تصل قيمة (خ) الى أكثر من ١٠٠ . وتظهر هذه العلاقة اهمية غزارة الامطار الهاطلة في فترة زمنية قصيرة كعامل أساسي ، لذا كان على المصمم ان يوفر وجود سقف كاف وارض لتصريف الماء ، وذلك في حال تجمع مقدار كبير من الماء فوق سطح التجمع ؛ مثال ، ان هطول كمية من الامطار مقدارها ٥مم فوق سقف مساحته ٥٠م٢ تعادل حوالي ٢٥ر٠ م٣ من الماء (٢٢٥ كغ) وهذه الكمية بامكانها ان تملأ ٨ م من مزراب اتساعه ١٠ سم وعمقه ٣٠ سم .

ـ المنـاخ وموقع البنـاء :

اذا كان المناخ العام يحتوي في طياته المناخ الاصغري ، فان مناخ مكان ما لايتحدد بواحد منهما فقط ، بل هو نتيجة لمؤثرات المناخ العام من جهة والمناخ الاصغري مـن جهة اخرى . واذا كانت معلومات المناخ العام التي يتطلبها المهندس المعماري متوافرة لكل الامكنة تقريبا ، فان معلومات المناخ الاصغري قليلة رغم اهميتها . ومما لاشك فيه انه في النماذج المناخية كافة يسود المناخ العام ، الا أن المناخ الاصغري بامكانه أن يعدل من الاشكال المناخية العامة . وتحدث التعديلات أو التغيرات التي تصيب المناخ العام بفعل التضاريس المحلية، والاجسام المائية، وأغطية السطح ، والمنشآت المجاورة. فالتضاريس يمكنها أن تغير من شحنة الاشعاع على بناء ما بسبب الظل أو الانعكاس، الا أن التأثير الرئيسي يظهر جليا على جريان الهواء ، حيث تعمل الاودية كأقنية تحدد وجهة سير الرياح ، كما أنها تعطي دفعا للجريان الهابط للهواء ، وتساعد على تشكيل بحيرات من الصقيع . وغير ذلك فان السفوح المكشوفة تؤدي الى ازدياد الجهد البنائي، كما أن الرطوبة التي تجلبها الرياح المتزايدة سرعة تكون أكثر . واذا كان جريان الهواء يلعب دورا محددا في تعديل درجات الحرارة والرطوبة ، فان تأثيره يكون كبـيرا مـن حيث كونه يقوم بنقل الملوثات من مناطق بعيدة .

ان قرب الموقع من الاجسام المائيـة الكبيرة يجب ان يؤخذ بين الاعتبار ، وذلك نتيجة لوجود ظروف مناخية محلية متمثلة في هبوب نسيم البر والبحر ، وما لهـذا من دور في اختيار موقع البناء، خاصة وان درجات الحرارة تتعدل في الليل كما فـي النهـار . وقدتخلق بحيرة ضحلة المياه أو مستنقع بيئة صالحة لتجمع الحشـرات كالبعوض مثلا ولذا يجب الابتعاد عن مثل تلك الاماكن غير الملائمة . والغطاءالاصطناعي للسطح الموافق لوجهة الرياح السائدة له تأثير بارز على المناخ ؛ مثال ، الامتـدادات الكبيرة للتارماك (مادة تشبه الاسفلت) أو الحجارة أوالخرسانة المسلحة كالتي تشاهد في أماكن وقوف السيارات أو ارض المطارات أو طرق السكك الحديدية ، فان تلـك الاغطية ترفع من درجات حرارة الهواء أثناء الظهيرة التي يمكن أن تؤثر في المواقـع المجـاورة .

واذا كانت الاراضي الحشائشية او الشجرية تعدل من درجات الحرارة المرتفعة في أثناء النهار ، فان ازدياد الرطوبة النسبية تخلق شعورا ببرد ليلي رغم أن فقدان الحرارة يكون أقل مما لو كانت الارض جرداء عارية ، ومع هذا فان درجة الحرارة الليلية في الاراضي المغطاة بالنباتات تكون أعلى مما في الاراضي الجرداء . وتؤثر المنشآت المجاورة في المناخ بعدة طرق ، فهي تقف في مواجهة الاشعة الشمسية حاجبة اياها عن بعض المواقع مخلفة بذلك آثارا عدة في المدينة .

ـ التكيف بواسطة المناخ والتصميم :

لقد سبق أن ذكرنا أن لموقع البناء مناخا خاصا ينفرد به ، والذي من الجائز ان يكون مناخا غير مرغوب فيه . وعلى كل حال ، فان الاتجاه العقلاني المنطلق نحو ايجاد مناخ اصغري مرغوب فيه يركز على مواد البناء والتصميم والموقع . ورغم أخذ الابنية الفردية فقط بعين الاعتبار ، الا انه من الممكن ان تمتد فكرة التكييف المناخي هذه لتشمل مظاهر تخطيط المدينة ، كاقامة المنتزهات ، وتوسيع الشوارع ، وتحديد الاتجاهات .. الخ . فما الابنية سوى مركب متمازج من المواد ؛ كمواد البناء الصلبة التي تمتص الاشعة وتعكسها أو الزجاج الذي يمتص ويعكس ويمرر أشعة الشمس. واذا كان المطلوب هو تدفئة البيت فانه لمن الضروري أن تكون مادة البناء من النوع الذي يسمح بدخول الاشعة الى البيت ليتم امتصاصها من قبل الجدران الداخلية وليتسخن هواء الغرفة ، اما اذا كان المطلوب التبريد فانه يجب العمل على التقليل من دخول الاشعة الحرارية الى البيت .

ولتوجيه البيوت اهمية كبرى بالنسبة للتكييف المناخي والتصميم على مستوى اقليمي . وتعد عملية توجيه البيت على مكان معين مسألة تحتاج الى اهتمام خاص. فالبيوت المتناظرة على جانبي شارع متعاكسين لها مناخات مختلفة ، فواحد منا قد يمتلك مطبخا معرضا لاشعة الشمس في وضح النهار ، بينما الآخر يكون واقعا تحت تأثير الرياح الشمالية الباردة ولا تدخله اشعة الشمس ، ولربما يملك أحدهما غرفة طعام ذات موقع شرقي نموذجي بينما تعكس مرآة نظيره عبر الشارع أشعة الشمس مؤمنة له درجة حرارة مثلى في المساء .

ومما لاشك فيه ان زاوية سقوط اشعة الشمس تحدد كمية الطاقة الحرارية الواقعة على هذا السطح او ذاك ، فكلما كانت الاشعة الشمسية الساقطة على سطحما اقرب الى الوضع العمودي ازدادت كمية الطاقة الحرارية الواقعة عليه . ففي العروض العليا تكون كمية الاشعة التي تتلقاها الجدران الشمالية قليلة ، وهكذا الحال أيضا في العروض المعتدلة ، حيث نجد ان الجدران الجنوبية هي التي تتلقى معظم الحرارة الاشعاعية . فالواجهات الجنوبية تتمتع بخصائص متميزة عن غيرها من الواجهات بسبب ان شدة اشعة الشمس التي تسقط عليها لفترة أطول خلال النهار تكون أكبر، وهذا ما يتضح بصورة ابرز كلما ابتعدنا عن خطي المدارين تجاه القطبين . اما في المناطق الاستوائية حيث تتحرك الشمس – في حركتها الظاهرية – في كل من السماء الشمالية والجنوبية خلال السنة ، يكون الاختلاف بسيطا في كمية الاشعة التي تتلقاها الجدران من اي اتجاه . وفي المناطق شبه المدارية فان اشعة الشمس الصباحية قد تكون اكثر تقبلا (لطافة) من الاشعة المسائية ، كون اشعة المساء تأتي في الوقت الذي مازالت فيه درجة حرارة الهواء مرتفعة ، وبذا فانها قد تسبب زيادة في التسخين، وتعطي شعورا بعدم الراحة .

واذا كانت للواجهات الجنوبية للابنية في العروض المعتدلة والعليا تلك الميزة التي تحدد امكانية حصول تلك الواجهات على أكبر كمية ممكنة من الاشعة الشمسية التي تساهم في خلق الدفء ، خاصة في فصل الشتاء . فان الامر يتطلب التقليل من الحرارة في فصل الصيف ، وذلك بحجب تأثير الاشعة الشمسية ، وهذا يمكن أن يتم ببناء مظلة فوق الحائط الجنوبي ممتدة الى الخارج بحيث تحجب اشعة الشمس اثناء الصيف ساعات طويلة ، بينما لاتعرقل نفاذها الى داخل البيت في الشتاء . وهكذا يمكن القول انه في حال تقديم تصاميم معمارية مراعية ما تقدم ذكره ، فانه بالامكان الاستفادة من الموارد الطبيعية للحد ما أمكن من التكاليف الصناعية .

اما فيما يتعلق بجريان الهواء ، فمن غير المرغوب فيه أن يكون الجانب الطويل من البيت معرضا للرياح العالية السرعة ، الا فيما يتعلق بأغراض التبريد. ولاجل الراحة ، ولتقليل فقدان الحرارة فانه من الواجب أن تؤمن للمداخل حماية ان أمكن ذلك .

ـ منـاخ الغرفـة :

في المقاطع السابقة تمت معالجة المناخ الخارجي للبناء ، الا أن ما يهم القاطنـين هو المناخ الداخلي (مناخ داخل الغرفة) . فقد يكون المناخ خارج الغرفة مزعجا ، الا أن مناخ داخل الغرفة قد يكون مريحا ، وهنا يمكن القول ان المهنـدس المعمـاري أنجز جزءا من واجبه على الاقل . ويعتمد مناخ الغرفة على عدة عوامل تتضمن؛ المناخ الخارجي ، مواد البناء، التوجيه ، حجم النوافذ وشكلها ، التهوية ، وكذلك الاضافات الاصطناعية الممثلة بالتسخين والتبريد .

لقد قام لاندسبرغ Landsberg بأخذ قياسات لدرجات الحرارة أثناء الظهيرة في يوم صاح لكل من الاسطح الخارجية والداخلية للجدران (جدران الغرفة). واظهرت تلك القياسات أن هناك فرقا مقداره ٢٢°م بين درجات الحرارة الخارجية للجـدران المشعة وغير المشعة ، تنخفض هذه القيمة الى قرابة ٣°م ـ في الداخـل ـ فيما بـين الاسطح الداخلية للجدران نفسها .

أما شميدت Schmidt فقد تبين له أن الجدار القرميدي البالغ سماكته ١٠ سم يخفض المدى اليومي للحرارة في الداخـل الى حوالي ½ ما هو عليه عنـد السطح الخـارجي للحـائط .

اما فيما يتعلق بالتأخير في فترة حدوث درجات الحرارة المتطرفة داخل البناء مقارنة مع خارجه ، فان التأخير يكون عموما بحدود ٢ ـ ٤ ساعات . وتتطابق الفترة الاشد حرارة داخل الغرفة مع الفترة التي تقوم فيها العائلات بالطبخ وتناول الطعـام مما يرفع من كمية الحرارة .

