الفصل الثاني

العوامل المناخيـــة

١ ـ الحـــرارة

Tempereture

تعد الحرارة من العوامل البيئية المحددة لنمو الكائنات الحية ، فتغيراتها خلال فصول السنة ، تفرض على النباتات فترات سكون ، وفترات نمو ، أي أنها تفرض عمليات التورق ، والإزهار ، والإثمار ، وسقوط الأوراق ، والإنبات وغيرها .

كما أنها تؤثر على العمليات الفيزيولوجية الهامة في النبات ، من تنفس وتنح وبناء ضوئي ، وهي التي تحدد وجود أو عدم وجود الحيوانات على سطح الأرض .

وبشكل عام فان كل نوع لا يمكنه أن يعيش إلا ضمن حيز ما من الحرارة . وإذا تعدى الحدود القصوى أو الدنيا للحرارة التي تقع خارج الحيّز ، فانه يموت ، أو يدخل في حالة من الحياة البطيئة . وفي هذا الحيز ، هناك درجة الحرارة المثلى « الفضلى » Optimum tempereture حيث تنجز كامل الوظائف الحيوية بشكل أمثـــل .

وقد قام العالم Chararas بدراسة تأثير درجات الحرارة على أنواع مختلفة من الحشرات آكلات الأخشاب التابعة لجنس Scolytes . وتأكد من أنها تستطيع العيش في درجات حرارة تتراوح بين (ـ ١٥° و + ٥٠°) ولكنها لاتكون نشطة إلا بين (+ ٥° و ٤٠°) وتكون الحرارة المثلى (+١٨° و + ٢٩°) حسب الأنواع .

إن تحمل الكائنات الحية لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى يختلف حسب الأنواع من جهة ، وحسب مراحل نموها من جهة أخرى . هذا وإن كل كائن حي يحتاج الى كمية معينة من الحرارة للقيام بالعمليات الحيوية اللازمة .

وهكذا يمكن لعدد كبير من الأنواع النباتية الغريبة المدخلة الى بلد جديد ، أن تعيش وتنمو ، لكن دون أن تزهر أو تثمر ، أي دون أن تستطيع أن تتكاثر ، إذا كانت كمية الحرارة السنوية خلال فصل النمو في البلد الجديد ، غير كافية لوظائفها الحيوية .

فعندما وضعت الأسماك في درجة حراره منخفضة عن (ــ ٣٠°) فانها تكسرت مثل قطعة الحلوى ، لكن عندما دفئت ثانية عاودت الحياة .

إن إعادة الحياة للحيوانات المبردة تعود الى ظاهرة الـ Super Cooling بمعنى أن السائل يبرد الى ما دون التجمد ودون أن يشكل بلورات ثلجية . لأن تكوّن البلورات الثلجية تعني الموت .

ملاحظة (١) :

بجوار الحدود القصوى أو الدنيا لدرجات الحرارة يمكن أن تتوقف الوظائف الحيوية للكائنات في حالة من الحياة البطيئة .

ملاحظة (٢) :

إن داخل كل نوع توجد عروق وضروب ونماذج بيئية تختلف فيما بينها من حيث احتياجاتها الحرارية وتحملها لدرجات الحرارة .

١ــ١ــ تاثير درجات الحرارة الصغرى :

إن البرد الشديد في أشهر الشتاء العادية ، في منطقة معينة لا يؤذي بشدة الغطاء النباتي الطبيعي . وذلك لأن الأنواع الحساسة تكون قد زالت منذ زمن بعيد ، نتيجة الانتخاب الطبيعي .

إن البرد الاستثنائي لأشهر الشتاء الذي يحدث بين فترة وأخرى ، يمكن أن يسبب أضراراً حتى في الغطاء النباتي الطبيعي ، إذ أن لكل نوع حداً من درجات الحرارة الصغرى ، فاذا استمر البرد مدة من الزمن ، فيمكن أن يؤذيه ويسبب موته . ويكون هذا الضرر أكثر احتمالاً عند الكائنات الفتية .

إن مقاومة الكائنات للبرودة تنطوي على عمليات فيزيولوجية هامة . فعندما تنخفض درجة الحرارة ، فان الأفعال الفيزيولوجية كالامتصاص والتركيب تتباطأ ويلاحظ في فصل الخريف وبداية الشتاء ، أن أوراق الأشجار تصفر ثم تسقط ، وذلك نتيجة تحلل وانتقال الأصبغة الملونة (الحمراء والصفراء) ، كما أن المواد البروتينية يصيبها إماهة وتحليل فتهاجر الأحماض الامينية المنحلة في الأوراق الى الساق والجذر لتختزن فيها بشكل مركبات بروتينية جديدة .

وهذا ملاحظ في أشجار الزان ، فهي تخسر خلال (٥) أيام حوالي ٥٠٪ من موادها البروتينية . ويلي هجرة المواد البروتينية ، هجرة المواد السكرية في النبات ولكن بنسبة أقل . وتحدث جميع هذه التبدلات في بداية الخريف ، تحت تأثير انخفاض الحرارة . وبالمقابل تم إخضاع عدد من الديدان الخيطية وأبواغ البكتريا لدرجات دنيا من الحرارة تصل الى (ــ ١٩٢°) دون أن تموت ، شريطة أن توجد في حالة من الحياة البطيئة (التي تعتبر شكلاً من أشكال المقاومة) . أما في حالة النشاط ، فمن البديهي أن هذه الكائنات لا يمكنها تحمل مثل هذه الدرجات من الحرارة .

