

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
أ.م.د. احمد بهجت خلف

**علم البيئة Ecology:** هو العلم الذي يهتم بدراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية نفسها وبين محيطها الخارجي.

**محيط البيئة Environment:** هو المحيط أو الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحية وهي الماء والهواء والتربة.

**التجمع Population:** هي مجموعة من الأفراد تنتمي لنفس النوع ولها القدرة على التكاثر فيما بينها وتساكن منطقة بيئية محددة وتمتاز بالكثافة السكانية والتركييب العمري ومعدل النمو.

**المجتمع Community:** هو عدة مجاميع من التجمعات تشترك في نفس المكان أو الموطن.

**النظام البيئي Ecosystem:** هو المكان الذي تتواجد فيه تجمعات مختلفة من الكائنات الحية وغير الحية.

مكونات النظام البيئي: يتكون النظام البيئي من مكونات حية وغير حية.

أولاً: المكونات الحية وتشمل:

- أ- الكائنات المنتجة: وهي ذاتية التغذية autotrophic مثل النباتات والطحالب.
- ب- الكائنات المستهلكة: وهي غير ذاتية التغذية heterotrophic وتقسم الى قسمين:
  - ١- مستهلكات كبيرة: وهي أولية آكلات الأعشاب أو ثانوية آكلات اللحوم.
  - ٢- مستهلكات صغيرة (المحللات): مثل البكتريا والفطريات وغيرها.

ثانياً: المكونات غير الحية وتشمل:

- ١- درجة الحرارة: هو عامل فيزيائي يؤثر في نشاط ونمو الكائنات الحية وعلى التوزيع الجغرافي لهذه الكائنات.
- ٢- الماء: يكون الماء نسبة 60-80% من أجسام الكائنات الحية ويرتبط وجود الكائنات الحية ووفرتها في أية منطقة بيئية بوفرة المياه ونسبة محتوياتها من المواد العضوية واللاعضوية وكذلك درجة حموضته وملوحته.
- ٣- التربة: تعتبر عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وخصوصاً النباتات التي تعتمد اعتماداً كلياً على التربة.
- ٤- الرياح: لها تأثير ايجابي في نقل حبوب اللقاح وتحريك السحاب وتأثير سلبي في تكسير الأشجار وقتل الحيوانات الصغيرة وحرائق الغابات.
- ٥- الضوء: ان ما تحتاجه النباتات من الضوء هو لعملية البناء الضوئي .

### علاقة الانسان بالبيئة

س/ ماهي الآثار السلبية للإنسان على البيئة؟

- ١- تلوث مياه الأنهار والبحيرات والمحيطات.

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
أ.م.د. احمد بهجت خلف

- ٢- قطع أشجار الغابات.
- ٣- انقراض بعض الأنواع النباتية والحيوانية.
- ٤- زيادة تصحر الأراضي.
- ٥- تغيير مجاري المياه الطبيعية تسبب أخطار الفيضانات في مناطق وحدوث جفاف في مناطق أخرى.
- ٦- الاستغلال الزائد في المواد الأولية يؤدي الى نقصانها.
- ٧- حدوث التغير المناخي بسبب النشاط الانساني.
- ٨- ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب الحرارة وذوبان الجليد وحدوث الفيضانات.
- ٩- زيادة تعرية الأراضي نتيجة العمليات الغير المدروسة للإنسان.
- ١٠- حفر المناجم لا يؤدي الى هدم المساحات الخضراء فقط وانما يسهم في الاخلال بتوازن القشرة الأرضية أيضاً.

**المناخ Climate:** هو المعدل السنوي للظروف الجوية وخاصة الحرارة والأمطار المتساقطة في منطقة معينة لفترة زمنية طويلة (سنة أو أكثر).

**الطقس Weather:** هو التغيرات التي تحدث في الظروف الجوية يومياً في مكان وزمان ما.

#### العوامل التي تحدد المناخ

- ١- القرب والبعد عن سطح البحر (قاري أو بحري).
- ٢- الرياح السائدة.
- ٣- الارتفاع عن مستوى سطح البحر.
- ٤- خطوط العرض.
- ٥- التيارات البحرية.

#### العوامل التي تؤثر على الطقس

- ١- الحرارة.
- ٢- ضغط الهواء.
- ٣- الرياح (التيارات الهوائية).
- ٤- الرطوبة.
- ٥- التيارات المائية.

## المناطق المناخية

- ١- مناطق خط الاستواء.
- ٢- المناطق المعتدلة.
- ٣- المناطق القطبية.

## المناخ وعلم الهيدرولوجي

عند دراسة هيدرولوجية ومصادر مياه منطقة ما لا بد أن ندرس الأمطار الساقطة ومدى تساقط الثلوج وتجمعها فوق القمم الجبلية وموعد ذوبانها ورطوبة التربة والتبخر والنتح وكميات المياه المفقودة عن طريق التسرب للطبقة تحت السطحية وأثر كل ذلك في طبيعة وانسياب المياه فوق سطح التربة أو تغلغلها تحت الطبقة السطحية للتربة.

تؤثر الظروف المناخية ومواعيد تساقط الثلوج وذوبان الثلوج في حجم التصريف المائي للمجري النهرية وفي اختلاف مناسيب المياه في البحيرات وفي تكوين المجاري النهرية الدائمة الجريان والمتقطعة الجريان وكذلك تؤثر الظروف المناخية في مدى تدفق مياه الينابيع واختلاف حجم المياه المتجمعة في خزاناتها الجوفية خلال أشهر السنة. كما تؤثر الظروف المناخية تأثيراً مباشراً في شكل النباتات الطبيعية فوق سطح الأرض وفي تنوع الغطاء النباتي من مكان الى آخر.

ان منطقة الغابات الاستوائية تتميز بالأمطار الغزيرة والحرارة المرتفعة تزداد كثافة الغطاء النباتي وتعلو الأشجار الضخمة وتتشابك أغصانها وتتميز بسرعة نموها وكلما انخفضت كمية الأمطار الساقطة كلما قل حجم الأشجار وقلت كثافتها وتباعدت عن بعضها، أما المناطق الباردة والمعتدلة البرودة التي تنخفض معدلات درجات الحرارة الشهرية عن الصفر المئوي فإنها تعد غير ملائمة لنمو النبات الطبيعي ولهذه الأسباب السابقة الذكر فان النباتات الطبيعية تتأثر بدرجة الحرارة وكمية الأمطار الساقطة.