واذا ما أراد قاطن الغرفة أن يكون مرتاحا فعليه أن يحافظ على أرضية الغرفة وجدرانها دافئة ، وأن يعطي أهمية لعاملي فقد الحرارة بالتشعع والتوصيل . لـذا فان الجدران ذات السعة الحرارية الكبيرة هي الافضل كونها تحفظ درجات حـرارة أعلى أثناء ساعات الليل ، وهذه حقيقة مفيدة واقتصادية يستفاد منها خلال نوبـات البرد الطويلة . وتفقد أرضية البيت الاسفلتية حرارة أكثر مما تفقده الارضية المكونة من الخرسانة (الاسمنت المسلح) ، بينما تكون الارضيـة المكونـة من خشب صلب حافظة جيدا للحرارة . واذا كانت الارضية الترابيـة والجدران المكونة مـن التراب

المشوى تمنح جو الغرفة مميزات مناخية متمثلة في الحفاظ على درجات حرارة معتدلة، فان الجدران الاسمنتية لانخفاض سعتها الحرارية مقارنة مع الجدران الترابية تجعل التطرفات الحرارية داخل الغرفة واضحة بشكل بارز . وكلما ازدادت سماكة الجدران ازدادت كتلتها وكبرت سعتها الحرارية ، لهذا فان الجدران السميكة تفضل على الجدران القليلة السماكة . وفي ايامنا هذه شاع استخدام مواد عزل حرارية خاصة توضع اما في داخل الجدران أو عند خارجها للابقاء على جو غرفة داخلي مقبول . كما أن لون الطلاء المستعمل لاسطح الجدران الخارجية له دور في تحديد كمية الحرارة الممتصة والمنقولة الى اسطح الجدران الداخلية، فالطلاء المائل للسواد قدرته الامتصاصية اكبر من قدرة الطلاء المائل للبياض . كما ان استعمال النوافذ ذات الزجاج المزدوج (طبقتين من الزجاج) مع وجود مسافة قليلة بين طبقتي الزجاج كفيل بتقليل الحرارة المنقولة بالتوصيل ، ذلك لان الهواء ناقل رديء للحرارة .

ان التهوية الكافية ضرورية في الغرف كافة . ويكون الهواء ــ في الغرف ــ متطبقا حراريا حسب كثافته ، حيث يكون الهواء البارد عند مستوى الارض والهواء الحار بالقرب من السقف ، وفي حال القيام بأي تهوية طبيعية ــ عبر النوافذ ــ أو اصطناعية ــ بواسطة المراوح ــ فان الهواء يميل نحو الاستقرار متطبقا حسب كثافته .

وفي أثناء النوم فان الانسان يحتاج الى أن يحمي نفسه من التغيرات السريعة في درجة الحرارة والرطوبة ، ذلك انه في هذا الوقت تكون عملية تمثيل المواد الغذائية عند حدها الادنى ، والحرارة المتولدة ذاتيا أخفض ما يكون . ولقد تبين من ملاحظات عدة انه مالم تكن درجة الحرارة ضمن الفراش بحدود ٣٠° م فان الانسان لايشعر بالراحة ولا يستطيع أن ينام نوما هادئا وطويلا . واذا دخل شخص ما فراشا باردا ، درجة الحرارة فيه عند نهايتها الدنيا الضرورية للشخص ، فان جسم الانسان سيقوم بشكل طبيعي برفع درجة حرارة الفراش قرابة ١٠° م اذا كان الفراش باردا في البدء. وان مقدار الانخفاض في درجة حرارة الفراش خلال الليل يكون بحدود ٣° م .

ـ التسخين والتبريد :

من غير الممكن في دراسة التسخين والتبريد دراسة الابنية جميعها معا ، بل من الاجدى تقسيمها على الاقل الى :

أ ـ المكاتب والابنية التي يمكن أن يحتشد فيها عدد كبير من الناس .

ب ـ المنـــازل .

ورغم أزمة الطاقة الحالية ، فان المشاكل المناخية في الابنية الكبيرة (أ) اعتمد في حلها على بناء مقصورة كبيرة بنوافذ او دون نوافذ استعملت فيها الاضاءة الاصطناعية والتكييف الهوائي الذي يوفر أجواء مثلى للناس الذين يمكثون فيها . ولهذه الطريقة محاسن اضافية في المدن الكبيرة ، فالنقص في النوافذ المفتوحة يقلل من تلوث الهـواء داخل البناء ، وبالتالي فان الناس يستنشقون هواء نظيفا ونقيا . وبهـذه الطريقـة يمكن توفير ظروف مثلى للعمال في اماكن عملهم مترتبا على ذلك زيادة في الانتاج . غير ان كلفة التكييف الهوائي المرتفعة يمكن أن تكون أكثر من التعويض . الا أن التسـاؤل المطروح ؛ هو حول ما اذا كان هناك آثار نفسية سيئة على العمال في ذلك المجمع البنائي الكبير الخالي من البيئة الخارجية . ففي المدارس ـ على سبيل المثال ـ انخفضـت ساعات التسلية ، ولم تزد عدد الساعات المقضاة داخل البناء عـن ٣٥ ساعة اسبوعيا . فالنملة الحبيسة تستطيع على الاقل أن تشعر بأن العالم الخارجي مازال يمتلك تلك الايقاعات (التتابعات) الطبيعية واليومية .

وعلى الرغم من الاتفاق العام من أن أجهزة التبريد والتسخين ضرورية لكل بناء في أمكنة معينة ، غير ان الكلفة المبدئية والجارية يمكـن أن تخفض بالاستفـادة مـن المعطيات الاساسية لظواهر الجو الاصغرية . فمثلا ؛ استعمال مصدات الريـاح تؤمن الحماية للمنزل من تأثيرات الرياح الشتوية الباردة ، بينما تستطيع الاشجار العاليـة أن تظلل مساحات كبيرة من سطح السقف والجدار . وفي انجلترا الجنوبية حيث موجات البرد الشديدة المترافقة عموما مع رياح شرقية ، فان ايجاد حزام واق من الاشجـار أو السياج الى الشرق من المنزل يمكن أن يبرهن على الفائدة العظيمة منه . وفي تكساس

(الولايات المتحدة) حيث الرياح الباردة تهب من الشمال فان الحزام الواقي يأخذ وجهة مختلفة (شرق ــ غرب) .

وتختلف عتبة ظروف العمل (الظروف الدنيا الملائمة للعمل) حسب طبيعة العمل والناس . فهناك أجناس لها القدرة على تحمل ظروف جوية اختلافاتهابسيطة، بينما أجناس أخرى لها الامكانية على تحمل اختلافات كبيرة نسبيا . غير انه تبين أن درجة الحرارة المحصورة بين ١٨ ــ ٢٤° م هي الافضل والاكثر ملاءمة بالنسبة لانسان يرتدي لباسا عاديا . الا أن النشاط العقلي يكون أفضل عند درجة الحرارة الاخفض ــ اي ١٨° م ــ ، وحتى عند درجات حرارة أخفض من ذلك قليلا . اما اذا انخفضتدرجات الحرارة الى حدود متدنية فان الجسد يصبح بحالة عدم راحة، وتقل أيضا القدرة على التركيز العقلي .

ولقد أثبتت الدراسات العلمية المتقدمة للتسخين والتبريد في معظم مناطق العالم الحاجة الى بعض من التسخين فيما اذا انخفضت درجة الحرارة الى ما دون ١٨° م. ويجب أن نتذكر أننا نعالج هنا موضوع درجات الحرارة داخل البناء وليس درجة حرارة الظل الخارجية ، علما أن هناك ترابطا ما بين درجتي الحرارة ، ما لم تدخل تفاصيل البناء بعين الاعتبار . الا انه ليس شرطا أن يؤدي توفر ظروف حراريةخارجية مثلى الى وجود ظروف حرارية داخلية مثلى بالمثل .

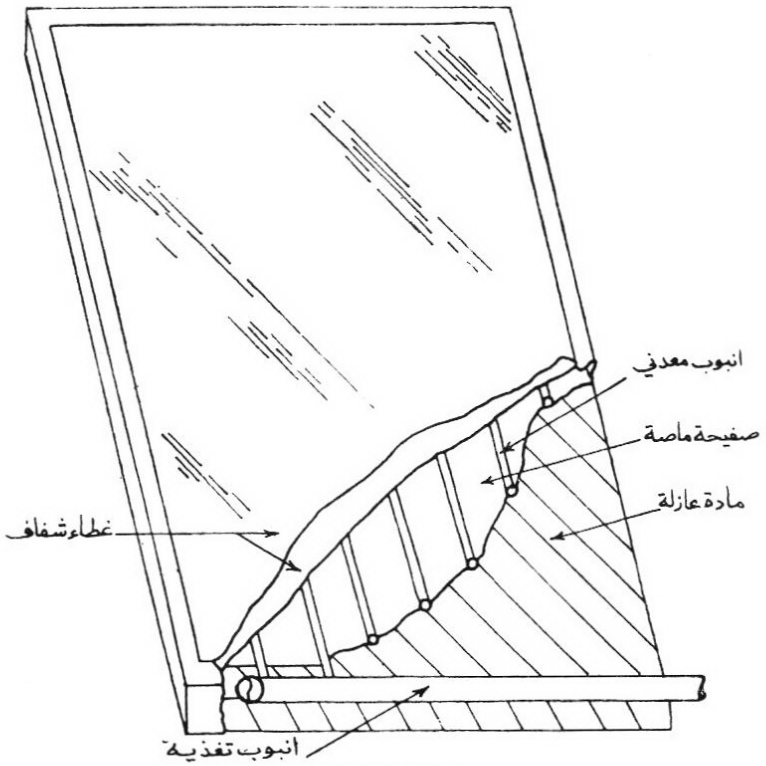
أما بالنسبة للنوع الثاني من الابنية (b) فمن الضروري العودة الى مفهوم التصميم المعتمد على أخذ الظروف المناخية بعين الاعتبار ، بجانب التكنيك المستعمل في اعداد وتنفيذ التصاميم في السنوات الحديثة . فطبيعة المواد الداخلة في البناء ، والتهوية الطبيعية ، ووسائل التظليل ، والفسحات الارضية كلها امور هامة وذات فائدة محسوسة ، فمثلا ؛ تشكل حافات النوافذ البارزة للخارج والشرفات حواجز تحجب أشعة الشمس القريبة الى الوضع العمودي عن داخل الغرفة ، لكنها تسمح بدخول أشعة الشمس المنخفضة عند الصباح والمساء في فصل الشتاء . واذا كانالامر كذلك فانه من الممكن القول أن درجات الحرارة المحصورة بين ١٣ ــ ٢٨° م في الهواء الخارجي يمكنها أن تؤدي الى وجود ظروف جوية جيدة في داخل الغرفة .

وتزداد الصعاب عند معالجة السكن في احياء المدن ذات الكثافات السكانية العالية، بسبب كون نماذج التهوية الطبيعية تتغير بشكل سريع. وتزداد المشاكل الناجمة عن القوانين المحلية المحددة لدخول الضوء، وسعة البيت. ويجب أن تستفيد المنازل من الحماية الناتجة عن نمو النباتات، كالاشجار الظليلة والاعشاب التي تقلل من الاشعة المنعكسة.

ولتقدير كمية استهلاك الوقود في المنازل يمكن استخدام مفهوم درجة التسخين اليومية Heating Degree - Days. وتعتمد هذه الطريقة البسيطة على حساب الفرق بين المتوسط اليومي لدرجة الحرارة (حَ ي) ودرجة الحرارة ١٨° م التي تعد الدرجة التي يستوجب عندها البدء بالتسخين، أو هي بمعنى آخر صفر التسخين. وهناك ترابط وثيق جدا بين استهلاك الوقود وقيم درجة التسخين اليومية، الا أن فعالية التقديرات التي تحدد الحاجة للتسخين تتغير حسب حالة الجو، فقد تكون تقديرات منقوصة او مزادا فيها. ففي حال كون الطقس في احد الايام متصفا برياح عالية السرعة وحملان حرارة بعيد عن الابنية فان التقديرات تكون أقل من القيمة المفترضة، اما في حال كون الايام مشمسة بشكل جيد فان تقديرات استهلاك الوقود الناجمة عن اتباع هذه الطريقة قد يحدث فيها مغالاة، وهذا مرده الى ارتفاع درجات الحرارة بفعل الاشعة الساقطة على الابنية المعرضة لها. وهناك مفهوم مشابه لماسبق يعرف باسم درجة التبريد اليومية Colling Degree - Days والتي تستخرج من العلاقة ؛ (حَ ي — ١٨)، وتحدد هذه الدرجة مدى الحاجة لتبريد الابنية حتى تصل الى مستوى الراحة. وفي حال كون متوسط درجة الحرارة اليومية دون ١٨° م فليس هناك حاجة للتبريد، والعكس صحيح.