ويعيش في القطب الجنوبي قراديات تتحمل درجات الحرارة المنخفضة في الليل، وتستعيد نشاطها أثناء النهار . كما أن بعض الثدييات : كالرنة والثور القطبي والدب والفقمة ، يمكنها أن تعيش وتتكاثر في درجات الحرارة المنخفضة . وتستطيع هذه الفقاريات ، ذات الحرارة الثابتة ، أن تحتفظ بحرارة جسمها ثابتة بفضل الاستقلابات العالية ، وبفضل العزل الحراري عن طريق الغراء أو الريش الكثيف أو الطبقة الدهنية تحت الجلد .

إن ما يضر النبات ليس درجات الحرارة الصغرى الناتجة عن حرارة الشتاء ،

وذلك لأنه يكون بحالة سكون ، إنما درجات الحرارة الصغرى النسبية ، التي تتردد في الخريف والربيع ، وهي التي تؤدي الى إصابته بالصقيع .

إن خطر الصقيع الربيعي يعود الى حدوثه في فترة تفتح البراعم ، فيبيد ويتلف الأوراق الفتية والأزهار ، والنموات وهي في طور التشكل ، كما يصيب الازهار عند الأشجار الكبيرة .

إن خطر الصقيع الخريفي أقل من خطر الصقيع الربيعي لأنه يصيب نموات متخشبة .

إن خطر حدوث الصقيع يظهر أكثر على السفوح الحارة منه على السفوح الباردة . وذلك لأنه في السفوح الحارة تكون النباتات قد عادت الى النمو عند حدوث الصقيع ، بينما تكون في حالة سكون على السفوح الباردة .

كما أن خطر الصقيع يحدث على الأتربة الرطبة أكثر مما يحدث على الأتربة الجافة ، وعلى تربة مغطاة بعشب أكثر مما يحدث على تربة عارية ، وذلك لارتفاع نسبة بخار الماء في الجو المحيطي ، نتيجة تبخر التربة ونتح النبات .

ويعود السبب الرئيس لحدوث الصقيع : الى ازدياد نسبة الماء في الأنسجة . فالأوراق الفتية الغنية بالماء ، والسوق العشبية في المناخ المعتدل تموت بمجرد تعرضها لدرجة الصفر المئوية .

إن تلف الأنسجة الناتج عن الصقيع يرجع الى تجمد الماء داخل الخلايا وبين المسافات البينية .

وقد تابع العلماء حادثة التجمد تحت تأثير الصقيع مجهرياً ، فوجدوا أن الماء الذي يتبلور على سطح الخلايا : لا يأتي من ماء المسافات البينية فحسب ، بل أيضاً من أقسام الخلية ، فالسيتوبلازما والنواة تفقد جزءاً من مائها . ويكون التجمد الحادث في المسافات البينية ، ناتجاً عن انكماش مادة السيتوبلازما بعضها على بعض وابتعادها عن جدران الخلية .

لذلك فلابد أن نذكر هنا ، أن عريانات البذور التي تعيش في المناطق الباردة لا تشتمل على فراغات بين خلاياها ، لذلك فهي تقاوم الصقيع أكثر من غيرها من النباتات ، وذلك لأن البلورات الأولية لا تجد مكاناً تتشكل فيه .

وفي النهاية ، فان تأثر الأعضاء بدرجة الحرارة الصغرى ، يختلف حسب مراحل النمو . فكما ذكرنا ، فان الأعضاء الفتية الغنية بالماء تتأثر أكثر من الأوراق البالغة ، والأعضاء المتخشبة تكون أكثر مقاومة للصقيع من الأعضاء الخضرية . أما البذور الجافة تماماً فلا يصيبها أي ضرر ، إذا تعرضت لدرجات حرارة تتراوح بين — ١٩٣° و — ٢٥٠° م .

١ـ٢ـ تاثير درجات الحرارة العظمى :

ليس لدرجات الحرارة العظمى أهمية تذكر على حياة الكائنات الحية كما في درجات الحرارة الدنيا ، لأنه من النادر أن تموت شجرة أو تصاب بأذى كبير من مجرد ارتفاع درجة حرارة الهواء بعد إنباتها .

وأحياناً قد تموت الشتول الصغيرة في الأيام الحارة إذا لم تتوفر لها السقاية .

ويعود موت الأشجار تحت تأثير الجفاف الى ما يلي :

— إن زيادة درجة الحرارة عن الحرارة القصوى يؤدي الى فقدان الماء عن طريق زيادة تعرق النبات التي تفوق كثيراً الامتصاص ، وبالتالي تذبل الأوراق ويموت النبات .

— كما أن التنفس يزداد أكثر من التركيب الضوئي اليومي ، أو قد تتخثر المكونات البروتينية بالحرارة العالية .

— كما أن ماكسيموف Maximof وجد أن الحرارة المرتفعة تغيّر من اتجاه العمليات الأنزيمية ، فتوجهها باتجاه التحلل والهدم بدلاً من التركيب والبناء ، وخاصة في المراحل الأولى من حياة النبات .

إن كل الأنواع النباتية الطبيعية الموجودة في سورية يمكن أن تتحمل درجات حرارة عالية تصل الى درجة ٥٥° مئوية .

كما أن بعض أنواع البكتريا والأشنيات (الزرقاء) تحتفظ بالرقم القياسي من حيث تحملها لدرجات الحرارة العالية . حيث تعيش في ينابيع تتجاوز حرارتها ٨٥°م ، ويعيش بعض وحيدات الخلية من المنخريات في ٥٨°م ، وبعض القشريات في ٥٥°م ، وكثير من يرقات ثنائيات الأجنحة Diptéra تستطيع العيش في مياه تصل حرارتها الى ٥٠°م .