## المناخ والزراعة والانتاج الحيواني

تؤثر العوامل المناخية على الزراعة من خلال الاشعاع الشمسي والرياح وأنواع التساقط (المطر والصقيع والبرد والضباب والندى والوفر) ومن هنا ظهرت علوم جديدة منها علم المناخ الزراعي Agricultural climatology بل ان النشرات الاخبارية على القنوات الفضائية لا تكاد تخلو عن النشرات الجوية خدمة للزراعة والشؤون الأخرى، ويتناول علم المناخ الزراعي دراسة أثر العوامل المناخية التي لها دور في بارز في مراحل نمو النبات وكذلك العوامل التي تحدد فترات اعداد الأرض للزراعة ومواعيد الازهار ونضج الثمار وخصائص الدورة الزراعية وجمع المحاصيل وطرائق تخزينها وطرائق الري ومواعيدها وطرائق التصريف ويهتم هذا العلم كذلك بدراسة تجنب أخطار الصقيع الذي قد يؤدي الى اتلاف المحاصيل الزراعية ويهتم أيضاً بتحديد أسباب تعرض النباتات للأمراض والآفات الزراعية وتحديد أفضل المناطق لزراعة محصول معين بحيث يعطي عائداً اقتصادياً مرتفعاً وكيفية زيادة انتاج وحدة المساحة تحت الظروف المناخية السائدة في تلك المنطقة. اذ من الملاحظ أن المحاصيل الزراعية تختلف في احتياجاتها من الحرارة والرطوبة لذلك كان من الصعب زراعة القطن في المناطق

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
أ.م.د.احمد بهجت خلف

المعتدلة البرودة أو زراعة الموز والمطاط وشجرة جوز الهند في المناطق الباردة أو المعتدلة البرودة فأصبحت كل منطقة تتميز بزراعة محاصيل زراعية معينة, فبعض المحاصيل الزراعية كالقمح يمكن زراعته في 90 يوماً خاصة اذا ما تميزت أيام زراعته بارتفاع درجة الحرارة وطول فترة سطوع الشمس.

أما الإنتاج الحيواني فيتأثر أيضاً بالظروف المناخية على سطح الأرض لذلك نلاحظ هجرة الحيوانات والطيور البرية بشكل فصلي تبعاً لتغير الظروف المناخية, ويظهر تأثير الهجرة الفصلية على الحيوانات ذات الدم البارد Cold-blooded animals أما اذا لم تستطع الحيوانات القيام بالهجرة فإنها تتخذ من الفصول الباردة راحة لها, أما الحيوانات ذات الدم الحار Warm-blooded animals فهذه تستطيع أن تولد حرارة أثناء قيامها بالحركة وتفقد قوتها اذا ما تعرضت للحرارة المرتفعة جداً وتنظم درجة الحرارة الداخلية لأجسامها عن طريق افراز العرق.

يلاحظ أن المراعي الطبيعية تتنوع تبعاً لتنوع الظروف المناخية وعلى أساس اختلاف هذه الحشائش تتنوع مجاميع الحيوانات التي تعيش عليها ففي مناطق حشائش السافانا (المناطق ذات الحشائش القصيرة) في العروض المدارية تسود حرفة رعي المواشي, بينما في مناطق الصحارى الحارة الجافة حيث تقل الموارد المائية فتتميز حرفة رعي الجمال والماعز وبعض الأغنام, أما في سهول الاستبس الآسيوية فتسود حرفة رعي الخيول الى جانب تربية الضأن. لقد أكدت الدراسات بأن الأبقار التي تربي في المناطق المعتدلة والمعتدلة الباردة تكون أكبر حجماً ووزناً من الأبقار التي تربي في المناطق المدارية الحارة, كما ان أغنام المناطق المعتدلة البرودة تحمل من اللحم والدهن والشحم والصوف بما يفوق أضعاف تلك التي تربي في المناطق الحارة الجافة حتى ان الدواجن التي تربي في مزارع المناطق المعتدلة البرودة تعد كبيرة الحجم وثقيلة الوزن نسبياً من تلك التي تربي في مزارع المناطق الحارة.

تؤثر الظروف الجوية أيضاً على كمية الألبان المنتجة من حيوانات الألبان وقد لوحظ أن ارتفاع درجة الحرارة عن 27 م° يؤدي الى تناقص أوزان الماشية وقلة أحجامها وانخفاض المنتج اليومي من الألبان للرأس الواحد, بل ان بعض الماشية قد تفقد قدرتها على التكاثر اذا ما انتقلت الى مناطق ذات ظروف مناخية مختلفة.

### طبيعة الغلاف الجوي للأرض

الغلاف الجوي أو الغازي عبارة عن غطاء سميك من الغازات يحيط بالأرض من جميع الجهات ويتراوح سمكه من 100 الى أكثر من 200 ميلاً. من المعلوم أن الهواء لا لون له ولا رائحة ولا طعم ولا يشعر به الانسان الا عند تحركه ويسمى في هذه الحالة بالرياح Wind ويتميز الهواء بقدرته على الحركة وقابليته للمرونة والانضغاط والتمدد كما ينقل الهواء الموجات المنضغطة. الغلاف الجوي شفاف بالنسبة للأنواع المختلفة من الاشعاع الشمسي التي تخترقه وكثافته أقل من كثافة الماء الا ان له وزن يتولد عنه ضغط تبعاً لمدى ثقله وان الطبقات السفلى من الغلاف الجوي تنضغط بدرجة أكبر من الطبقات التي فوقه ولذا فان كثافة الهواء تقل بسرعة مع الارتفاع عن سطح البحر.

يحمي الغلاف الجوي سطح الأرض من تساقط الشهب والنيازك من الفضاء الخارجي اذ ينتج من احتكاك هذه الشهب والنيازك بالغلاف الجوي احتراقها قبيل وصولها الى سطح الأرض وبدون وجود الغلاف الجوي حول الأرض تنعدم الحياة عليها, حيث ان الهواء هو مصدر تكوين السحب وهبوب الرياح

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
أ.م.د.احمد بهجت خلف

والعواصف وسقوط الأمطار وتكوين الموارد المائية. ينظم الغلاف الجوي القوة الكاملة للإشعاع الشمسي الساقط على الأرض ويمنع فقدان الكلي للإشعاع المرتد من سطح الأرض ولهذا فان الغلاف الجوي ينظم درجات الحرارة بحيث تصبح مناسبة تماماً لحياة الكائنات الحية, ولو لم يكن الغلاف الجوي موجوداً لارتفعت درجة الحرارة الى 220 ف° أثناء النهار ولانخفضت الى أقل من -300 ف° أثناء الليل ويصبح المدى الحراري اليومي كبيراً جداً كما هو الحال فوق بعض الكواكب الشمسية ولانعدمت الحياة على الأرض.