وبالامكان **استخدام الطاقة الشمسية لتسخين وتبريد الجو الداخلي للبناء**، وهذا يتطلب تحويل الطاقة الشمسية الى احد أشكال الطاقة، حرارية كانت أم كهربائية. ولتحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة حرارية لابد من استعمال ما يعرف بالمجمعات الشمسية Solar Collectors التي مهمتها التقاط الطاقة الشمسية الساقطة عليها وتحويلها الى طاقة حرارية يتم نقلها الى أحد السوائل — كالماء أو غيره —

لاستخدامها في تلبية متطلبات الابنية . ولاجل رفع كفاءة المجمع الشمسي يجب رفع كمية الطاقة المكتسبة وخفض كمية الطاقة المفقودة بالحمل والتوصيل والاشعاع . وتعد المجمعات الشمسية المسطحة ـ شكل (٣٨) ـ أكثر انواع المجمعات شيوعا



شكل (٣٨)

مجمع شمسي مسطح

عن : « عياش ، ١٩٨١ »

وخاصة في المجالات التي تتطلب درجات حرارة لاتزيد على ١٠٠° م . اما في المجالات التي تتطلب درجات حرارة اعلى من درجة الغليان فتستعمل عندها المجمعات الشمسية المركزة .

ويمكن تحديد الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية في المجالات المنزلية بالآتي :

أ ـ تسخين المياه ؛ يعد تسخين المياه بالطاقة الشمسية من أكثر التطبيقات الحرارية للطاقة شيوعا بعد ان شاع استخدام السخانات الشمسية في معظم دول العالم ، ومنها العديد من الدول العربية. ويتكون نظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية من مجمع شمسي مسطح وخزان مياه وانابيب توصل بين الخزان والمجمع .

ب ـ التدفئة ؛ تتم التدفئة بالطاقة الشمسية عن طريق ضخ الحرارة المكتسبة في المجمعات الى داخل البناء السكني او غيره ، ولتحقيق ذلك لابد من استخدام بعض الاجهزة . وهناك نظامان للتدفئة بالطاقة يستخدم احدهما الهواء ، بينما يستخدم الآخر الماء . ففي نظام التدفئة بالهواء يتم تسخين الهواء في المجمعات الشمسية ومن ثم دفعه الى داخل البناية بوساطة مروحة. أما انظمة التدفئة بالماء الساخن فلاتختلف عن انظمة تسخين المياه المعتادة .

جـ ـ التبريد ؛ ويتم عن طريق ضخ الحرارة من داخل البناء الى الخارج، وذلك باستعمال اجهزة تقوم بذلك . والاسلوب الشائع لضخ الحرارة هو دفع هواء بارد الى داخل المكان ليقوم بنقل الحرارة الى الخارج مباشرة. وتستخدم الطاقة الكهربائية المحولة من الطاقة الشمسية في تشغيل اجهزة الضخ والقيام بعمليات التكييف .

وهناك خطة تجريبية تقوم على أساس استعمال التربة على انها منفذ لتبديد الحرارة ومصدر للحصول عليها .

ـ التصنيف المناخي الاولي للسكن :

تتصف كل منطقة مناخية بنمط معين من السكن السائد فيها والمتوافق مع الظروف المناخية المميزة لها ، بحيث يمكننا تمييز المناطق التالية :

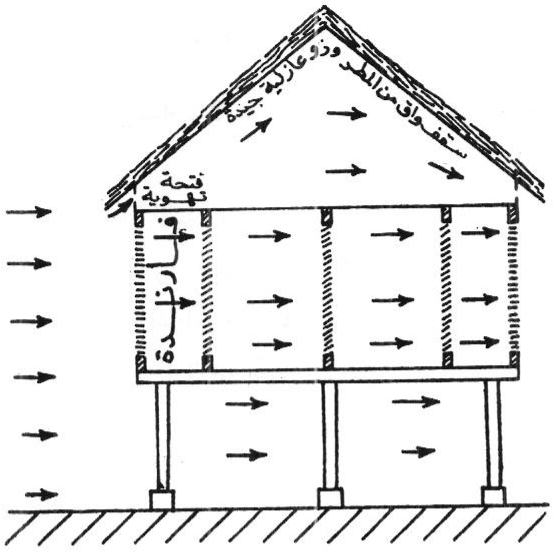
١ ـ المناطق المدارية :

يمكن تمييز خمس مناطق مناخية ـ سكنية رئيسية فيما بين المداريين : ـ

أ ـ المنطقة الحارة الرطبة : لايتطلب الانسان في هذه المنطقة الا أقل ما يمكن من اللباس . وعليه أن يستفيد من الرياح التي تلطف الجو ، كما يتوجب عليه تنظيم منزله بحيث يحدث الاشعاع في الليل تجاه السماء الباردة ، وفي النهار يكون المنزل محميا من الاشعة . وفي معظم أجزاء المنطقة الحارة الرطبة ينمو غطاء نباتي غابي كثيف، وقد قام الانسان بتعرية بعض المناطق من غطائها النباتي كي يتمكن من بناء منزله الخشبي الذي يرفعه عن الارض الشديدة الرطوبة بواسطة أعمدة خشبية بغية توفير الحماية لقاطني تلك البيوت من الحيوانات المتوحشة والحشرات المؤذية ـ انظر الشكل التالي ـ .

ب ـ الجزر المدارية : ويشبه نمط البناء فيها ذاك الموجود في المنطقة الحارة الرطبة ، غير أن الارض تكون هنا مكشوفة أكثر ، ونسيم البحر يتردد بكثرة ، لذا صممت جميع البيوت بحيث تستفيد استفادة كاملة من هذا النسيم البارد العليل . وغالبا ما يستعمل الخيزران الخفيف في صنع النوافذ مما يساعد على رفع وخفض مصراع النافذة بسهولة اثناء هطول الامطار الغزيرة . ويتألف البناء عموما من غرفة واحدة متسعة كي تستفيد بشكل جيد من الرياح الهابة ، ولقد رفعت البيوت عن سطح الارض لنفس أسباب رفعها في المنطقة الحارة الرطبة من جهة ، ولكي تستفيد من السرعة الزائدة للرياح التي تحدث من الارتفاع المتزايد من جهة أخرى ـ شكل (٣٩) ـ .

ج ـ المنطقة الحارة الجافة : لابد من توفير الحماية للوقاية من الاشعة . في هذه المنطقة ، يكون الاشعاع الشمسي شديدا . ويستعمل عادة في البناء القرميد الطيني المجفف لعازليته الجيدة للحرارة . وتبنى البيوت من عدة طوابق كي تلتقط النسمات العليلة ، وتظلل المستويات الاخفض . وغالبا ما يخرج أفراد العائلة الى سطح السقف العلوي في الليل لينعموا بالتبريد الاشعاعي والرياح الباردة . ولقد كتب لورانس Lawrance (لورانس العرب) فيما يتعلق بهذا الخصوص ؛ « لاتقع في خطأ الخرطوم ذات الشوارع الواسعة ، ذلك

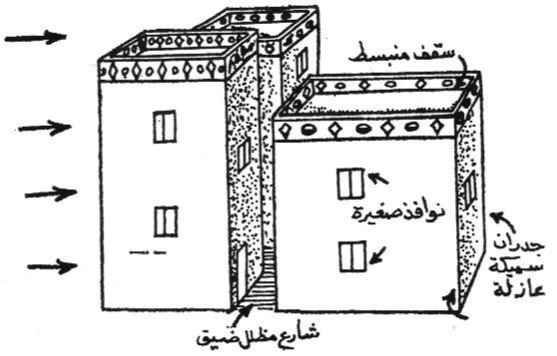


شكل (٣٩)

مسكن المناطق الرطبة الحارة

انه فيمابين المدارين فان الهواء المداري واشعة الشمس يعدان عدوين للانسان » . ويجب أن يراعى في التصميم مدى امكانية الحفاظ على درجة حرارة معتدلة أثناء النهار ، وذلك باستخدام التظليل والنوافذ الصغيرة والسقوف والجدران البيضاء ـ شكل (٤٠) ـ . ومن المرغوب فيه أن يحجب السقف خلال النهار ، غير انه من الواجب أن يكون السياج المقام حول البيت مفتوحا بشكل مناسب بالعديد من الفتحات كي يستفاد من نسيم الليل. وتقوم النوافذ الصغيرة بدور الواقي من ضربات العواصف الرملية والغبارية في حال حدوثها .

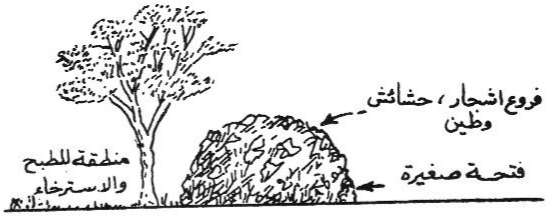
د ـ منطقة السافانا : وتجمع هذه المنطقة بين صفات المنطقة الاولى والثانية، ومناخها متبدل خلال السنة مع تتابع منتظم . والغطاء النباتي المميز هو الحشائش، بالاضافة الى وجود الاشجار والشجيرات أحيانا والتي تشكل مواد بناء رئيسية . وعادة ما تكون البيوت مصنوعة من الطين والعشب ، مشادة تحت ظل شجرة لتحميها من شدة الاشعاع الشمسي ، وغالبا ما تحاط تلك البيوت بسياج من الشوك لحمايتها



شكل (٤٠)

مسكن المناطق الجافة الحارة

من الحيوانات المفترسة ـ شكل (٤١) ـ . وفي أماكن كثيرة تستعمل الجلود أيضا في البنـــاء .



شكل (٤١)

مسكن السافانا

هـ ـ أراضي المرتفعات : على الرغم من تناقص درجة الحرارة مع الارتفاع، الا أن الانسان يشعر بقسط قليل من عدم الراحة بسبب شدة درجة الحرارة بعد الظهيرة . وتتمثل المشكلة هنا في امكانية حجب الهواء البارد الليلي عن البناء ، ولذا تزود المنازل بطبقة عازلة ، وتحمى من الرياح السائدة . كما أن الاشعاع الارضي الليلي الذي يزيد من التبرد شيء غير محبب ، لذا يجب أن يخفض قدر المستطاع .

٢ ـ المناطق شبه المدارية :

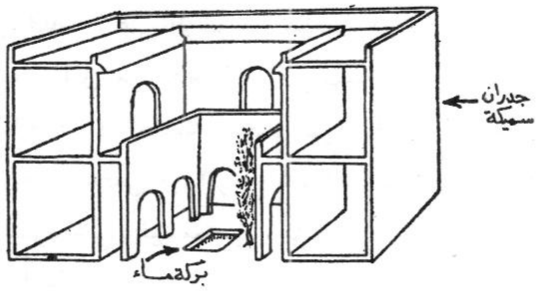
ويمكن تمييز ثلاث مناطق رئيسية ؛ أ ـ منطقة البحر المتوسط

ب ـ منطقة السواحل الشرقية جـ ـ الصحاري

وفي هذه المناطق جميعا يكون التسخين الشمسي كبيرا جدا في الفترة التي تكون الشمس فيها أقرب ما يكون الى الوضع العمودي ، ولذا تستخدم الظلال والسطوح البيضاء .