من الجدير بالملاحظة ، أن المناخ العام يتغير كثيراً بسبب تنوع الوسط . فهو بنتيجة العوامل الطبوغرافية يعطي مناخات موقعية صغيرة Microclimate . وبما أن النباتات لا تستطيع التنقل ، فانها سرعان ما تبتعد عن المناخات الصغيرة غير الملائمة ، ولا تبقى إلاّ في المناخات الملائمة . أما الحيوانات فتكون بشكل عام قادرة على التنقل وعلى البحث بنشاط عن مناخات أكثر ملاءمة ويساعدها في ذلك أعضاؤها الحسية وامتلاكها آليات توجيه خاصة تدعى الإنجذاب Toctismes التي توجّه الحيوان نحو الوسط الأكثر ملاءمة .

وقد تمّت دراسة ذلك مخبرياً . فعندما يرى الجراد الرحال Locusta migratotoria في قفص متطاول تتغير حرارته بشكل منتظم من نهاية الى أخرى . ونرى أن الجراد لا يتوزع بشكل اعتباطي في القفص ، لكنه يتجمع حول منطقة تكون حرارتها قريبة من قيمة معينة تدعى الحرارة الفضلى . فهو يحتاج الى متوسط حرارة في شهر حزيران يتجاوز ٢٠° درجة . وتتغير هذه الحرارة مع طور النمو .

الكائنات المتساهلة (المرنة)

وغير المتساهلة لدرجة الحرارة

عندما نقول عن نوع ما إنه متساهل في التغيرات الحرارية ، أي أن هذا النوع يتحمل تغيرات كبيرة من درجات الحرارة . فها هي الأشنيات (الزرقاء) تعيش في ينابيع تتجاوز حرارتها ٨٥° ، وبعض أنواعها الأخرى يمكن أن تعيش على ارتفاع ٦٠٠٠ م في جبال هيمالايا ، والنمر يتحمل مناخ سيبريا ومناخ خط الاستواء في الهند ، والأسد الاميركي يعيش في أنحاء القارة الاميركية كافة .

كما أن أشجار السنديان العادي Quercus ecliprinos يمكن أن نشاهدها ابتداءً من ارتفاع ٢٠٠ م عن سطح البحر في الجبال الساحلية في سورية وحتى ارتفاع ١١٠٠ م تقريباً عن سطح البحر ، على الرغم من انخفاض درجات الحرارة بمعدل ٥٨ر٠° لكل ارتفاع ١٠٠ م .

وعلى العكس من ذلك فهناك أنواع تعتبر غير مرنة (غير متساهلة في التغيرات الحرارية) فلا يمكنها أن تعيش إلاّ في حدود ضيقة من درجات الحرارة ، بعضها يتطلب درجات حرارة عالية ، مثل المرجانيات Madrépores التي تبني الأرصفة المرجانية ، فهي لا تعيش إلاّ في البحار الدافئة التي تتجاوز حرارتها ٢١° درجة لكنها سرعان ما تموت إذا أصبحت المياه شديدة الحرارة .

وذبابة تسي تسي Clossima polpoli لا تعيش إلاّ في المناطق الاستوائية الافريقية . حيث يتجاوز متوسط الحرارة السنوية ٢٠° والتي تسبب انتقال مرض النوم .

وأشجار الأروكاريا Araucoria excelsa والأكاسيا Acacia Cynophylla لا تفضل العيش إلاّ في المناطق الساحلية ذات الشتاء الدافيء ، لأنها تصاب بالصقيع إذا وضعت في مناطق أبرد . وهذا ما حدث عند تشجير طريق مطار دمشق الدولي .

فقد اختير نبات الأكاسيا سيانوفيلا لسرعة نموه وقدرته على إعطاء نمو خضري كبير . إلاّ أنه لم يمض العام الثاني حتى بدأ يصاب بالصقيع ويموت .

وعلى العكس نمت أشجار الصنوبر والسرو بشكل جيد وبدأت تشكل غابات واسعة .

والبعض الآخر يتطلب البرودة ، أي لا يستطيع أن يعيش إلاّ في المناطق الباردة ، إما في أعماق البحار ، أو في أعالي الجبال . وتكون حدود ضيقة جداً . لذلك لا يمكن أن نرى أشجار الزان في سورية نظراً لقلة البرودة الموجودة حتى في أعلى الجبال . وكذلك لا تزرع أشجار التفاح إلاّ في المرتفعات الباردة .

١ـ٣ـ تكيف الكائنات مع درجات الحرارة :

عندما نقول : بأن كائناً ما تكيّف مع بيئة جديدة ، أي أنه استطاع أن يجعل وظائفه الحيوية كافة ، في انسجام تام مع هذه البيئة الجديدة .

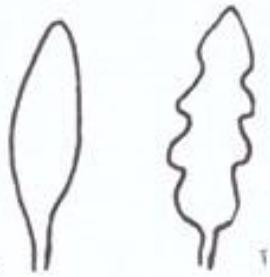
ففي عام ١٩٥٨ انخفضت درجة الحرارة بصورة استثنائية في دمشق الى ما دون – ١٠° تحت الصفر . وقد لوحظ أن هناك بعض الأشجار من الكينا Eucalyptus Camaldulensis قد تحملت تماماً هذه الدرجة . بينما العدد الأكبر قد أصيب بالصقيع ، أي أن هذا البرد الاستثنائي قد سمح بانتخاب أشجار من الأوكاليبوس أكثر مقاومة للبرد من النوع الأصلي .