الغازات	نسبتها المئوية
النيتروجين N <sub>2</sub>	78.088%
الأوكسجين O <sub>2</sub>	20.949%
الأركون A	0.930%
ثاني اوكسيد الكربون CO <sub>2</sub>	0.030%
المجموع	99.997%

ان أهم الغازات الموجودة في الغلاف الجوي هي النيتروجين والأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون وغيرها من الغازات كالزيتون والأوزون والأركون والجدول السابق يوضح نسب هذه الغازات في الغلاف الجوي. يعد الأوكسجين مهماً جداً لحياة الكائنات الحية لأهميته في عملية التنفس وهو ضروري أيضاً لعملية الاحتراق ويتحد بسرعة مع العناصر الكيميائية الأخرى, أما غاز ثاني أوكسيد الكربون فينتج عن عمليات الاحتراق وهو ناتج لعملية تنفس الكائنات الحية في حين تمتصه النباتات لإتمام عملية البناء الضوئي. يمتص غاز ثاني أوكسيد الكربون جزءاً من الأشعاعات الأرضية الطويلة وتقل نسبته كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر. أما غاز النيتروجين فلا يتحد بسرعة مع غيره من العناصر الأخرى الا انه يدخل في تركيب كثير من المركبات العضوية ومن بين أهم تأثيراته في الغلاف الجوي قدرته على اذابة الأوكسجين ولذا فهو ينظم عمليات الاحتراق وعمليات الأكسدة. أما غاز الأوزون فهو من العناصر المؤكسدة لكنه يوجد بكميات محدودة جداً في الغلاف الجوي ويحتل الأماكن المرتفعة منه اذ تزداد نسبته كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر ومن مميزاته قدرته على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية.

يتركب الغلاف الجوي أيضاً من بخار الماء الذي تختلف نسبته من نسب ضئيلة جداً الى 4% من وزن الهواء عندما يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة وهو مصدر عمليات التساقط ويمتص بعض الموجات الطويلة الصادرة من الإشعاع الشمسي ويعمل على انعكاسها وتشتيتها ويشترك مع الغبار وثاني أوكسيد الكربون في خاصية حفظ الإشعاع الأرضي بالقرب من سطح الأرض وعدم تشتته في الفضاء الخارجي. اذ يدخل في تركيب الغلاف الجوي حبيبات الغبار الدقيق والغبار البركاني والرمال الدقيقة الحجم وذرات الدخان وتكون هذه الدقائق معلقة في الهواء ولا ترى بالعين المجردة وتختلف كمياتها من منطقة لأخرى اختلافاً كبيراً, ويعزى ظهور اللون الأزرق للسماء واللون الأحمر عند غروب الشمس وشروقها الى اختلاط الغبار مع بعض الغازات ولولا وجود ذرات الغبار وبخار الماء في الغلاف الجوي لظهرت السماء باللون الأسود يلمع فيه قرص الشمس كما ترى النجوم اللامعة أثناء الليل. وتساعد ذرات الغبار بخار الماء على التكاثر في طبقات الغلاف الجوي السفلى تبعاً لوفرة نويات التكاثر من ذرات الغبار العالقة بالهواء ومن أنواع الغبار غير العضوي ذرات التربة الدقيقة وذرات الدخان الكربونية والرماد والأترية الكونية والذرات الملحية الدقيقة الحجم التي تتطاير في الجو عند ارتطام أمواج البحار في الشاطئ, أما الغبار العضوي فمنه ذرات البكتريا وذرات بعض المواد النباتية والحيوانية المفتتة.

## طبقات الغلاف الجوي

من الصعب التحديد بدقة أقسام الغلاف الجوي لعدم وجود فاصلة بينها ولكن بسبب الاختلاف في درجات الحرارة ومكونات الغلاف الجوي وأنواع غازاته يمكن تقسيم الغلاف الجوي الى أربع طبقات رئيسية هي:

### ١- طبقة التروبوسفير **Troposphere**:

وهي الطبقة السفلى من الغلاف الجوي الذي يلامس سطح الأرض ويكون سمكه في المناطق القطبية حوالي خمسة أميال ويصل في المناطق المدارية الى أحد عشر ميلاً بسبب تيارات الحمل الصاعدة في هذه المناطق وكذلك يزداد سمك هذه الطبقة خلال الفصول الحارة عند المناطق الاستوائية وخلال فصل الصيف في المناطق المدارية. تعد طبقة التروبوسفير منطقة نشوء كل من السحب والعواصف والتيارات الصاعدة والأمطار والتساقط لذلك فهي من أهم طبقات الغلاف الجوي.

### ٢- طبقة الستراتوسفير **Stratosphere**:

تقع هذه الطبقة فوق طبقة التروبوسفير ويشبه هواءها الهواء الشتوي في المناطق القطبية الى حد كبير وسمك هذه الطبقة يكون أكثر في المناطق القطبية في حين تختفي معالمها فوق المناطق الاستوائية ويتجمع غاز الأوزون في الأطراف العليا لطبقة الستراتوسفير ونادراً ما تتكون السحب في هذه الارتفاعات العالية.