أ ـ **منطقة البحر المتوسط :** في هذه المنطقة التي يعتقد بأنها واحدة من أفضل مناطق الارض للجنس البشري ، تكثر الاخشاب والحجارة الصالحة للبناء . وتتصف هذه المنطقة بصيف حار جاف ، لذا فان الحجر المستعمل يجب أن يكون ذا عازلية جيدة لاشعة الشمس الساخنة . وتتشابه هذه المنطقة مع المنطقة الحارة الجافة المدارية في كون الصيف حار في كليهما ، ومع ذلك فهناك حاجة لتأمين الحماية من الشتاء البارد والامطار التي تهطل فيه .

وفي هذه المنطقة تحتوي البيوت القديمة غالبا على ساحات مكشوفة ، لان الشمس ان لم تكن في السمت لاترسل أي اشعاعات مباشرة الى تلك الساحات ، ومع ذلك يحدث اشعاع ليلي من تلك الساحات باتجاه السماء . ويتميز هذه الجزء من البيت بمناخ أكثر اعتدالا ، ويتم التبريد غالبا باستعمال النافورات أو الماء الجاري في البيوت المعدة جيدا لذلك . ومن المهم أن نشير الى أن سطح السقف الذي كان بمثابة بقعة تجمع لافراد العائلة في ليالي الصيف حل محله رصيف أو شرفة (بلكونة) ذات فاعلية أقل ـ شكل (٤٢) ـ .

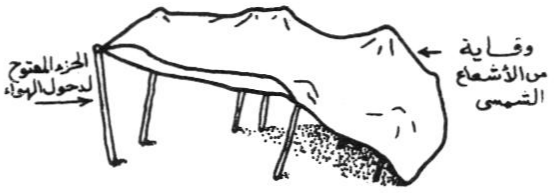


شكل (٤٢)

مسكن منطقة البحر المتوسط

ب ـ منطقة السواحل الشرقية : تحصل هذه المنطقة على كمية من المطر اكبر مما تحصل عليه المنطقة المتوسطية ، ولذا يجب ان يكون البناء اكثر متانة كي يؤمن الحماية من الامطار المنهمرة . ويكون الاشعاع الشمسي اقل شدة في منطقة السواحل الشرقية مما هو عليه في المنطقة المتوسطية وهذا مرده الى كثرة الغيوم والتهطال في فصل الصيف ، الا ان الحرارة الشديدة تجعل التكييف الهوائي مرغوبا فيه في السواحل الشرقية .

جـ ـ منطقة الصحاري : الصحاري شبه المدارية من اشد مناطق سطح الارض حرارة ، ونباتاتها قليلة جدا ومتباعدة عن بعضها . ولذا كان على البدوي أن يستعمل جلود الحيوانات ليوفر الحماية لنفسه . والخيام هي بيت البدوي ، تلك الخيام التي يتم رفعها من احد جوانبها كي تستفيد من هبوب اي نسمة هواء ـ شكل (٤٣) ـ .



شكل (٤٣)

خيمة صحراوية

٣ ـ المناطق المعتدلة البرودة :

عادة ما تكون البيوت صغيرة في هذه المناطق كي تحتفظ بالحرارة . والاخشاب والحجارة تتوافران بكثرة ، كما كان القش يستعمل في الايام السابقة في السقف بسبب عازليته الجيدة . وفي هذه المناطق والتي تليها ، تقوم النوافذ ذاج الزجاج المضاعف والابواب المضاعفة بالتقليل من فقد الحرارة بالتوصيل . واذا كان توافر الاشعة الشمسية بكثرة في هذه المناطق لايخلق مشكلة ، الا انه من الضروري أن تصمم البيوت بحيث يتاح لها الاستفادة من مثل هذه الاشعة . واذا كانت تلك البيوت بغنى عن أشعة الشمس الساطعة في بعض الاوقات فمن الممكن استعمال الستائر عندها .

٤ ـ المنـاطق البـاردة :

تبنى البيوت في المناطق الغابية من الخشب ، وتتخذ السقوف وضعا شديد الانحدار لمنع تراكم كميات كبيرة من الثلج على البناء ـ شكل (٤٤) ـ . ويعـدتراكم

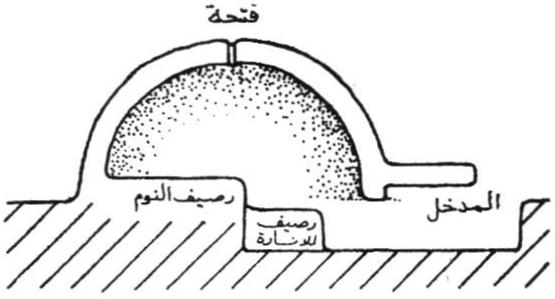


شكل (٤٤)

مسكن المنطقـة البـاردة

الثلج مشكلة حقيقية في المناطق الباردة ، ذلك أن كمية من الثلج بسماكة ١٠سم فوق سطح سقف مساحته ٤٠ م٢ تحدث ضغطا يوازي ضغط وزن مقداره ٣٠٠ كغ عـلى عوارض السقف الخشبية . وللسقف طاقة قصوى على حمولة الثلج فاذا ما تعـدت كمية الثلج قدرة السقف فلا بد له عندئذ من الانهيار .

وبيت الاسكيمو انموذج من بيوت المناطق الشديدة البرد (التندرا) . انه بيت يتخذ شكلا دائريا قطره قرابه ٣م ، ويبنى من كتل الثلج أو من ألواح الحجروالخشب أو من أضلاع الحوت مغطاة بجلد فيل البحر ، ومغلف بالثلج أو التراب على أنها مواد عازلة . ويكون رصيف النوم مرتفعا قليلا ومغطى بجلود الحيوانات ، فالجلد الاخفض يحتوي على شعر سفلي كي يمنع القاعدة الثلجية من الذوبان . ويتخذ المدخل شكل نفق يوجد تحت مستوى رصيف النوم . وعند احدى الجوانب داخل البيت يوجـد ارصفة من أجل الانارة، والحرارة المنبعثة من تلكالاضواء ستضاف الىحرارةالجسم ـ شكل (٤٥) ـ .



شكل (٤٥)

مسكن الاسكيمو ، ما يعرف بالايجلو Igloo

ويعيش بعض الهنود الامريكيين في بيوت رديئة لاتتناسب مع نموذج المناخ البارد السائد . وفي سيبيريا يستعمل السكان الاصليون أحيانا خيمة جلدية مدورة ، مع صندوق مستطيل الشكل من الجلود في داخلها على أنه مكان للنوم . وتسبب حرارة البيئة الخارجية تشكل العفن الفطري على الجلود مما يستوجب استبدالها عندما تتعفن .

الفصل الثاني

بيئة المدن

ان احدى المشاكل الرئيسية بالنسبة للجنس البشري هي تزايد السكان السريع، هذا التزايد طبعا سيقود الى ارتفاع نسبة التحضر ، لان الكثير من الناس يهجرون الارض والبيئة الريفية متجهين نحو المناطق المدنية والصناعية بحثا عن العمل وظروف الحياة الافضل . وتشير التقديرات الى ان عدد السكان الذين كانوا يعيشون في مدن عدد سكان الواحدة منها يزيد على ١٠٠ الف نسمة لم تزد نسبتهم على ٢٪ من مجموع سكان العالم في عام ١٨٠٠ لترتفع هذه النسبة في ايامنا الحاضرة الى قرابة ٢٥٪ ، وان كانت في بعض اقطار العالم اكثر من ذلك بكثير . ففي انجلترا وويلز تصل نسبة سكان المدن الى ٨٠٪ ، وفي الولايات المتحدة تصل الى ٧٠٪ . ومما لاشك فيه ان التمركز المدني لسكان، والتقدم العلمي والتكنولوجي الذي هو سمة مميزة للعصر الحاضر ، قد خلقا اختلافات كبيرة بين بيئة المدينة وبيئة الريف ، وهذا يعني خلق بيئة مدنية متصفة بنظامها المائي والجوي المتميز .

ـ الخصائص الطبيعية لمنطقة المدن :

سنقوم في هذه الفقرة بالمقارنة بين المناطق الريفية والمدنية من حيث خصائصهما الطبيعية ، ذلك ان تلك الخصائص تتعدل وتتعدل الوسط المديني بفعل التوطن السكاني المتزايد في المدينة . ويعد تلوث جو المدينة احد اهم التغيرات التي تطرأ على الوسط الطبيعي ، فمنذ القدم وظاهرة التلوث تحظى باهتمام الكثيرين ، ففي عام ٦١ بعد الميلاد اشار الفيلسوف الروماني سينكا Senca الى جو روما المليء بالدخان والاوساخ المؤذية للصحة . وفي العصور الوسطى حيث المناطق المدنية الكبرى لم يكن يزيد عدد سكان الواحدة منها على بضعة عشرات الالوف (لندن حوالي ٥٠٠٠٠ نسمة في القرن

الرابع عشر ، وكانت على الاقل اكبر باربعة اضعاف من اي مدينة انجليزية اخرى) فان مشاكل التلوث كانت واضحة المعالم .

ان اي تغير في المظهر الطبيعي العام لسطح الارض بفعل اشكال العمران المختلفة وتخطيط المدن وحركات السكان فيها والانشطة الاقتصادية الممارسة فيها ، خاصة المعامل والمصانع ووسائل النقل ، كل ذلك سينعكس على الظواهر المناخية ، فرطوبة الجو في المدينة تختلف عما هي عليه في الريف ، كما وتختلف درجات الحرارة .. وما الى ذلك . ويمكن ان نصنف التغيرات الطبيعية الاساسية التي تخلقها مدينة كبيرة في ثلاث نقط ؛ تغيرات مائية ، وحرارية ، وتغيرات في حركة الهواء .

١ ـ التغيرات المائية :

ان كمية المياه الجارية على السطح في المناطق الريفية نتيجة هطول الامطار تكون محدودة ، بفعل امتصاص التربة ـ ذات الطبيعة المنفذة ـ لجزء كبير من المطر الهاطل. بينما نجح الانسان في المدن بوجه عام في خلق حالة عدم نفوذ لقرابة ٥٠٪ من المساحة، وذلك بالمنشآت المدنية التي اقامها ، والمواد التي استخدمها في ذلك ، والتي تمنع تسرب الماء الى داخل التربة . فالشوارع الاسفلتية ، وممرات المشاة الجانبية ، واسطح البيوت ، وفناء البيوت ، ومناطق الساحات الكبرى ، كلها ساهمت في نسبة زيادة الجريان السطحي للمياه الهاطلة ، حتى ولو كانت كمية الامطار قليلة فانها ستنساب على السطح في المدينة . والمثال التالي يوضح ما ذكر ؛ ففي منطقة ساحة ابعادها ٣٠ × ٣٠ م ، فان كمية امطار مقدارها ١٠ مم ستعطي ٩م٣ من الماء، ومثل هذه الكمية يمكن ان تؤدي الى حدوث فيضانات فيما لو نقلت بتركيز بعيدا ، بحيث تتلقى ايضا مقادير مماثلة من الماء في طريقها . وحتى مزاريب الاسطح فانها تسوق مقادير كبيرة من الماء لتذهب اما الى البلاليع (مجارير المياه Sewers) او لتتركز في بعض المناطق الصغيرة من الحديقة . والمثال عما ما سبق ذكره (حالة عدم نفوذ الماء في المدينة) يحدث في مدينة كيتيمات Kitimat في كولومبيا البريطانية (كندا)، اذ ان الملاحظات التي تمت على موقع هذه المدينة اشارت الى ان اجتثاث الاشجار ورصف الاسطح والطرقات يترتب عليه فيضانات الاودية ، ومن ثم عدم تطور قاع

الوادي . وهذا ما حدث بالفعل بعد سنوات قليلة ، والفيضانات التي حدثت فاقت التوقع .