إن أثر درجات الحرارة يكون واضحاً بشكل أساسي على العمليات الفيزيولوجية ، وينعكس ذلك على شكل الكائن بذاته . يلاحظ هذا الأثر على نبات الملفوف ، الذي تلتف أوراقه في بداية فصل الخريف عند انخفاض درجة الحرارة .

ويمكن تفسير ذلك فيزيولوجياً ، وذلك لقلة التعرق بسبب قلة امتصاص الجذور للماء وهذا ينتج من انخفاض حرارة التربة .

وقد تمّ اثبات ذلك ، في دراسة مقارنة على الهندباء Taraxacum حيث

وضع هذا النبات في درجات حرارة مختلفة ، مع ثبات شروط الرطوبة والإضاءة ، ولوحظ أن النبات المزروع في حرارة وسطية ١٧°م له أوراق تامة غير مفصصة . أما إذا زرع النبات نفسه في درجة حرارة ٥°م ، فان الأوراق تكون ضيقة مفصصة كما في (الشكل رقم ٣) .



الشكل رقم (٣) شكل ورقة الهندباء المزروعة في وسط حرارة منخفضة (أ) وحرارة مرتفعة (ب)

يفسّر ذلك بنتيجة النظام المائي الذي يقل بسبب نقصان درجة الحرارة .

إن هذه التكيفات الشكلية ليست غريبة على الحيوانات أيضاً ، فهناك مثل جيد عن التكيف الذي يقدمه الثعلب . فاذا نظرنا الى (الشكل رقم ٤) ، نلاحظ ثلاثة أشكال مختلفة للثعلب . الأول ثعلب الصحارى ، تكون أطرافه طويلة وأذناه كبيرتين . والثاني هو ثعلب أوروبا ، تكون أطرافه قصيرة وأذناه أقصر من ثعلب الصحارى . أما الثالث فهو الثعلب القطبي ، حيث تكون أذناه قصيرتين جداً وخرطومه قصير أيضاً .

شكل رقم (٤) اختلاف الاذنين والخرطوم عند ثعلب القطب وثعلب اوروبا وثعلب الصحارى

ويلاحظ أن فراء ثديات المناطق الباردة تكون أكثر ثخانة من فراء ثديات المناطق الحارة . وذلك واضح من مقارنة نمر سيبريا بنمر الهند ، فالأول يكون أكبر حجماً وأثخن فراءً .

وكما ذكرنا سابقاً ، فان النباتات لا تستطيع التنقل . واذا حاولنا نقل بذور أنواع أجنبية الى بلد ما : فاذا كانت البيئة الأصلية شديدة الاختلاف من الناحية الحرارية عن البيئة الجديدة . فان عدداً كبيراً من النباتات لا يتكيف . وهناك عدد كبير من نباتات المناطق الباردة يُظهر نمواً خضرياً قوياً في البيئات المدارية الحارة غير أنها تكون عاجزة عن التكاثر الجنسي . وهنا نقول : بأن هذه النباتات قد استطاعت أن تبدل وظائفها الخاصة بالنمو الخضري فقط دون تبدّل وظائف الازهار والإثمار .

وبالمقابل فان أشجار الحمضيات التي تعيش في المناطق الساحلية ، ذات الشتاء الدافىء ؛ عندما تزرع في مناطق باردة ، فانها قد تعطي نمواً خضرياً جيداً دون أن تزهر أو تثمر بعض النظر عن المناخات الموقعية الملائمة .

وبصورة عامة يمكننا القول : بأن تكيف النباتات ــ اعتماداً على درجة الحرارة وحدها ــ يكون أكثر احتمالاً إذا انتقلت هذه النباتات باتجاهي الشرق والغرب ، وأقل احتمالاً إذا انتقلت باتجاهي الشمال والجنوب ، نظراً للتغيرات الشديدة في درجات الحرارة بين المناطق الشمالية وبين الجنوبية . كما أن التكيّف يكون أكثر احتمالاً باتجاه الجنوب منه الى الشمال .

وهذا يعود الى درجات الحرارة الصغرى التي تعد عاملاً محدداً .

إن كلامنا السابق لا ينطبق على الحيوانات ، لأنها يمكن أن تهاجر في فصول السنة الى مواقع يمكن أن تتكيف معها .

فالماعز البري يسكن أعالي الجبال في الصيف ، وينزل في الشتاء الى المناطق الأقل ارتفاعاً . حيث تكون درجات الحرارة أقل قساوة .

والطيور كذلك : هي أكبر مثال على الهجرة . وبقدر ما تكون الهجرة من أجل حماية الحيوانات من البرد القارس ، تكون من أجل الحصول على الغذاء .

٢ ــ الرطوبة

Humidity

ينتقل الماء من المحيطات والبحار الى الجو ، ثم يعود الى سطح اليابسة على شكل مياه هاطلة « مطر ــ ثلج ــ برد ــ وغيرها » . وتختلف كمية الأمطار الهاطلة على سطح الأرض باختلاف درجات العرض ، فأكثر المناطق غزارة بالأمطار ، هي المناطق الاستوائية ، حتى خط العرض ١٠° شمال وجنوب خط الاستواء ، ثم تتناقص كمية الأمطار باتجاه القطبين ، حتى تصل الى الحد الأدنى في المنطقة ٨٠° ــ ٩٠° شمالاً . إن كمية الأمطار الهاطلة في نصف الكرة الجنوبي ، هي أكبر مما هي في النصف الشمالي ، ويعود ذلك لسعة المحيطات وقلة اليابسة نسبياً في نصف الكرة الجنوبي . فكلما كانت المنطقة قريبة من البحار والمحيطات ، كانت كمية الأمطار أكبر والعكس صحيح .