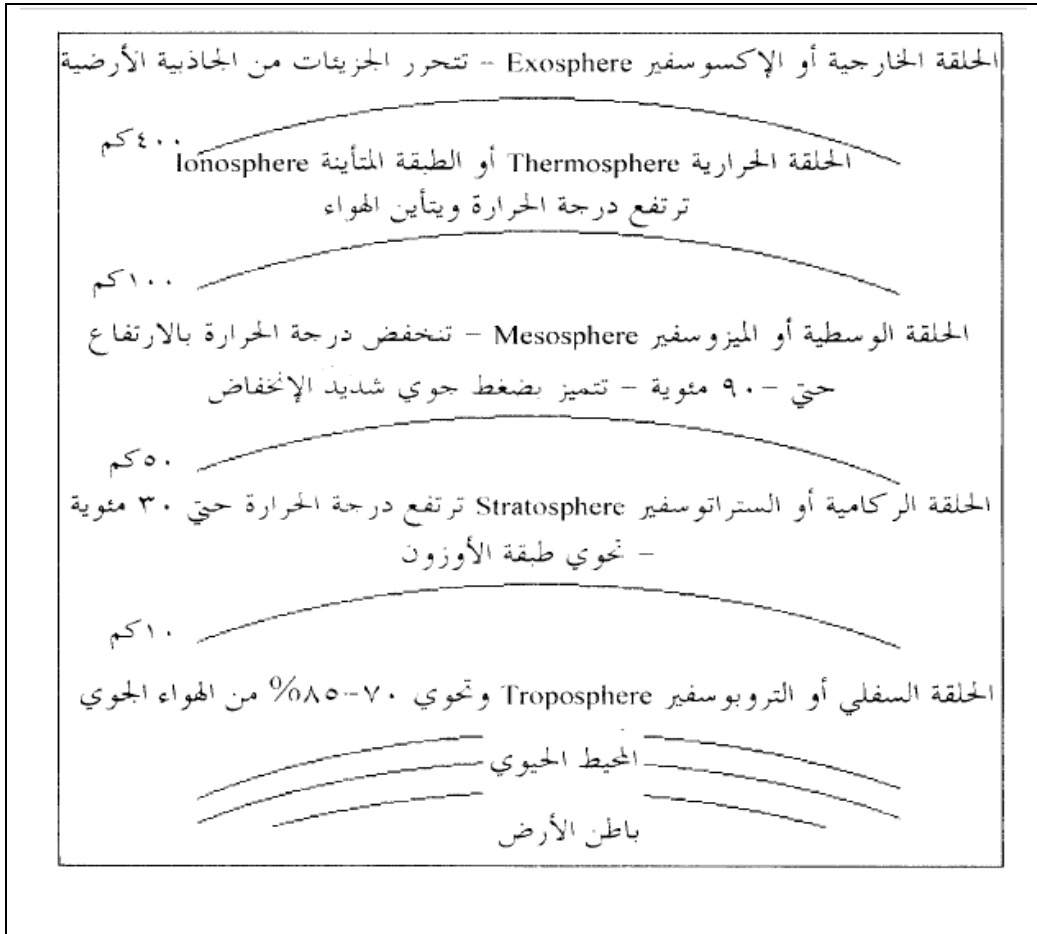
### ٣- طبقة الميزوسفير **Mesosphere**:

تقع هذه الطبقة الهوائية فيما وراء الأطراف العليا لطبقة الستراتوسفير وترتفع درجة حرارة الهواء في القسم الأسفل منها ثم سرعان ما تنخفض مع الارتفاع الى أعلى النهايات العليا لطبقة الميزوسفير وتبعد هذه الطبقة عن سطح الأرض حوالي 45 الى 50 ميلاً وهي الطبقة التي تحترق فيها الشهب والنيازك الساقطة من الفضاء الخارجي والمتجهة الى سطح الأرض وهذا هو سبب ارتفاع الحرارة في القسم الأسفل من هذه الطبقة.

### ٤- طبقة الثيرموسفير **Thermosphere**:

ان هواء هذه الطبقة يتميز بارتفاع درجة حرارته التي قد تصل الى نحو 2000 ف° وتزداد الحرارة في هذه الطبقة كلما ارتفعنا داخل نطاق هذه الطبقة الهوائية التي يصعب كثيراً تحديد أطرافها.

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
أ.م.د. احمد بهجت خلف



## عوامل التربة

التربة Soil هي الطبقة المفككة من سطح الأرض التي تنمو عليها النباتات، وتمثل في بضعة أقدام قلائل من سطح القشرة الأرضية تتراوح أشكالها بين الصخور والحبيبات الدقيقة، والتربة هي نظام مركب يتكون من مواد معدنية Mineral material ومواد عضوية Organic matter في مراحل مختلفة من التحلل كما يحتوي على غازات التربة Soil gases وكائنات حية دقيقة Microorganisms وهي في الغالب من الكائنات المحللة.

## أهمية التربة

تقوم التربة بوظيفة تثبيت النباتات في وضع رأسي في الأرض، وذلك لأن الجذور تحترق التربة وتتغلغل فيها في اتجاهات عديدة فتعمل على تثبيت النبات، كما تساعده على مقاومة الرياح التي قد تؤدي إلى اقتلعه من الأرض. كما تلعب التربة دوراً هاماً في نمو النبات، حيث يحصل النبات منها على الماء الذي يستخدمه في عمليتي النتح والبناء الضوئي وعلى الأملاح المعدنية كالكالسيوم والماغنسيوم والنترات والفوسفات التي يحتاجها لتصنيع المركبات العضوية التي يستخدمها النبات في عملياته الحيوية أو يخزنها في أنسجته، كما يحصل النبات من التربة أيضاً على الأكسجين الذي تحتاجه خلايا الجذور في عملية التنفس، وفي التربة تحدث عمليات التحلل عن طريق الكائنات المحللة التي توجد بها وبذلك تتكون المادة العضوية المفككة والمختلطة بالعناصر المعدنية.



## تكوين التربة

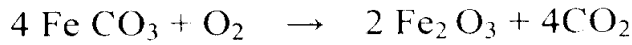
تتكون التربة من حبيبات معدنية ومواد عضوية وماء وهواء، وتمثل الحبيبات المعدنية الهكيل الرئيسي للتربة وتنشأ عن تفتت الصخور بفعل عوامل التعرية، التي تنقسم إلى عوامل فيزيائية وعوامل كيميائية وعوامل أحيائية.

**العوامل الفيزيائية** وهي العوامل التي قامت بتفتيت الصخور على مر العصور إلى حبيبات صغيرة، مثل الرياح، والحرارة، والمياة الجارية كالأمطار والسيول، والثلوج والجاذبية الأرضية والبراكين والزلازل ونحر الأمواج للشواطئ.

**العوامل الكيميائية** وهي عمليات كيميائية تتوافق مع عمليات التعرية الفيزيائية، حيث إن النباتات لا تستطيع النمو في الصخور مهما صغر حجمها بل لا بد أن تتحول الأملاح والمواد الموجودة في هذه الصخور إلى صورة ذوابة لكي يستطيع النبات امتصاصها. ومن عمليات التحات الكيميائي ما يلي:-

١- التميؤ Hydration وهو اتحاد الماء بحبيبات التربة المعدنية، ومن أمثلتها تميؤ أكاسيد الحديد والألومنيوم والسيليكا.

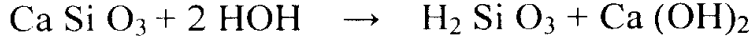
٢- التأكسد Oxidation وهو إضافة الأوكسجين إلى بعض الأملاح لتكوين أملاح أخرى ومن أمثلة ذلك تأكسد كربونات الحديدوز إلى أكسيد الحديدك وانطلاق اثني أكسيد الكربون.