وهناك تغير آخر يحدث بفعل انتقال الماء نحو الجو عن طريق التبخر . فبالنسبة للاسطح المرصوفة تبقى جافة لفترات أطول من مناطق الترب الريفية والاراضي المغطاة بالنبات ، كون المناطق الريفية تمد الهواء ببطء بالرطوبة ، ولذا فان كمية الرطوبة التي يتلقاها الجو عقب هطول الامطار مباشرة تكون أقل في الريف مما في المدينة . فالاسطح المرصوفة نتيجة التصريف السطحي الكبير والسريع والتبخر السريع أيضا للكميات القليلة المتبقية من الماء فانها تصبح جافة بعد لحظات محدودة من هطول الامطار . وهذا بالطبع له انعكاسات عدة يمكن حصرها في ثلاث نواح ؛ فالحرارة المستعملة في التبخر أقل في المدينة وهذا ما سيحافظ على حرارة في المدينة أكبر من الريف ، كما أن الرطوبة المطلقة تكون أقل في المدينة من الريف ، وجزيئات الغبار والجسيمات الجافة المتوفرة في المدن يزيد من انتقالها الى جو المدينة حركة وسائل النقل والمشاة .

٢ ـ التغيرات الحرارية :

تمتص سطوح المدينة كمية من الاشعاع الشمسي أكبر مما تمتصها السطوح الريفية المجاورة لها ، ذلك أن النسبة الكبرى من الاشعة المنعكسة في المدينة ترتد مرة ثانية نحو الاسفل بوساطة الجدران المرتفعة والسقوف القاتمة اللون . كما أن سطوح المدينة الاسمنتية لها قدرة توصيل حرارية كبيرة وسعتها الحرارية كبيرة أيضا، مما يجعلها تخزن الحرارة في أثناء النهار وتطلقها في أثناء الليل . بينما نجد في المناطق الريفية المغطاة بالاعشاب أو اية نباتات اخرى ـ التي تقوم بدور ستار عازل ـ أن درجة الحرارة أثناء النهار والليل تكون أخفض مما في المدينة بسبب كون التبخر والتبخر النتح يلعبان دورا بارزا .

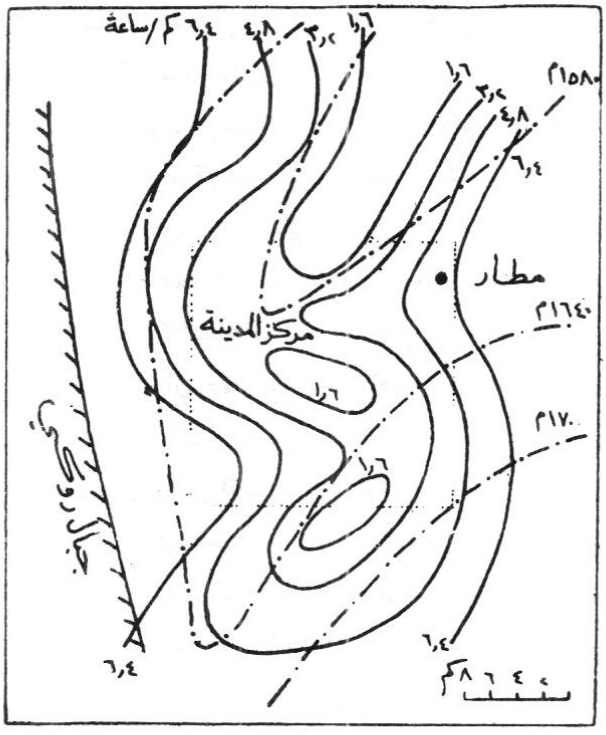
وبالاضافة الى الكمية الكبيرة من الحرارة الاصطناعية المتولدة في المدينة ، يكون في شتاء العروض المعتدلة والباردة المصدر الرئيسي للحرارة في بعض المدن وسائل

التدفئة والحرارة التي تطلقها المصانع ... وليست الحرارة المستمدة من الشمس. وتشير التقديرات في المدن الالمانية الكبرى أن كمية الحرارة التي تتولد من عمليات الاحتراق تعادل ١٥ ـ ٣٠ حريرة/سم٢/يوم ، بينما الكمية المستمدة من الاشعاع الشمسي المباشرة تكون ٥٢ حريرة/سم٢/يوم وذلك في شهر كانون الاول ، وأكثر من ٥٠٠ حريرة/سم٢/يوم فيحزيران . ففيهامبورغ ـ قبل عام ١٩٥٦ ـ كان معدل الحرارة الناتجة عن احتراق الفحم في شهر كانون الاول قرابة ٤٠ حريرة/سم٢/يوم، مقارنة معالحرارة المتولدة منالاشعاعالمباشر والجوي والبالغة ٣٤حريرة/سم٢/يوم. ولقد أوضحت الدراسات الى أن عمليات الاحتراق في مدينة نيويورك خلال فصل الشتاء تعطي كمية من الحرارة أكبر بمرتين ونصف من حرارة التسخين الشمسي ، غير ان هذه الكمية تنخفض فيفصل الصيفالى السدس فقط . وبوجه عام فان كامل الحرارة المنتجة في البيت لابد لها أخيرا من أن تنتشر الى خارج البيت ـ رافعة من درجة حرارة الوسط المجاور ـ ، كما أن السيارات تضيف كميات كبيرة من الحرارة ، وحتى الحرارة الناجمة من الاحتراق الذاتي في الانسان تشكل مصدرا من مصادر التسخين في المدينة .

وفي المدنشبه المدارية ، فانكمية الحرارة المنتجة بفعلالانسان وانشطته المختلفة تقاربمن ١٠٪ منكمية الحرارة الناتجة من الاشعاعالشمسي فيفصلالشتاء ، الا أن هذه النسبة تنخفض كثيرا في فصل الصيف ، حتى لنجد أن التكييف الهوائي يقوم باطلاق كميات لابأس بها من الحرارة خلال هذه الفترة .

٣ ـ التغيرات الهوائية :

يختلف جريان الهواء قرب السطح في المدينة عما هو عليه في الريف ، ذلك أن خشونة السطح تلعب دورا في ذلك . فازدياد الخشونة في المدينة تؤدي الى التقليل من سرعة الرياح ـ شكل (٤٦) ـ ، فسرعة الرياح التي تصل الى قرابة ٩٥٪ من سرعةالهواء الحر عند ارتفاع ٢٠٠م فوق الريف المنبسط ، تبلغ نفس السرعة عند مستوى ٣٠٠م فوق الاراضي الشجرية ، لكنها لاتصل الى السرعة نفسها حتى تبلغ مستوى ٤٠٠ م فوق المدينة . ولقد دلّ العديد منالدراسات الى أن الخشونة تزداد



شكل (٤٦)

سرعة الرياح (كم/ساعة) في مدينة دنفر وما حولها خلال الفترة من الساعة ٢ ــ ٤ صباحا من ٣ شباط ١٩٦٥

عن : « Riehl , H , 1978»

بنسبة طردية مع زيادة سعة امتداد البناء ومع مربع ارتفاعه ، لكنها تتناسب عكسا مع الحجم الذي يحتله البناء .

ومما لاشك فيه ان انخفاض سرعة الرياح وازدياد فترات الركود سبب أساسي في تمركز الملوثات الجوية في المدن . كما وتبرز في مناطق المدن المنخفضة الرئيسية ظاهرة اقنية الهواء المتدفق بشكل يشبه جريان الماء ضمن أودية محددة الجوانب الى حد ما ، وهذا ما يزيد من حالات الاضطراب ويخلق بعض الحركات الهوائية الدوامية. بل ويحدث أيضا ان سرعة الرياح في بعض الاماكن قد تكون أكبر من سرعتها في المنطقة الريفية المجاورة والمكشوفة .

وعلى الرغم من قلة الدراسات عن حركة الهواء في المدن ، الا انه من المعروف ان سرعة الرياح على جانب الجدار المعاكس للرياح اقل بكثير من سرعتها على جانب الجدار المواجه للرياح ، حيث تصل الى قرابة نصف السرعة . وتلعب الاشجار المنتصبة على طول جانبي الطريق دورا هاما في الانقاص من سرعة الرياح . وفي جريان الهواء غير المتوافق مع امتداد الشوارع تحدث ظاهرة الدوامات الهوائية بكثرة .

ـ مناخ المدينة :

تسبب المدينة العديد من التغيرات في العناصر المناخية ، والجدول التالي يوضح تلك التغيرات ، كما كنا أشرنا الى بعض منها في الفقرات السابقة .

العنصر المناخي	الظاهرة	الحالة في المدينة مقارنة مع الريف ـ تشير الى اقل ، + تشير الى أكثر
الاشعاع	فوق سطح افقي	ـ ١٥ ٪
	اشعة فوق بنفسجية	ـ ٣٠ ٪ في الشتاء ، ـ ٥ ٪ في الصيف
درجة الحرارة	المتوسط السنوي	+ ٠٫٧ م°
	أعظمي الشتاء	+ ١٫٥ م°
	طول الفترة الحرة من الصقيع	+ ٢ الى ٣ اسابيع
سرعة الرياح	المتوسط السنوي	ـ ٢٠ الى ـ ٣٠ ٪
	هبوب العوصف الشديدة	ـ ١٠ الى ـ ٢٠ ٪
	تردد حالات السكون	+ ٥ الى ٢٠ ٪
الرطوبة النسبية	المتوسط السنوي	ـ ٦ ٪
	المتوسط الفصلي	ـ ٢ ٪ في الشتاء ، ـ ٨ ٪ في الصيف
التغيم	كمية الغيوم	+ ٥ الى ١٠ ٪
	الضباب	+ ١٠٠ ٪ في الشتاء ، + ٣٠ ٪ في الصيف

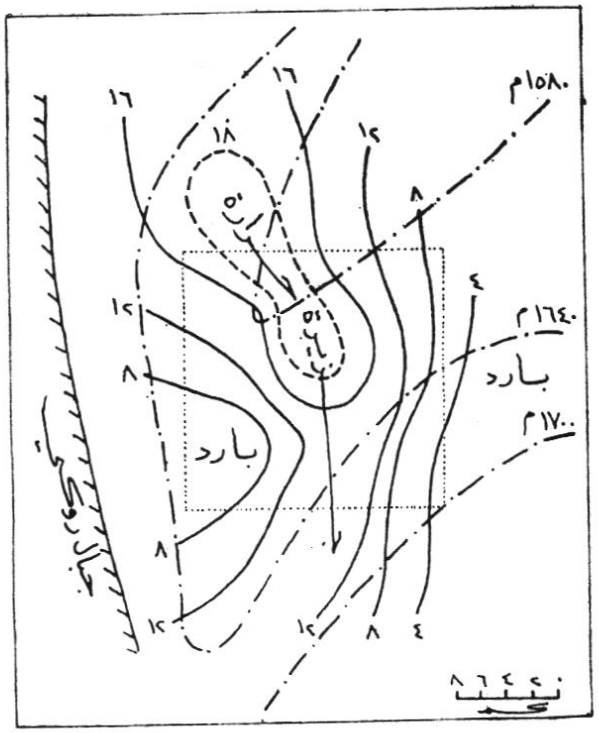
التهطـــال	كمية التهطـــال	+ ٥ الى ١٠٪
	عدد الايام التي كمية التهطال فيها أقل من ٥ مم	+ ١٠٪
	عدد أيـــام الثلج	— ١٤٪

ولسوف نعالج في الفقرات اللاحقة ظواهر تمركز الحرارة والغبار والتهطال في المدينـــة .