إن كمية الأمطار وتوزّعها على فصول السنة ، يلعبان دوراً هاماً في توزّع النباتات في مكان ما . فالمناخ الاستوائي ، المتميز بأمطاره الغزيرة ، وبانتظامها على مدار السنة ، يعطي أضخم وأكثف الغابات على الأرض . أما المناخ المتوسطي ــ الذي من ضمنه تدخل سورية ــ فتميز بفصل حار وجاف طويل ، وبأمطار قوية تهطل خلال فترة زمنية قصيرة ، فلا نرى الغابات الأليفة الرطوبة ، إلاّ في المناطق المرتفعة ، والتي تزيد كمية أمطارها عن ١٠٠٠ مم تقريباً .

يؤثر الماء سواءً كان في الهواء أو في التربة على حياة الكائنات الحية . فنشاط جميع العمليات الحيوية ، يتم بوسط مائي . ويمكن أن يقاس الماء الجوي بالرطوبة الجوية ، وهي بالتعريف : كمية بخار الماء الموجودة في الهواء ، ويعبر عنها بالغرام في المتر المكعب . ويستخدم عادة مفهوم الرطوبة النسبية للهواء : وهي عبارة عن الضغط الحقيقي لبخار الماء (f) على ضغط البخار المشبع (F) في نفس درجة الحرارة .

سوف ندرس هنا رطوبة الهـواء فقط ونترك رطوبة التربة حـين دراستنا للعوامل الأرضية .

٢ـ١ـ تاثير الامطار على الكائنات : علاقة الكائنات مع الأمطار الهاطلة .

في الواقع لا يكون لارتفاع كمية الأمطار في منطقة ما أي مدلول مناخي أو حيوي ، إلاّ إذا أخذنا بعين الاعتبار عامل الحرارة . فكمية معينة من الأمطار يمكن أن تكون كافية لنمو غابات كثيفة بشكل جيـد في منـاخ معين ، ولا تسمح إلاّ بظهور غابات أليفة الجفاف وقليلة الكثافة في مناخ أشـد حرارة ، ويعود ذلك الى زيـادة البخر في المناطق الحارة ، وبالتالي ازدياد احتياج الأشجار للماء مع ارتفاع درجة الحـرارة .

فهناك عدد كبير من العلاقات التي تدرس الحرارة مع الأمطار وأبسطها علاقة de Martonne :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

I = معامل الجفاف ، و P = كمية الأمطار السنوية بالملم ، و T = علماً بأن الحرارة السنوية بالدرجات .

وعلاقـة Gaussen الذي يصف فيها مناخ شهر ما ، بأنه جاف ، إذا كانت كمية الأمطار فيه مقدرة بالمليمتر أقل من ضعف متوسط الحرارة .

وعلاقـة Emberger الذي درس المنـاخ المتوسطي هي :

$$Q = \frac{1000\ P}{\frac{M + m}{2}(M - m)} = \frac{2000\ P}{M^2 - m^2}$$

وصيغتها :

m — العامل الرطوبي الحـراري

M — كمية الأمطـار السنوية بالمليمتر

P — متوسط درجات الحـرارة العظمى للشهر الأكثر حـرارة بدرجات السنتيغراد .

Q — متوسط درجات الحـرارة الصغرى للشهر الأكثـر برودة بدرجات السنتيغراد .

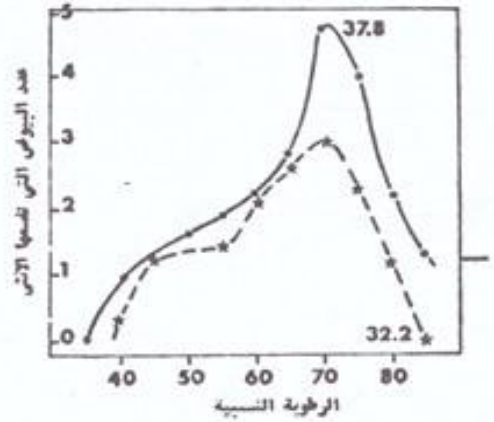
بحيث أن $OC^\circ = 273$.

إن دراسة التأثير المشترك للرطوبة والحرارة ، يعطي أساس تأثير المنـاخ على الكائنات الحية . وقد أجريت عدة دراسات على الحشرات الضارة بشكل أساسي ، ضمن شروط مخبرية ، وهي ليست صحيحة بالكامل . وإنما تعطي معلومات قيمة ، تفيد في مكافحة هـذه الآفـات .

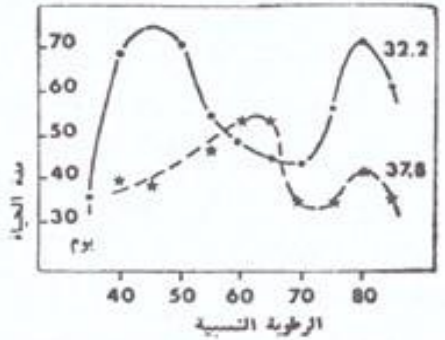
فلقـد قام Hamilton بدراسة متكاملة على الجراد الرحال . وكان (يغير) الرطوبة والحرارة في نفس وسط التربية ، ودرس تأثير هذه التغيرات على الظواهر الفيزيولوجية ، ذات الأهمية الاقتصادية .