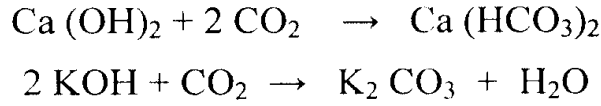
٣- الاختزال Reduction وهو نقص نسبة الاكسجين وخصوصاً في الطبقات العميقة من التربة مثل اختزال مركبات الحديدك إلى مركبات الحديدوز:



٤- التحلل المائي Hydrolysis وهو تحلل الماء واتحاده مع الأملاح، مثال ذلك تكوين حمض السلسليك من سليكات الكالسيوم.



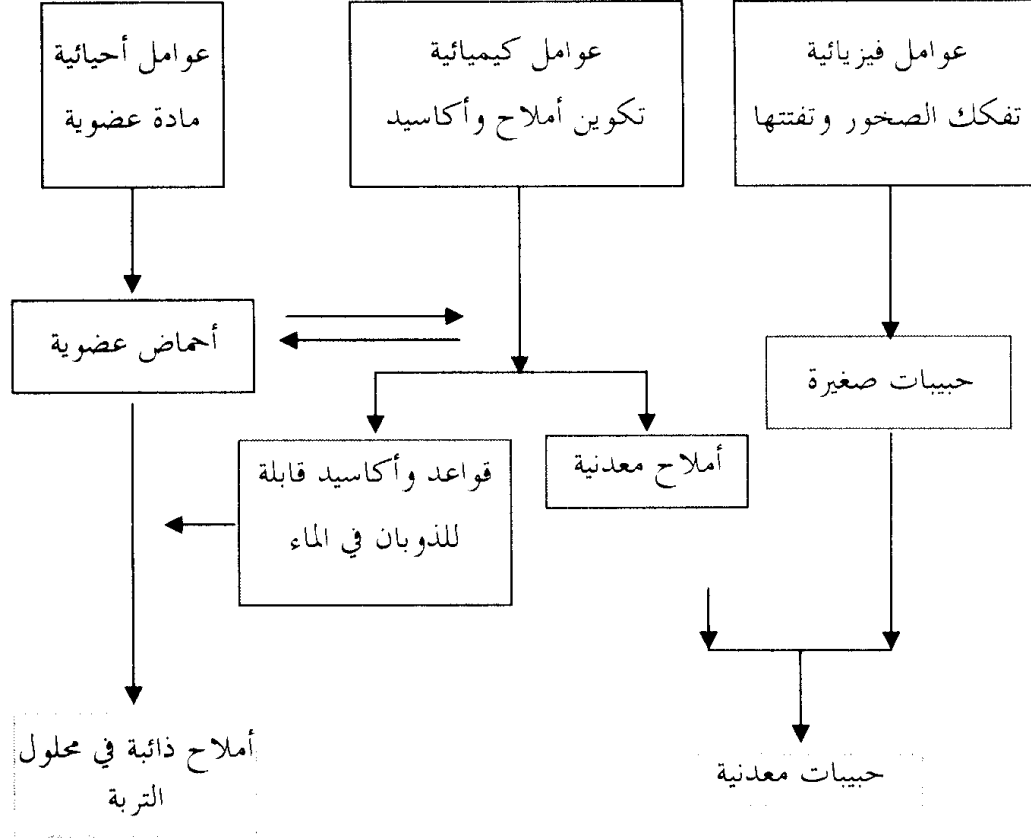
٥- التكرين أو التفحم Carbonation وهو عبارة عن اتحاد ثاني أكسيد الكربون مع الأملاح القاعدية بالتربة لتكوين بيكربونات هذه الأملاح و كربوناتها، مثال ذلك تكوين بيكربونات الكالسيوم و كربونات البوتاسيوم.



العوامل الأحيائية مثل جذور النباتات التي تعمل على تفكيك التربة بطريقة ميكانيكية، والحيوانات الثاقبة والحفارة والديدان الأرضية، كما تؤدي الكائنات الحية الدقيقة دوراً هاماً في تكوين المواد العضوية بالتربة.

### تكوين المواد العضوية

تمثل أجزاء النباتات وأوراقها المتساقطة على التربة مصدراً لمواد عضوية Organic matter كثيرة تختلط بحبيبات التربة فتحدث بها تغيرات جوهرية، فهي تحوي طاقة مختزنة تجعلها صالحة لنمو كثير من الكائنات الدقيقة التي تزيد من خصوبة التربة بتثبيتها النيتروجين الجوي وإضافة مواد عضوية جديدة إلى التربة. والمواد العضوية المتخلفة عن النباتات تتحول بفعل الكائنات الدقيقة إلى مادة متحللة سوداء اللون تسمى الدبال Humus وتختلف نسبتها في التربة من أقل من ١% إلى ١٥%. ويوضح شكل ٣-٦ دور العوامل الفيزيائية والكيميائية والأحيائية في تكوين التربة.



شكل ٣-٦: رسم تخطيطي لدور العوامل الفيزيائية والكيميائية والأحيائية في تكوين الحبيبات المعدنية والأملاح والمواد العضوية في التربة.

## ماء التربة

لماء التربة Soil water ثلاث مصادر رئيسية هي الأمطار وذوبان الثلوج والندي، وعندما تمتص التربة الماء يصبح متاحاً لجذور النباتات التي تمتصه وتطلقه على صورة بخار في عملية النتح، كما يتبخر الماء أيضاً من البحار والمحيطات والأهوار ويتساقط بخار الماء على هيئة مطر بفعل الرياح، أنظر دورة الماء في الطبيعة (الباب الثاني).

## منشأ التربة

يوجد نوعان من التربة يختلفان من حيث المصدر Soil origin هما

التربة الثابتة والتربة المنقولة:-

أ- التربة الثابتة Residual soil وتنشأ مادتها الأصلية من تفتت الصخور في نفس المكان الذي تبني فيه التربة.

ب- التربة المنقولة Transported soil وتنشأ من تفكك وتفتت الصخور في مكان بعيد عن المكان الذي تتكون به التربة، وتنقل هذه التربة إلى المكان

الذي ترسب به محمولة بعدة وسائل مختلفة هي:-

١- الجاذبية Gravity ويطلق على التربة طميية Colluvial.

٢- المياه الجارية Running water ويطلق على التربة غرينية Alluvial.

٣- الأنهار الجليدية Glaciers ويطلق على التربة جليدية Glacial.

٤- الرياح Winds ويطلق ويطلق على التربة ريحية (هوائية) Eolian.