أ ـ المدينـــة جزيرة حرارية :

كنا أشرنا فيما تقدم الى أن درجات الحرارة تميل لان تصبح أكثر ارتفاعا فـــي المدينة من الريف المجاور . وتظهر الدراسات الحديثة التي تمت في كولومبياالبريطانية وماريلاند ، أنه حتى كتلة واحدة من الابنية تقوم بتشكيل جزيرة حرارية . وفي أيـــام الصحو تكون درجة حرارة الطرق والسطوح الاسفلتية أكبر بحوالي ١٠ ـ ٢٠° م مما هي عليه في المناطق العشبية أو الغابية . وحتى في الايام الغائمة فان درجاتالحرارة في المناطق المبنية أكثر بحوالي ٣° م مما هي عليه في المناطق المحيطة . وتؤديالحرارة الزائدة فيالمدينة الى التقليل مندرجات التسخيناليومية الصناعية بنسبة١٠ـ١٥٪، لكنها تسبب في زيادة درجات التبريد اليومية . ليس هذا فقط بل ان الفترة الحـــرة من الصقيعغالبا ما تكون في المدينة أطول مما هي عليه في الريف ، ففي مونيتش بالمانيا يصل الفرق الى حوالي ٦٠ يوما ، كما أن فترة ١ ـ ٣ أسابيع أمر عادي .

ان الشكل (٤٧) مثال عن جزيرة السخونة خـــلال ليالي الشتاء في مدينـــة دنفر (كولورادو) ، حيث نجد أن درجات الحرارة الاكثر ارتفاعا تمتد بشكل طولاني عبر المدينة .وتتضح ظاهرة جزر السخونة في الشتاء بشكل بارز ، كمـــا تظهر في ليـــالي الصيف ، حيث التبريد الليلي في المدينة يكون أبطأ مما في الريف . وبوجه عامتسجل المدن كلها درجات حرارة أكبر بحوالي درجة مئوية واحدة مما هي في الريف المجاور، خاصة في فصل الشتاء . وفي مركز مدينة لندن بلغ المتوسط السنوي لدرجةالحرارة



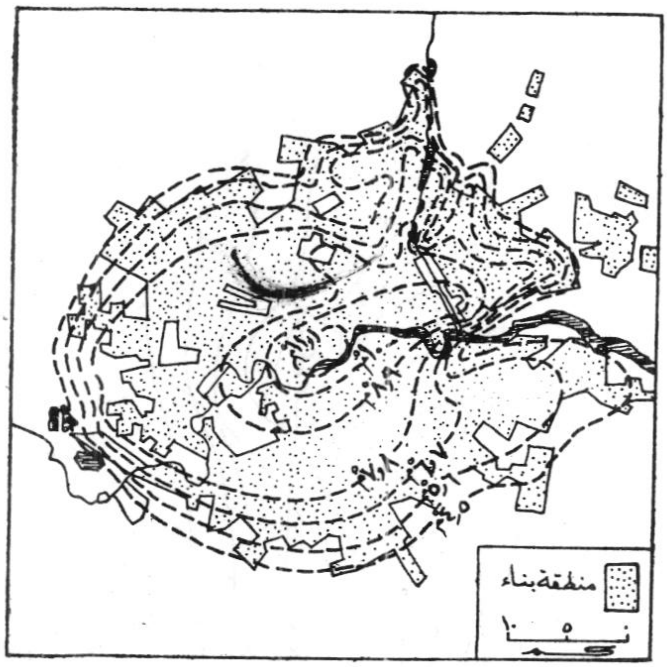
شكل (٤٧)

توزع درجة الحرارة في مدينة دنفر وما حولها خلال الفترة من الساعة ٢ ـ ٤ صباحا من يوم ٣ شباط ١٩٦٥

عن : « Riehl , H , 1978»

١١° م خلال الفترة ١٩٣١ ـ ١٩٦٠ مقارنة مع ٣ر١٠° م في الضواحي ، و ٦ر٩° م في مناطق الريف المجاورة . والاختلافات تبلغ أشدها في الليل ـ شكل (٤٨) ـ .

وتؤدي الحرارة الزائدة في المدينة الى جعل الضغط اكثر انخفاضا ، وبالتالي فان الهواء يتدفق نحوها من الريف المجاور لها . وتشير دراسات المنظمة العالمية للارصاد الجوية الى ان العتبة الحدية لسرعة الرياح كي تحدث اضرارا في جزيرة السخونة ترتبط لوغارتميا بعدد السكان في المدينة .



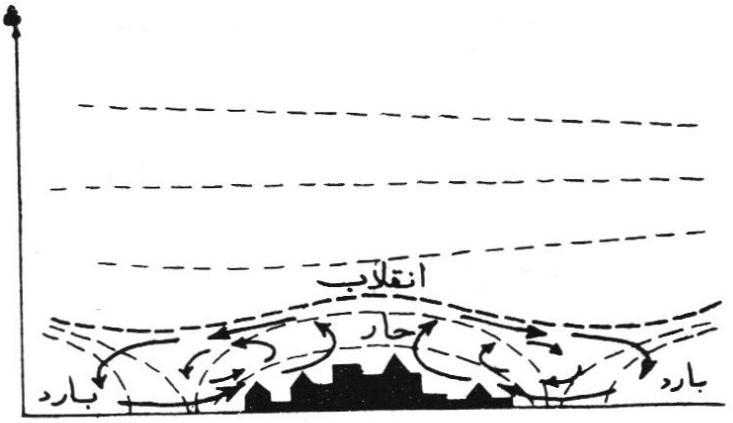
شكل (٤٨)

توزع درجة الحرارة الصغرى في لندن ، يوم ١٤ ايار ، عام ١٩٥٩

عن : « Chandler , 1965 »

ب ـ المدينة منطقة تمركز للغبار :

ان معظم الغبار المتولد ضمن المدينة يتمركز فوقها متخذا شكل قبة تغلفها ، وتبرز تلك القبة بشكل واضح في الايام الهادئة نسبيا مع وجود حركة طبيعية بسيطة كتلك التي تشاهد في الشكل (٤٩) . ففي تلك الايام فان نظام الحركة الدائري المتواصل يستمر في التقاط الجزيئات وتوجيهها نحو الجزيئات المتركزة في المدينة ، وسرعان ما تسقط جزيئات الغبار الكبيرة ـ ذات القطر اكبر من ٥ ميكرون ـ نحو السطح ، بينما تبقى الاخرى معلقة في الهواء لتقوم بدور نويات تكاثف . ويمكن للملوثات الغازية ان تتبع نمطا مشابها ، الا انه في حال وجود انقلاب حراري ، فانها لاتستطيع ان تهبط او تتحرك حركة دائرية معكوسة (مرتدة) ، وسحبها يتم فقط بوساطة التنفس .



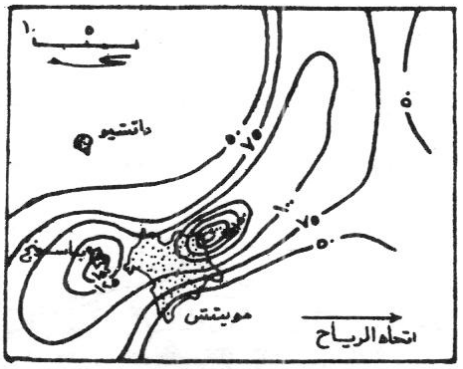
شكل (٤٩)

مخطط يبين حركة الهـواء المحليـة في المدينـة

وتؤدي الجزيئات الموجودة في الجو من غبار ودخان ومـواد اخرى الى تعكـير الهواء ، إلا أن المدى الذي يكون فيه الهواء معكرا محدودا . ولهذا الغبار تأثير بـارز على أطوال الموجات الاشعاعية الاقصر منه حيث يقوم بنثرها ، وبالتالي فان شدةضوء الشمس وكثافة الاشعة فوقالبنفسجيةتقل بفعل المواد المحمولة فيالهواء . والتناقص يكون أكبر في الشتاء مما في الصيف بسبب ازدياد طول مسار الاشعة الشمسية فـي الجو الاكثر تعكيرا . كما وتؤدي الجزيئات الجافـة التي أشرنا اليها سابقـا في حـال تعاظمها الى التقليل من الرؤية ضمن المدينة ، وازدياد تكرار حدوث الضباب ، ويعود تشكل الضباب في معظمه الى تكاثف بخـار الماء على جزيئات الغبار العديدة .

جـ ـ التهطـال :

تؤدي أنشطة الانسان المتعددة الى انتاج العديد من الجزيئات التي تتمركز في جـو المدن وماحولها ، والتي تشكل نويات تكاثف ، وهـذا يساعد على فهـم سبب ازدياد الرطوبة والتهطال فوق المدن . وتتركز الامطـار العظمى فـوق مراكز المـدن والاماكن الصناعية ، الا أن الرياح السائدة يمكنها أن تبعد منطقة الامطار العظمىقليلا عن مراكز المدن والاماكن الصناعية ـ شكل (٥٠) ـ .



شكل (٥٠)

توزع التهطال (مم) فوق مدينة مونيتش يوم ٢٥ تموز عام ١٩٢٩

عن : « Haeuser and Geiger , 1965 »

وبوجه عام فان معدل الزيادة المطرية في المدن عما حولها تكون بحدود ٥ ـ ١٠ ٪ . وتكون الزيادة في الشتاء أكثر من غيره من الفصول . كما وان كميات الثلج الهاطلة، والعواصف الرعدية تزداد في المدن أكثر من الريف المجاور . ومن دراسة العواصف الرعدية في منطقة لندن تبين انها تؤدي الى زيادة في الامطار فوق المدينة بنسبة تصل الى ٣٠ ٪ عما هي عليه في الريف المجاور ، اذ أن احدى العواصف اعطت قرابة ٦٨ مم من الامطار فوق المدينة لكنها لم تعط أكثر من ٣ مم في المكان الآخر . وهذا ممكن ارجاعه الى كثرة الغبار والجزيئات الاخرى في جو المدن ، ونشاط حركة الحملان الحراري بفعل كون المدن تمثل جزيرة حرارية .

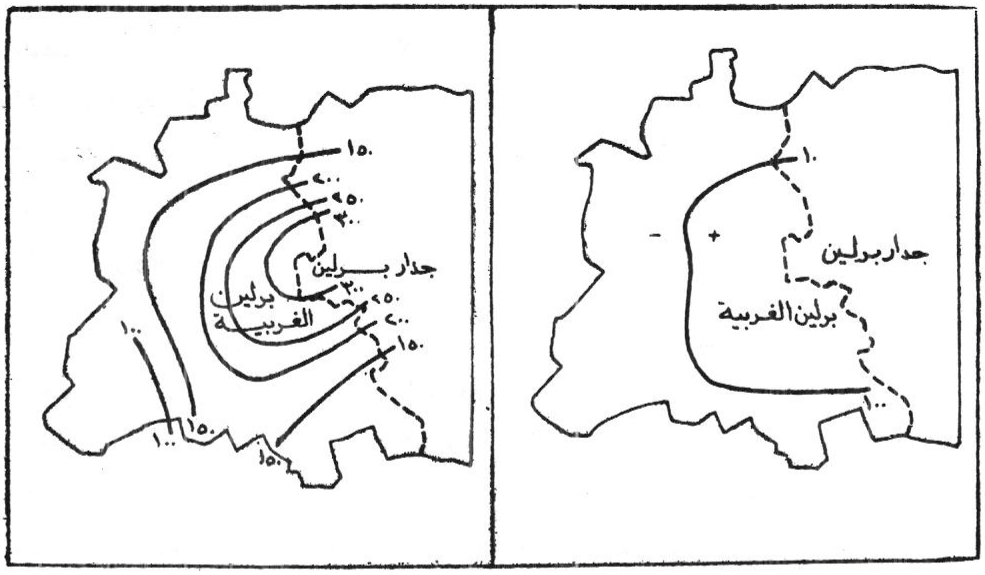
ـ التلوث في المدينة :

ان المواد الاساسية التي تلوث الهواء هي ؛ أكاسيد الكبريت ، وأول اوكسيد الكربون واكاسيد الآزوت ، والهيدروكربونات ، والجسيمات . واهم مصادر تلك المواد هي ؛ السيارات ، والصناعة ، وأغراض التسخين ، والتخلص من النفايات، بالاضافة الى المصادر الاخرى التي تنبعث منها مواد ملوثة للهواء تتوقف على نواحي النشاط المختلفة لكل منها ، والجدول التالي يبين النسبة التي تشغلها كل من المواد الخمس الاساسية الملوثة لهواء الولايات المتحدة .