فلقد أظهرت دراسة خصوبة الإناث حـداً أقصى في رطوبة نسبية مقدارها ٧٠٪ . فعندما تحتل الرطوبة على محور السينات . وعدد البيوض في اليوم على محور العينات ، وفي درجة حرارة ثابتة ، نحصل على منحنى ، يظهر درجة قصوى في الرطوبة ٧٠٪ . وعندما قـام بعمل تجربتين مختلفتين : الأولى في درجة ٣٢ر٢° ، والثانية في درجة ٣٧ر٨° ، وجـد أن المنحنى الثاني يتوضع بالكامل فوق المنحنى الأول . وهكذا نستنتج : أن الحرارة تزيد في خصوبة الجـراد الرحال ، عنـدما تتساوى الشروط الأخرى . فلقد ازداد العدد الوسطي للبيوض المباضة في الرطوبة الأكثر ملاءمة (٧٠٪) من ٣ بيوض في اليوم في درجة حرارة ٣٢ر٢° الى ٥ بيوض في اليوم في درجـة حرارة ٣٧ر٨° .

إلا أن هـذه الحرارة أدت الى تقصير فترة حيـاة الجراد البالغ والشكلين التاليين يوضحان ذلك .



شكل رقم (٥) منحنى يوضح الخصوبة عند انثى الجراد الرحال بالنسبة للرطوبة وفي درجتين مختلفتين من الحرارة



شكل رقم (٦) منحنى يوضح مدة حياة الجراد الرحال البالغ بالنسبة للرطوبة وفي درجتين من الحرارة

إن وجود غطاء نباتي على سطح الأرض ، يقف حاجزاً ، ليمنع وصول الأمطار الى الأرض ، وتزداد كمية المياه المحتجزة مع زيادة وكثافة وحجم الغطاء النبـاتي .

فغـابة الصنوبر الأليفة الضوء وذات التيجان الخفيفة تحجز ١٤٪ وغابات البتولا Betula تحجـز ٩٪ .

وحسب دراسات ريتشارد Richards ١٩٦١ أو دراسـات فريزي Freizi ١٩٣٦ في الغابات الاستوائية ، تبين أن :

٢٠٪ من كمية الأمطار الهاطلة تتبخر مباشرة من التيجان .

٣٤٪ تصل الى مقياس الأمطار الموضوع على ارتفاع ١ر٥٠ م .

٦ر٩ ٪ تخترق التربـة لتصل الى الميـاه الجوفية .

٩ر٣ ٪ يتبخر عـن سطح الجذوع .

٩ر٣ ٪ تمتصه قشرة الأشـجار .

٧ر٢٠٪ تصل الى التربـة وتمتصها جذور الأشجار .

أما دراسة بارد Parde ١٩٥٢ على غـابة Picea-abies في المناطق المعتدلة (بانكلترا) فكانت على الشكل التـالي :

٢٠٪ الماء المحجوز من قبـل التيجان .

٢٥٪ الماء السائل على الأرض والممتص من قبل الغطاء الأرضي والمتبخر .

٢٥٪ الماء الذي يغذي الميـاه الجوفية .

٣٠٪ الماء المتبقي تحت تصرف الجـذور .

إن هذه النسب تختلف حسب الأشجار المشكّلة للغطاء النباتي . ففي غابات الشوح والتنوب ، تحتجز كميات من الأمطار أكبر مما تحتجزه غابات الصنوبر ، كما أن لعمر الغـابة أهمية في توزع الأمطار . والجدول التالي : يبين كميات الأمطار المحتجزة في غـابة الزان ، حسب الأعمار المختلفة حسب Korstian , Toumey :

الأمطار	عمر الغابة سنة			
نسبة الأمطار التي	٢٠	٥٠	٦٠	٩٠
تصل التربة ٪	٩٨	٧٣	٧٧	٨٣
نسبة الأمطار التي تحتجزها التيجان ٪	٢	٢٧	٢٣	١٧

ولطبيعة الأمطار الهاطلة ، تأثير كبير على كمية الأمطار التي تصل الى سطح التربة . فالأمطار الخفيفة « الرذاذ » غير المستمرة لفترة طويلة ، لا تصل الى سطح التربة في المجتمعات النباتية المغلقة . والأمطار المتوسطة الشدة ، يحجز قسم كبير منها . أما الأمطار الشديدة الزخات ، فالقسم الكبير منها يصل الى سطح التربة .

والغابات بشكل عام ، تحجز كمية من الأمطار أكبر مما تحتجزه النباتات العشبية . والغطاء النباتي لا يلعب دوراً في احتجاز المياه الهاطلة فحسب ، بل له دور في حفظ المياه وعدم ضياعها . فهو يخفف الجريان السطحي ، ويمنع من تشكل السيول السطحية .

وكلما تناقصت كثافة الغطاء النباتي زاد معدل الهدم في التربة ، وازداد انسياب الماء بشكل جريان سطحي .

٢ـ٢ـ استهلاك الكائنات للماء :

بما أن الماء هو مركب ضروري للمادة الحية ، فان فقد جزء منه يسبب الموت . والنباتات تستهلك الماء بعمليتين هامتين هما عملية النمو Growth ، وعملية النتح Transpiration .