## مقطع التربة

المقصود بمقطع التربة (قطاع التربة) Soil profile التكوين الرأسى للتربة من

أعلى إلى أسفل. وفي هذا القطاع (شكل ٣-٧) يمكن تمييز ثلاث طبقات أو

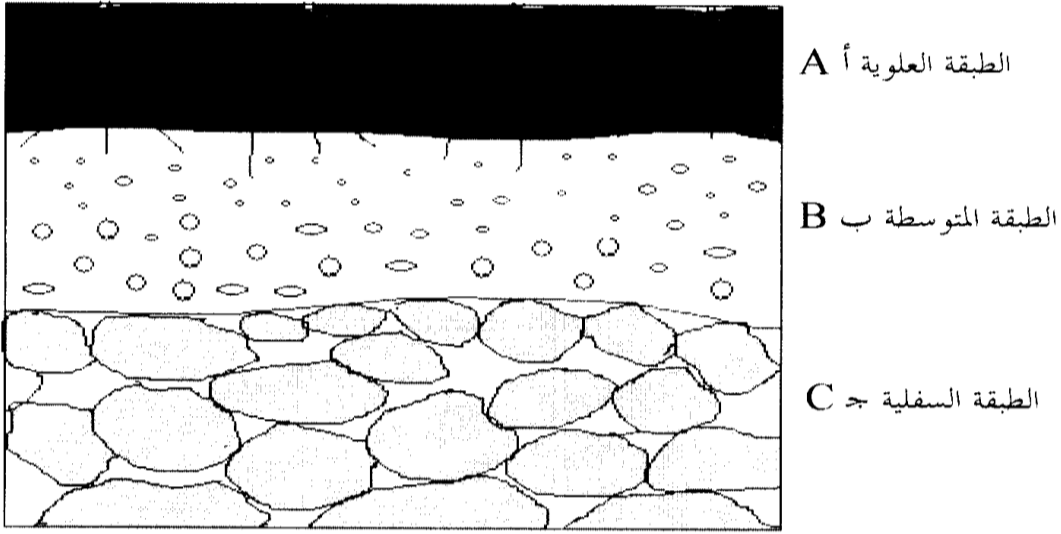
مستويات رئيسية هي:-

أ- الطبقة العلوية وتعرف بالمستوى أ (A) وبها معظم الجذور والمادة العضوية

التي ترسب على هيئة ركام Litter وعندما تتحلل وتختلط مع حبيبات

التربة تشارك في تكوين الدبال.

ب- الطبقة المتوسطة، وتعرف بالمستوى ب (B) وترسب بها المواد التي ترشح من المستوى أ وتتكون هذه الطبقة أساساً من المواد المعدنية التي تفتت من الصخور بفعل العوامل الفيزيائية لتكوين التربة.  
ج- الطبقة السفلية وتعرف بالمستوى ج (C) وهي طبقة الأصل أو الصخور التي لم تتحلل بعد، وتسمى الصخرة الأم Parent rock.



شكل ٣-٧: رسم تخطيطي لقطاع طولي في طبقات التربة.

### قوام التربة

المقصود بقوام التربة Soil texture نعومة الحبيبات المعدنية التي تتكون منها أو خشونتها وحجمها وترتيبها مع بعضها البعض، وتنقسم هذه الحبيبات حسب حجمها إلى أربع فئات حسب قطر حبيبات كل منها كما في الجدول رقم ٣-٢.

جدول ٣-٢: أحجام الحبيبات في التربة.

حبيبات التربة	قطر الحبيبة
حصى Gravel	أكثر من ٢ مم
رمل خشن Coarse sand	٢-٠,٢٥ مم
رمل ناعم Fine sand	٠,٢٥-٠,٠٥ مم
طمي Silt	٠,٢٥-٠,٠٠٢ مم
طين Clay	٠,٠٠٢ مم

وتنقسم الأراضي إلى خمسة أقسام مختلفة تبعاً لقوام التربة أي نسب

مكوناتها من من الرمل والطمي والطين هي الأقسام التالية:-

١- التربة الرملية Sand soil وتحتوي على ٨٠% من وزنها أو أكثر من الرمل

و ٢٠% أو أقل من الطمي والطين. وهي ذات قدرة ضعيفة على الاحتفاظ

بالماء، وكمية المواد الغذائية بها قليلة، لكنها ذات تهوية جيدة.

٢- التربة الطمي رملية Sandy loamy soil وتتكون من ٤٥% طمياً و ٣٥%

رملاً و ٢٠% طيناً.

٣- التربة الطمي طينية Clay loamy soil وتتكون من ٦٠% طمياً و ٢٠%

طيناً و ٢٠% رملاً.

٣- التربة الطينية Clay soil وتحتوي على أكثر من ٣٥% طيناً، وهي ذات

قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء، وكمية الغذاء بها كثيرة، ولكنها فقيرة

الصرف رديئة التهوية.

٥- التربة الصفراء Loamy soil وتتكون من نسب متساوية من الطمي والرمل والطين، وهي أفضل أنواع التربة من حيث السعة المائية والتهوية وكمية الغذاء الموجودة بها، وهي أكثر أنواع التربة ملائمة لنمو النباتات.

### السعة المائية للتربة

السعة المائية Water holding capacity للتربة هي مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وتتأثر هذه الخاصية بحجم الحبيبات التي تتكون منها التربة، فالحبيبات الصغيرة يكون سطحها كبيراً وتكون ذات قدرة أكبر من الحبيبات الكبيرة على الاحتفاظ بالماء؛ حيث يتجمع الماء في صورة أغشية على أسطح الحبيبات الصغيرة كما يحمل في الزوايا التي توجد بين الحبيبات. أما في حالة الحبيبات الكبيرة فإن الماء يتسرب بسرعة من المساحات التي بين الحبيبات. وذلك يفسر احتفاظ التربة الطينية بالماء أكثر من التربة الرملية. إلا أن التربة الرملية ذات مقدرة أكبر على نفاذية الماء نظراً لاتساع الثقوب بين الحبيبات، ولذلك فإنها تتشرب ماء المطر الذي ينفذ إلى الطبقات الدنيا من التربة، في حين يمر الماء بصعوبة خلال التربة الطينية لضيق الثقوب بين الحبيبات. ولذلك فإن كمية من المطر تضيع بالانسياب السطحي.