المـادة	النسبة المئويـة ٪	المصـدر
الجسيمـات	١٣	متعـدد
أكاسيد الكبريت	١٥	متعـدد
أكاسيد الآزوت	١٠	٢٥ ٪ من السيارات
أول اوكسيد الكربون	٤٧	حوالي ٩٠ ٪ من السيارات
الهيدر كربونـات	١٥	حوالي ٨٠ ٪ من السيارات .

فأكاسيد الكبريت تأتي من مصادر متعددة ، الا ان اغلبها يأتي من حرق الوقود المحتوي على الكبريت ومن صهر واستخلاص الفلزات غير الحديدية وتكرير البترول. والجزء الاكبر من ثاني اوكسيد الكبريت So_2 (حوالي ٨٠٪) ينطلق على هيئـة كبريتيد الهيدروجين ليتحول بعد ذلك الى So_2 . ويكاد يكون أول أوكسيد الكربون Co هو الملوث الوحيد للهواء الذي ينفرد الانسان بصنعـه ، وعمليـات الاحتراق المصدر الهام في وجوده وفيها يتأكسد الكربون جزئيـا الى أول أوكسيد الكربـون ، وتسهم السيارات بحوالي ٩٠٪ من أول أوكسيد الكربون المنطلق في العالم . أمـا أكاسيد الآزوت Nox فتتشكل كميات كبيرة منها بفعل عمليـات الاحتراق التي تحول آزوت الهواء في البداية الى أوكسيد الآزوت No ثم يتأكسد في الامـاكن المـأهولة الى ثاني اوكسيـد الازوت No_2 . وتعد المـدن المصـدر الرئيسي لانتاج الهيدروكربونات، حيث ان مصدر اطلاقها الرئيسي هو البنزين . وتنطلق الجسيمات Particulates من مصادر متعددة ، فبالاضافة الى الغبار الناجم عن حت التربة، هنـاك الجسيمات الناجمة عن التجليـخ والرش ، بجانب الرماد البركـاني ونواتج الاحتراق .

ولما كانت المناطق الصناعية مظهر تتصف به معظم المدن وضواحيها ، حيث تكثر السيارات ، وأجهزة التسخين والتبريد ، ومصادر الغبار ، فان اقليم المدينة يعـد مصدرا هاما جدا للملوثات . والمدينة تنمو باستمرار ، وبنموها الافقي والشاقولي، تزداد الخدمات ووسائط النقل ، وتزداد معها كمية الملوثات المنبعثة نحو الجو. وغالبا ما تتشكل حجيرة من الملوثات المتمركزة فوق المدينة ، بل قد تمتد حجيرة الملوثات هذه



ب ـ أيام ذات رياح غربية سرعتها أكثر من ٤م/ثا

أ ـ أيام ذات رياح غربية سرعتها تتراوح بين ٥ر١ ـ ٣ م/ثا

شكل (٥١)

معدل درجة تركيز ثاني أوكسيد الكبريت So_2 في برلين الغربية في الشتاء (ميكرو غرام /م٣)

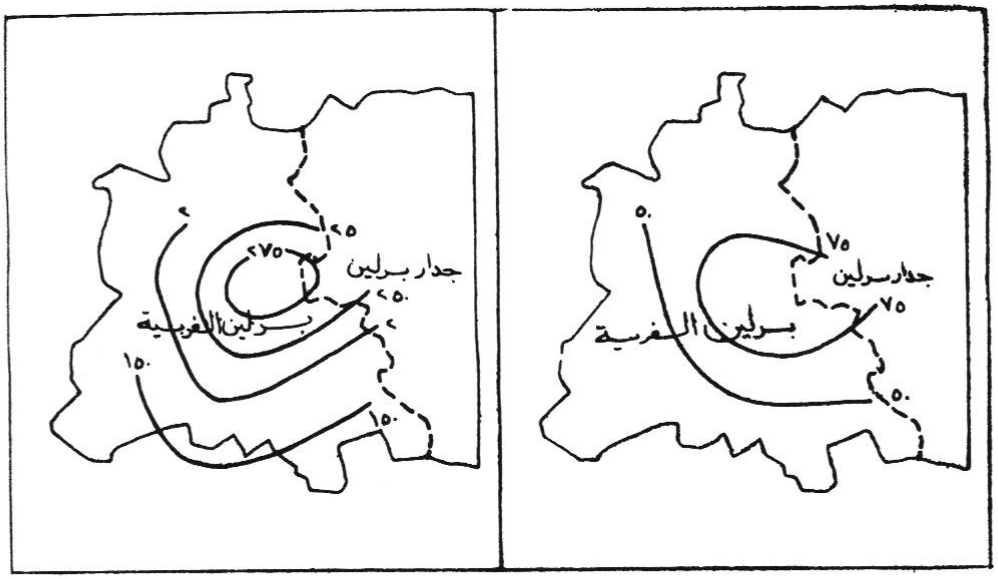
عن : « Riehl , H , 1978»

الى خارج حدود المدينة الرئيسية بسبب تفرعات تلك المدينة المتمثلة في ضواحي تكثر فيها المصانع ومصادر التلويث الهوائي .

ان كمية الغبار في المدينة تزيد كثيرا عن الكمية الموجودة في هواء الريف (نسبة ٤ الى ١٠٠٠) ، وكما ذكرنا سابقا فان جزءا كبيرا من هذا الغبار يأتي من مخلفات الاحتراق في السيارات . وتتحكم الاحوال الجوية تحكما كبيرا في درجة تمركز الملوثات، حيث يمكن أن تنحصر الملوثات في مجال محدود ، أو قد تنتشر على مدى كبير . وهناك عاملين لهما الاهمية الكبرى في درجة تركيز الملوثات ؛

أ ـ حركة الهواء ب ـ تطبق درجات الحرارة .

فاذا ما كانت سرعة جريان الهواء مرتفعة فان هذا سيؤدي الى مزج الهواءالملوث مع الهواء الاقل تلويثا بحيث تتوزع الملوثات على حجم ومدى هوائي اكبر ومن ثم يقل تركيزها ـ الشكل (٥١) يوضح ذلك ـ . أما التطبق الحراري فانه يمنعحدوث امتزاج شاقولي للهواء ، وهذا يحدث أثناء وجود انقلاب حراري يوقف الحركات التصاعدية للهواء عند حد طبقة الانقلاب ، وبالتالي تتمركز الملوثات في طبقة جوية محدودة ، وهذا ما يلاحظ في ـ الشكل (٥٢) ـ حيث يتضح ان تركيز الملوثات في برلين الغربية يكون أشد في أشهر الشتاء الباردة من أشهر الصيف الحارة التي تكثر فيها تيارات الحملان الشاقولية . فحالات الركود تكون مصاحبة لمناطق الضغوط المرتفعة،حيث تكونالسماء صاحية،والرياح قليلةالسرعة أو ساكنة،والانقلاب الحراري ممكن حدوثه بسهولة ، وبالتالي تزداد نسبة تركز الملوثات . أما في حال تشكل ضغوط منخفضة فان الهواء يكون في حركة مستمرة ، وهذا ما يمنع حدوث تركيز شديد للملوثات . كما أن الجبهات الجوية الراكدة يمكن ان تكون مكانا ملائما لتمركز الملوثات .



ب ـ فترة « حزيران ـ آب » أ ـ فترة « كانون أول ـ شباط»

شكل (٥٢) معدل درجة تركيز ثاني اوكسيد الكبريت So_2 (ميكرو غرام/م^3)
في برلين الغربية خلال فترة عشر سنوات

عن : « Riehl , H , 1978»

المراجـع

١ ـ المراجـع العربيـة :

ـ الجمعية الكيماوية الامريكية « مكافحة تلوث البيئة » . واشنطن ، ١٩٦٩ .
ترجمة : انور محمود عبد الواحد ، القاهرة ، ١٩٧٢ .

ـ برجس ، س ، ر «الارصاد الجوية لرواد البحار » ترجمة : ميشيل زكي رزق الله ، القاهرة ، ١٩٦٦ .

ـ سعود يوسف عياش « تكنولوجيا الطاقة البديلة » عـالم المعرفـة ، عدد ٣٨ ، شباط ، الكويت ، ١٩٨١ .

ـ علي موسى « المنـاخ الاقليمي » دمشق ، ١٩٧٨ .

ـ علي موسى « اثر المناخ على الزراعـة في سوريا » رسـالة دكتوراه ، جامعـة القـاهرة ، ١٩٧٥ .

ـ لـؤي اهدلي « علم المناخ والارصاد الجوية » دمشق ، ١٩٧٣ .

ـ ميشيل هوجيلين « الظروف الجوية وصحة الانسان » .

ـ نبيـل عرقاوي « البيوت البلاستيكية الزراعيـة وانتـاج الخضـار والازهـار والفاكهـة » دمشق ، ١٩٨١ .

ـ يوسف عبد المجيد فايد « مدخل الى دراسة المناخ التفصيلي » . حوليات كليـة الآداب ، جامعة القاهرة ، مجلد ٢٥ ، جزء ٢ ، كانون الاول ، ١٩٦٣ .

٢ ـ المراجـع الاجنبيـة :

— Barry, R. G & Chorley, R. J; « Atmosphere, weather and Climate ». London, 1972.

— Chandler, J. J ; « The Climate of London ». London. 1965.

— Chang, Jen - Hu; « Climate and Agriculuure ». Chicago, 1968.

— Dethier, B. E & Vittum, M. T ; « Growing Degree Days ». New York State Agricultural, Experment States, Geneva, New York, Bulletin, 801, August, 1963, PP.

— Edholm, O. G ; « Problems of Acclimatisation in Man ». Weather, 21, 1966, pp. 344 - 349.

— Gates, D. M; «Man and his Environment : Climate». Harper and Row, 1972.

— Geiger, R ; « The Climate Near the Ground ». Harvard Universitey Press, 1965.

— Griffiths, J. F; « Applied Climatology; An Introduction ». Oxford University Press, 1970.

— Hobbs, J. E ; « Applied Climatology ». London, 1980.

— Landsberg, H. E ; « Physical Climatalogy ». Gray Printing Co, 1967.

— Lave, L. B & Seskin, E. P ; « Air Pollution and Human Health ». Science, 169, 1970, PP. 723 - 733.

— Lockwood, J. G ; « Causes of Climate » London, 1979.

— Oliver, J. E ; « Climate and Man's Environment ». New York, 1973.

— Riehl, H ; « Introduction the Atmosphere ». New York, 1978.

— Smith, K ; « Principles of Applied Climatology ». New York, 1975.

— Standman, R. G ; « Indices of Windchill of Clothed Persons ». J. Appl. Met, 10, 1971, PP. 474 - 483.

— UNESCO ; « Climate and House Design ». New York, 1971.