وتعد الأشجار نظراً لضخامتها ، من الكائنات المستهلكة للماء بكثرة ، فهي

تفقد عن طريق النتح كميات كبيرة . وبصورة عامة يمكن القول : بأن الأشجار ذات الأوراق العريضة ، مثل الحور Populus ، والدلب Platanus تفقد بالنتح كميات كبيرة من المياه أكبر مما تفقده الأشجار ذات الأوراق الابرية ، مثل الصنوبر Pinus . وهذا ما يفسر لنا إمكانية تكيّف الأشجار ذات الأوراق الابرية مع المناخات والأتربة الجافة ، بعكس الأشجار ذات الأوراق المتساقطة المذكورة أعلاه ، التي تحتاج الى بيئات رطبة تماماً حتى تستطيع أن تعيش .

أما الحيوانات الأرضية ، فتحتاج للماء لتعوض عن الخسارة الناجمة عن طريق الإفراغ والتعرق . فهناك بعض الحيوانات ، يتزود بالماء عن طريق الشرب ، وبعضها يمتصه عن طريق الجلد ، سائلاً أو بشكل بخار : كالبرمائيات وبعض الحشرات .

كما يوجد في بعض المناطق الصحراوية ، حيوانات لا تشرب أبداً ، وتكتفي بالماء الذي يحويه غذاؤها . وهناك حيوانات أخرى تحصل على الماء الضروري لها ، عن طريق أكسدة الليبدات مثل الجمال ، وبعض الحشرات المتكيفة مع نظام خاص جداً : كسوس الرز ، ويرقات عث الصوف .

٢ـ٣ـ تأثير بخار الماء على النباتات :

ذكرنا سابقاً : أن الماء المفقود عن طريق الأوراق ، يمكن أن يستعاض عنه بطريق الماء الأرضي ، لأن الامتصاص عن طريق الأوراق يكون خفيفاً جداً ، ومن الصعوبة بمكان فصل الماء الجوي عن الماء الأرضي .

إن الرطوبة هي التي تنظم عمليات التبخر والنتح . فكلما زادت الرطوبة قلّ النتح والعكس صحيح . وتقاس الرطوبة الجوية عادة ، بالرطوبة النسبية . وهي تزداد في الشتاء وتنخفض في الصيف . غير أن قيم انخفاض الرطوبة النسبية في الصيف ، تختلف حسب المناطق الجغرافية . فقيمة الانخفاض تكون قليلة في المناطق القريبة من البحر (الرطوبة من ٦٠ الى ٧٠٪) وكبيرة في المناطق الداخلية . (الرطوبة أقل من ٥٠٪) . ويزداد الانخفاض كلما ابتعدنا عن البحر ، حتى تصل في دير الزور مثلا الى ٣٠٪ صيفاً .

فاذا قمنا بدراسة مقارنة ، بين صفات لنباتات تعيش في جوّ رطب ، وأخرى تعيش في جوّ جاف ، وجدنا : أن الرطوبة تجعل سوق النباتات طويلة ، وخلايا البشرة في الأوراق كبيرة ، مقارنة مع النباتات النامية في جوّ جاف .

إن الهواء الجاف يزيد في تعرق النبات ، مما يؤدي الى طرح كمية كبيرة من الماء ، قد تفوق ما تمتصه الجذور من التربة ، مما يسبب اختلال الأعمال الحيوية في النبات وبالتالي تضر فيه .

٢ـ٤ـ تكيف الكائنات مع الرطوبة :

حتى يستطيع الكائن أن يعيش ضمن ظروف الجوّ الجاف : هناك مجموعة من التكيفات ، تساعده في التأقلم مع تلك البيئة الجافة . ونورد التكيفات التالية بالنسبة للنباتات .

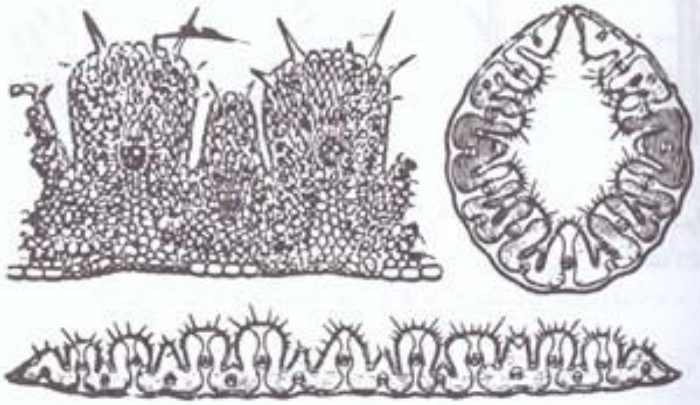
١ ـ الأوراق :

غالباً ما تكون ثخينة قاسية ، والبشرة مغطاة بقشرة سميكة ، والمسام عميقة ، والنسج الدعامية متطورة وتشكّل جزءاً كبيراً من الورقة . مما يعطي الأوراق صلابة وقساوة ، تجعلها لا تذبل في حالة فقدان كمية كبيرة من الماء ، كما في أوراق الدفلة والسنديان العادي Quercus Calliprinas كما تغطي سطح الأوراق طبقة شمعية ، وطبقة من الأشواك .

٢ ـ التفاف الأوراق لتشكل جوفا :

حيث يكون الالتفاف في فترة الجفاف ، وتنبسط الأوراق في فترة الرطوبة . ويبين شكل (٧) تحورات أوراق نبات العذم حسب الرطوبة .