### بعض المصطلحات الخاصة بماء التربة

#### المحتوى المائي للتربة

المحتوى المائي Water content للتربة هو كمية الماء الذي تحتوي عليه التربة، ويشمل الماء المسوك على سطوح الحبيبات وفي الفراغات بين الحبيبات والمتشرب بواسطة الحبيبات الفردية بالتربة أربعة أقسام هي:-

أ- ماء الجاذبية الأرضية Gravitational water وهو الماء الذي يشغل الفراغات الواسعة غير الشعرية وينفذ إلى أسفل بتأثير الجاذبية الأرضية، وعقب الري أو سقوط المطر تصبح التربة مشبعة بالماء الذي يملأ الفراغات الشعرية وغير الشعرية معاً، ثم لا يلبث الماء الذي يشغل الفراغات غير الشعرية أن ينفذ إلى أسفل تاركاً هذه الفراغات التي يدخلها الهواء، وإذا صادف هذا الماء طبقة صخرية قريبة من سطح التربة يتجمع فوقها فيما يسمى الماء الأرضي الحر Free water table ويكون قريباً من سطح الأرض ومن ثم تصبح تهوية التربة رديئة. إلا أن يكون مستوى الماء الأرضي الحر غالباً ما يكون عميقاً، ولذلك فإن النبات لا يستطيع الاستفادة من ماء الجاذبية الأرضية.

ب- الماء الشعري Capillary water وهو الماء الموجود محصوراً في الزوايا بين الحبيبات أو تمتلئ به الثقوب الشعرية الضيقة بعد رشح ماء الجاذبية الأرضية من التربة بعد الري أو سقوط المطر، وتختلف كمية الماء الشعري الذي تحمله التربة تبعاً لقوامها فهذه الكمية تكون أكبر في الأراضي الطينية الثقيلة ذات الحبيبات الطينية عن الأراضي الرملية ذات الحبيبات الخشنة.

ج- الماء الهيجروسكوبي Hygroscopic water وهو الماء الذي تحتجزه التربة عندما تجف في الهواء، ويوجد هذا الماء على صورة أغشية رقيقة على سطح الحبيبات، ولذلك يكون ممسوكاً بقوة كبيرة ويستعصي على النبات امتصاصه، ونسبة الماء الهيجروسكوبي تكون أكبر في التربة الطينية عنها في التربة الرملية، كما أنها تتغير في حدود ضيقة مع تغيرات درجة الحرارة والرطوبة، فتكون أكبر في الجو الرطب البارد وتنقص كلما ارتفعت درجة الحرارة وانخفضت الرطوبة.



د- الماء المتحد (المرتبط) Combined water وهو الماء المرتبط مع المواد المكونة للتربة من أكاسيد السيليكون والألومنيوم والحديد، وهذا الماء لا يمكن فصله عن هذه المركبات حتى درجة حرارة ١٠٠°م.

ه- السعة المائية القصوى للتربة (سعة التشبع Saturation capacity) هي كمية الماء الموجود في التربة عندما تصل إلى حد التشبع التام بالماء.

و- السعة الحقلية Field capacity هي كمية الماء المتبقي من ماء التربة بعد رشح ماء الجاذبية الأرضية، وحتى تصير حركة الماء الشعري بطيئة، وعند هذه الحالة يصبح ماء التربة مناسباً لنمو النبات نمواً جيداً، وتبلغ الأراضي الزراعية سعتها الحقلية بعد الري أو سقوط الأمطار بفترة يختلف طولها حسب قوام التربة. فالأراضي الرملية تصل إلى سعتها الحقلية بعد بضع ساعات من الري أو سقوط المطر، في حين تستغرق التربة الطينية بضعة أيام بعد الري لكي يصل محتواها المائي إلى السعة الحقلية.

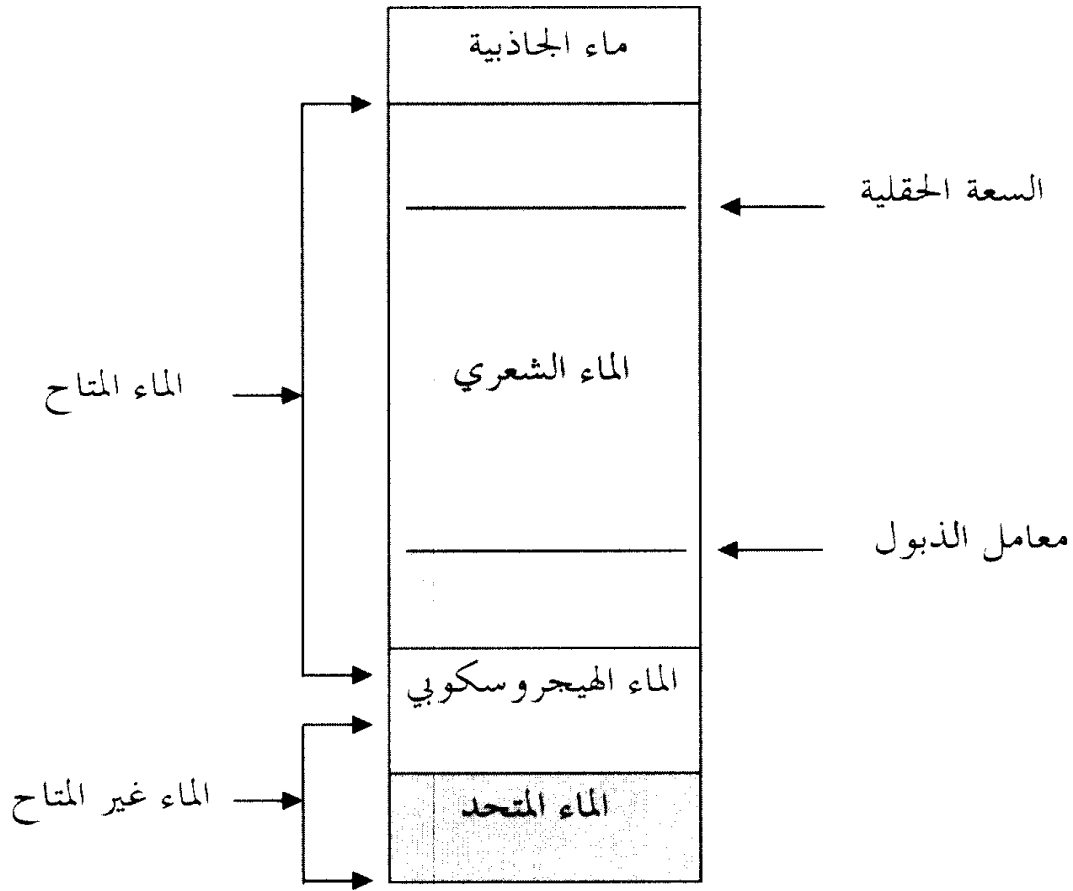
ز- معامل الذبول Wilting coefficient هو الحد من المحتوى المائي للتربة الذي تذبل النباتات عنده ذبولاً مستديماً Permanent wilting ولكن يمكنها النمو بحالة جيدة عند إضافة الماء إليها. ومعامل الذبول يمثل الحد الأدنى من ماء التربة اللازم لنمو النبات وليس الحد الأدنى من الماء الذي يستطيع النبات امتصاصه؛ لأن النبات يستطيع الاستمرار في امتصاص الماء من التربة إذا قلت كميته عن معامل الذبول وحتى يصل إلى الماء الهيجروسكوبي الذي تحتفظ به التربة الجافة في الهواء. ويوضح شكل ٣-٩ العلاقة بين المحتوى المائي للتربة والسعة الحقلية ومعامل الذبول. وقد وجد برجز Briggs أن هناك علاقة