فهرس الاشكال

رقم الشكل	موضوع الشكل	الصفحة
١	الموازنة الاشعاعيـــة	١٣
٢	العلاقة بين درجة الحرارة والاشعاع الشمسي في منطقتين ؛ احداهما بحرية(اتلانتيك سيتي) والاخرى قارية(كونكورديا).	١٧
٣	درجة الحرارة والامطار والاشعاع الشمسي في نيودلهي	١٨
٤	النمط اليومي لاختلاف درجة الحرارة حسب نوع التربة	٢٠
٥	الحركة العامة للهـــواء	٢٦
٦	نسيم البر والبحر	٢٧
٧	رياح الفوهـــن	٢٨
٨	ريـــاح الثقـــالة	٢٨
٩	ارتفاع الشمس عند عرض ٥٠ شمالا اثناء الظهيرة والساعة٩ صباحا و ٣ بعد الظهر	٣٤
١٠	تناقص الحرارة مع الارتفاع فوق سطحين احدهمـــا مغطى بالاسفلت والآخر بالعشب .	٣٥
١١	مدى فاعلية مصدات الريـــاح	٣٩
١٢	عملية تشكل الدوامات الهوائية خلف المصدات	٤٠
١٣	تسريع هطول الامطار ببذر الغيوم بنويات تكاثف	٤٢
١٤	اقاليم العالم المناخية حسب تصنيف كوبن	٤٨
١٥	علاقة التربة بالعناصر المناخيـــة	٦٢
١٦	علاقة النبات بالعناصر المناخيـــة	٧٢
١٧	طريقة خطوط المطر المتساوية ، وثيسن لحساب كميات المطر الهاطلة في منطقة ما	٧٦
١٨	الامتداد المساحي لعاصفة مطرية (في الولايات المتحدة)	٧٧
١٩	الموازنة المائية في طرطوس (سوريا) حسب علاقة ثورنثويت	٨٠
٢٠	الدورة المائية العـــامة	٨١

رقم الشكل	موضوع الشكل	الصفحة
٢١	الموازنة المائية لاجزاء الكرة الارضية المختلفة	٨٣
٢٢	توازن الحرارة في انسان ضمن بيئة طبيعية	٩١
٢٣	تغير درجة تبريد الرياح مع اختلاف درجة الحرارة وسرعة الرياح .	٩٣
٢٤	درجات الحرارة الفعالة في شهر كانون الثاني	١٠٠
٢٥	درجات الحرارة الفعالة في شهر تموز	١٠١
٢٦	اختلاف قرينة عدم الراحة مع اختلاف درجة الحرارة والرطوبة النسبية	١٠٢
٢٧	علاقة قرينة الجهد النسبية مع درجات الفعالة	١٠٤
٢٨	العلاقة بين عدد الوفيات ودرجات الحرارة في ثلاث مدن في الولايات المتحدة .	١٢٣
٢٩	الخسائر التي سببتها أعاصير الهوريكان في الولايات المتحدة خلال الفترة ١٩١٥ ـ ١٩٦٩ .	١٢٧
٣٠	تأثير الملوثات الجوية على الوفيات في لندن خلال شهر كانون الاول عام ١٩٥٢	١٣١
٣١	بيت زجاجي **تقليدي**	١٥٣ـ١٥٤
٣٢	مناطق الراحة بالنسبة للجحريات	١٧٠
٣٣	المجال المناخي لطائر الكاردينال والاغوانة الصحراوية	١٧١
٣٤	الحدود الحرارية الملائمة لاعمال متعددة	١٧٤
٣٥	توزع درجات الحرارة مع الزمن	١٩٤
٣٦	وردة الرياح المركبة (سرعة واتجاه)	١٩٥
٣٧	الزوايا الشمسية	١٩٧
٣٨	مجمع شمسي مسطح	٢٠٧
٣٩	مسكن المناطق الرطبة الحارة	٢١٠
٤٠	مسكن المناطق الجافة الحارة	٢١١
٤١	مسكن السافانا	٢١١
٤٢	مسكن منطقة البحر المتوسط	٢١٢
٤٣	خيمة صحراوية	٢١٣
٤٤	مسكن المنطقة الباردة	٢١٤

رقم الشكل	موضوع الشكل	الصفحة
٤٥	مسكن الاسكيمو (الايجلو)	٢١٥
٤٦	سرعة الرياح في مدينة دنفر وما حولها خلال الفترة من الساعة ٢ ــ ٤ صباحا من يوم ٣ شباط ١٩٦٥ .	٢٢٠
٤٧	توزع درجة الحرارة في مدينة دنفر وما حولها خلال الفترة من الساعة ٢ ــ ٤ صباحا من يوم ٣ شباط ١٩٦٥ .	٢٢٣
٤٨	توزع درجة الحرارة الصغرى في لندن ، يوم ١٤ أيار، ١٩٥٩ .	٢٢٤
٤٩	مخطط يبين حركة الهواء المحلية في المدينة	٢٢٥
٥٠	توزع التهطال فوق مدينة مونيتش، يوم ٢٥ تموز، عام ١٩٢٩	٢٢٦
٥١	معدل درجة تركيز ثاني أوكسيد الكبريت So_2 في برلين الغربية في الشتاء .	٢٢٨
٥٢	معدل درجة تركيز ثاني أوكسيد الكبريت So_2 في برلين الغربية خلال فترة عشر سنوات .	٢٢٩

محتويات الكتاب

الموضـــوع	الصفحة
ـ تقـديـم	٥ ـ ٦
ـ مقدمـــة	٧ ـ ٨
ـ الباب الاول : المناخ عنصر من عناصر البيئـة الطبيعيـة	**٩ ـ ٥٤**
ـ الفصل الاول : عناصر المناخ التطبيقي	١١ ـ ٣١
ـ الاشعاع (١١) سطوع الشمس والتغيم (١٥) درجة الحرارة (١٦) التهطال (٢١) الرطوبة الجـوية (٢٤) حركةالهواء(٢٦)الاضطراباتالجوية(٢٩)التبخر(٣٠).	
ـ الفصل الثاني : المناخـات الاصغرية	٣٢ ـ ٤٥
ـ الاشعاع ، سطوع الشمس ودرجة الحـرارة (٣٣) الرطوبة الجوية والتبخر (٣٦) حركة الهواء والتهطال (٣٧) التعديلات المناخية (٣٨) .	
ـ الفصل الثالث : اقاليم العالم المناخية	٤٦ ـ ٥٤
ـ أقاليم العالم المناخية حسب تصنيف كوبن (٤٦ ـ ٥٤) .	
ـ الباب الثاني : تأثير المناخ على جوانب البيئة الطبيعية	**٥٥ ـ ٨٦**
ـ الفصل الاول : المنـاخ والتربة	٥٦ ـ ٦٣
ـ دور المناخ فيتشكل الترب(٥٦) نماذج الترب حسب درجة تأثرهـا بالمنـاخ (٥٩) التربة والمناخ وقـارة افتراضية (٦٢) .	
ـ الفصل الثاني : المنـاخ والنبات	٦٤ ـ ٧٢
ـ اهمية المناخ بالنسبة للنبات(٦٤) المجموعاتالنباتية الكبرى ومدى توافقها مع المناخات السائـدة (٦٥) المناخ والنبات وقارة افتراضية (٧١) .	
ـ الفصل الثالث : المنـاخ والميـاه	٧٣ ـ ٨٦
ـ مصادر المياه الارضية (٧٣) طرق خسارة الماء على سطح الارض (٧٨) الدورة المائية (٨١)الهيدرولوجيا الهندسية (٨٣) .	

الموضـــوع	الصفحة
- الباب الثالث : المنـاخ والانسان	**٨٧ - ١٣٣**
- الفصل الاول : المنـاخ وراحة الانسان	**٨٨ - ١٠٤**
- أهمية المناخ فيحياة الانسان(٨٨) التوازن الحراري لجسم الانسان (٩٠) توازن الماء (٩٥) توازن الجسم (٩٦) درجة الاحساس بالعناصر المناخية (٩٨).	
- الفصل الثاني : المناخ واللباس والطعام	**١٠٥- ١١٨**
أولا : المناخ واللباس (١٠٥) : مناطق اللباس في العالم (١٠٦) دور اللباس في تأمين الظروف المناخية الملائمة لجسم الانسان (١٠٩) أثر المناخ علىالمادة المستعملة في صنع الملابس (١١٢) .	
ثانيا : المناخ والطعام (١١٣) : تأثير المناخ على تحضير الطعام ومدى صلاحيته (١١٤) تأثير المناخ على الاطعمة المطلوبة (١١٦) .	
ثالثا : التنظيف (١١٧) .	
- الفصل الثالث : المناخ والصحة	**١١٩- ١٣٤**
- تأثير أهمالعناصرالمناخية على صحة الانسان (١٢٠): الاشعاع(١٢٠) درجة الحرارة (١٢٠) الضغطالجوي (١٢٢) الرياح (١٢٤) الاضطرابات الجوية (١٢٥) الظواهر الجوية الكهربائية (١٢٨) الضباب والملوثات الجوية (١٣٠) .	
- الباب الرابع : المناخ وتاثيره على أنشطة الانسان المختلفة	**١٣٥- ١٨٨**
- الفصل الاول : المنـاخ والزراعة	**١٣٦- ١٥٤**
- تأثير العناصر المناخية على نمو النباتات الزراعية وتطورها (١٣٦) : درجة الحرارة (١٣٧) ضوء الشمس (١٤٤) الرطوبة (١٤٦) الرياح (١٤٩) . علاقة المناخ بالانتاجية (١٥٠) البيئة الاصطناعية (١٥١) .	
- الفصل الثاني : المناخ والحيوانات	**١٥٥- ١٧١**
أولا : الثدييات (١٥٦) : الثدييات الطبيعية (١٥٧)	

الموضـــوع	الصفحة

الثدييات الاليفة (١٥١) .
ثانيا : الحيوانات الطائرة (١٦٤) : الطيور (١٦٤)
الحشرات (١٦٦) .
ثالثا : الحيوانات المائية (١٦٧) . رابعا: الزواحف (١٦٨) .
خامسا : جحريات التربة (١٦٩) .

ـ الفصل الثالث : المناخ والصناعة ، الاتصالات والنقل ١٧٢ـ ١٨٨
أولا : الصناعة والتجارة (١٧٢) .
ثانيا : الطاقة والاتصالات (١٧٦) .
ثالثا : النقل (١٧٧) : النقل الجوي (١٧٨) النقل المائي (١٧٩)
السكك الحديدية (١٨١) الطرق البرية (١٨٢) .
رابعا : العمليات الحربية (١٨٣) .

ـ الباب الخامس : المناخ والمظاهر العمرانية **١٨٩ـ ٢٢٩**
ـ الفصل الاول : المناخ والمسكن ١٩٠ـ ٢١٥
ـ لمحة عامة (١٩٠) المناخ والمهندس المعماري (١٩٢)
المناخ وموقع البنـــاء (١٩٩) التكييف بواسطة المناخ
والتصميم (٢٠٠) مناخ الغرفـــة (٢٠٢) التسخـــين
والتبريد (٢٠٤) التصنيف المناخي الاولي للسكن (٢٠٨)
ـ الفصل الثاني : بيئـــة المـــدن ٢١٦ـ ٢٢٩
ـ الخصائص الطبيعيـــة لمنطقـــة المـــدن (٢١٦) منـــاخ
المدينة (٢٢١) التلوث في المدينة (٢٢٦)

ـ المراجـــع ٢٣١ـ ٢٣٤
ـ فهرس الاشكال ٢٣٥ـ ٢٣٧
ـ فهرس محتويات الكتاب ٢٣٨ـ ٢٤٠