وهو يبين وجود ورقتين لنبات العذم Stipa Capillata واحدة في حالة الجو الجاف والثانية في حالة الجوّ الرطب . فيلاحظ : أن الأوراق تلتف لتشكّل



الشكل رقم (٧) مقطع عرضي في ورقة
أ ـ التفاف الورقة اثناء الجفاف . ب ـ الورقة منبسطة اثناء الرطوبة

جوفاً في حالة الجفاف ، وذلك لتقليل شدة التعرق ، لأن المسام تنفتح على الجوف المغلق تقريباً . فالماء المتبخر عن طريق التعرق ، يرطّب الهواء الموجود في هذا الجوف ، مما يؤدي الى ارتفاع رطوبة الهواء ضمنه ، وبالتالي نقصان شدة التعرق وايقافه .

٣ ـ تحور شكل الأوراق :

تقوم النباتات بتخفيض سطح أوراقها ، عن طريق تحويلها الى أشواك ، أو أبر كما في نبات ، الأثر بلكس « الرغل » ، أو تكون الأوراق مجزأة لأجزاء ضيقة كما في نبات الشيح Artemisia ، أو تتحول الى حراشف كما في نبات Ephedra والسرو Cupressus . والشكل رقم (٨) يبين هذه التحورات .

إن النباتات تتمركز في الطبيعة حسب احتياجاتها للرطوبة الجوية . وهكذا نرى أن أشجار الأرز اللبناني Cedrus Libani ، والشوح السوري Abies cilicico ، تتمركز في المناطق الرطبة في قمم الجبال الساحلية . ويتمركز البطم الأطلسي

حراشف Ephedra — مجزأة Artemisia — ابر Haumuria — اشواك Lycium

الشكل رقم (٨) انماط مورفولوجية مختلفة للاوراق

Pistacia Atlantica في المناطق الداخلية من البلاد ، حيث تنخفض الرطوبة الجوية بالنسبة للمناطق الساحلية .

أما الحيوانات فهي تحاول التقنين من صرف الماء ، الذي حصلت عليه بكل الوسائل الممكنة ، فهي قد تلجأ الى الحياة الليلية والاختباء أثناء النهار ، أو امتلاك قشرة كثيفة ، وتخفيض التعرق ، وانغراس جهاز التنفس داخل الجسم ، أو وجود ثقوب تنفسية ضيقة .

ويعد الإفراغ السبب الرئيسي في خسارة الماء ، عند الحيوانات الأرضية . وهكذا فان التخلص من الفضلات الآزوتية على شكل أمونياك أو بولة ــ وهي أجسام قابلة للإنحلال وسامة ، لا يتم إلاّ إذا كان تزود الحيوان بالماء سهلاً . وإلاّ فان الفضلات الآزوتية ستطرح على شكل حمض البول وهو جسم غير قابل للإنحلال ، كما يتم عند كثير من الحشرات .

٢ــ٥ــ اشكال الكائنات بالنسبة للرطوبة :

يمكن تقسيم الكائنات الى الفئات الأربع التالية :

ــ كائنات مائية Hydrophytes

وهي الكائنات التي تعيش في الماء بشكل دائم مثل الأسماك وباقي الحيوانات المائية .

أما النباتات : فمنها ما يكون مغموراً بالماء بشكل كامل مثل جنس Zostero أو تكون مغمورة بالماء إلاّ أن أزهارها تخرج من الماء مثل جنس Potamageton أو تكون أوراقها طافية على سطح الماء مثل جنس Nupher Luteum أو أن تكون قاعدتها فقط مغمورة بالماء كما في القصب Phraqmites

ــ كائنات اليفة الرطوبة : Hygrophytes

أي الكائنات التي لا يمكنها أن تعيش إلاّ في الأوساط الرطبة جداً مثل : البرمائيات ، وديدان الأرض ، وأغلب حيوانات المغارات ، والسراخس الحقيقية التابعة لجنس Hymenophyllum الذي يموت إذا قلّت الرطوبة النسبية عن ٩٠٪ ، أو جنس Penicillium الذي يموت عندما تنخفض الرطوبة عن ٨٥٪ ، وأشجار التنوب Picea أو الزان Fagus أو السنديان العذري Quercus Cerris

ــ كائنات متوسطة الالفة للرطوبة : Mesophytes

وهي الكائنات التي تحتل مكاناً وسطاً بين الكائنات الجفافية والكائنات الرطبة . وهي بشكل عام متساهلة إزاء تغيرات الرطوبة ، أي تتحمل تغيرات كبيرة في الرطوبة . وهي توجد في المناطق المعتدلة ذات الرطوبة المتوسطة مثل : أشجار البلوط ، والسنديان العادي ، البطم الفلسطيني .

ــ كائنات اليفة الجفاف : Xerophytes

تتواجد في الأوساط الجافة ، وتشتمل على تكيفات خاصة لمقاومة الجفاف ذكرت فيما سبق . ومنها يتواجد في المناطق الصحراوية مثل النباتات العصارية ، والصباريات بأنواعها ، وبعض الأعشاب الجفافية مثل البلاّن Poterium Spinosum وأشجار الأثل Tamarix sp. ، ويرقات عث الصوف Timeala biselliella ، وكذلك الجمال .

ويمكن وصف الكائنات : أليفة الرطوبة ، وأليفة الجفاف بأنها أنواع غير متساهلة إزاء تغيرات الرطوبة .

أما الأنواع : متوسطة الالفة للرطوبة ؛ فيكون عدم التساهل أقلّ وضوحاً .