تربط معامل الذبول بالماء الهيجروسكوبي للتربة، وكذلك بين السعة الحقلية

ومعامل الذبول تتضح من المعادلتين الآتيتين:-

١- معامل الماء الهيجروسكوبي =  $68\%$  من معامل الذبول.

٢- السعة الحقلية =  $1,84\%$  من معامل الذبول.



شكل ٣-٩: رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين المحتوى المائي للتربة والسعة الحقلية ومعامل الذبول والماء المتاح وغير المتاح.

## الأهمية البيولوجية للماء

تتضح الأهمية البيولوجية للماء من دوره الرئيسي في العمليات الحيوية الضرورية لحياة النبات، فهو أولاً يذيب المركبات الكيميائية الموجودة في التربة مكونة بذلك ما يسمى بمحلول التربة الذي يدخل إلى أنسجة النباتات ناقلاً إليها العناصر الغذائية اللازمة لبقائها ونموها، والماء داخل النبات يعمل أيضاً على تسهيل عمليتي الإذابة والتأين للأملاح الموجودة مسهلاً بذلك حدوث التفاعلات الكيميائية المعقدة التي تجري داخل أنسجة النبات وخلاياه، والماء كذلك من المواد الأساسية لحدوث عملية البناء الضوئي Photosynthesis كما أن وجود الماء في أنسجة النبات يعمل كملطف ومنظم لدرجة الحرارة داخل الأنسجة؛ إذ للماء المقدرة على امتصاص القدر الكبير من الحرارة دون ارتفاع كبير في درجة حرارته، ومن ثم تبقى العمليات البيولوجية داخل الأنسجة مستمرة دون أن تتأثر كثيراً بارتفاع درجة حرارة الجو. يعمل الماء أيضاً على بقاء خلايا النبات في حالة امتلاء، وهي الحالة التي بدونها لا تستطيع الخلايا القيام بوظائفها الحيوية.

والماء داخل التربة متصل مع الماء داخل الأنسجة النباتية في حركة مستمرة إلى أعلى نتيجة لفقد الماء من النبات في عمليات النتح، ومما يجدر ذكره أن الماء الذي يدخل النبات يفقد معظمه خلال عملية النتح، أما ما يدخل فعلاً في العم ومن الناحية البيئية فإننا نهتم فقط بدخول الماء وخروجه من النباتات؛ إذ إن هذه العمليات ترتبط بالظروف البيئية التي يعيش فيها النبات. ومن جهة النظر البيئية سوف نتعرض للماء من حيث مصادره وأثره على الكساء الخضري.

## تقسيم النباتات علي أساس حاجتها للماء

حيث أن الماء هو الوسط الذي تتم به جميع التفاعلات داخل الكائنات الحية ولا تقوم حياة بدونه، فإن النباتات تنقسم علي أساس العلاقات المائية Water relationships إلى نباتات وسطية Mesophytes تنمو في بيئة يتوفر بها الماء بقدر معقول، ونباتات جفافية Xerophytes تنمو في بيئة جافة بما قدر ضئيل من الماء، ونباتات مائية Hydrophytes تنمو في وسط بيئي رطب به قدر وفير من الماء، وقد تنمو النباتات في بيئة بما قدر من الملوحة فتسمى نباتات ملحية Halophytes.

ومن المعلوم أن النباتات الجفافية قد تأقلمت علي النمو في وسط بيئي جاف بحيث أصبحت قادرة علي الحفاظ علي توازن مائي مناسب لها، ولكل مجموعة من هذه النباتات طريقتها الخاصة للتكيف مع الوسط الذي تعيش فيه، فبعض النباتات الصحراوية شجيرات معمرة Perennials تتميز بأوراقها الصغيرة لتقليل الفقد المائي. ومجموعة أخرى من النباتات الصحراوية تسمى النباتات العصارية Succulents وهي تتميز بأنسجة لحمية يخزن الماء بها لكي تستخدمه في أوقات الجفاف الشديد، أما الحوليات الصحراوية Desert ephemerals فهي نباتات حولية Annuals تشبه مثيلاتها التي تعيش في المناطق المعتدلة ولكنها ذات دورة حياة قصيرة؛ فبذورها تنبت مع سقوط المطر ثم سرعان ما تنمو وتزهو وتعطي ثمارها ثم تموت، وترقد البذور الجديدة في التربة إلى أن تسقط كمية كافية من المطر فتبدأ الإنبات وتسر بدورة حياتها القصيرة مرة أخرى، وإذا زرعت النباتات الصحراوية مع نباتات وسطية في بيئة جافة فإن النبات الوسطي سوف يذبل ويموت لأنه لا يستطيع نقل الماء بنفس معدل فقدته له فتتوقف عملية البناء الضوئي به، في حين يستمر النبات الصحراوي في النمو دون أن يذبل؛ لأن به آليات للحفاظ علي الميزان المائي، والماء لا يسبب

مشكلة للنباتات المائية ولكن كمية ثاني أكسيد الكربون والأكسجين تكون هي العامل الحرج حيث أن تركيز هذين الغازين يكون أقل في الماء عنه في الهواء.

## مصادر الماء للنباتات

تحصل النباتات على حاجتها من الماء عن طريق المطر والندى ومختلف أنواع التكثف الأخرى، وذلك في جميع البيئات عدا تلك التي تعتمد على الري من مورد مائي مستديم كالأنهار والآبار والعيون والبحيرات.

## أ- المطر

يعتبر توزيع المطر Rainfall على مدار العام أهم العوامل التي تحدد الصفات العامة والمظاهر الموسمية للكساء الخضري، ولعل الماء ودرجة الحرارة هما أهم عاملين مؤثرين في تكوين كساء خضري في أية منطقة من العالم، وتختلف كمية المطر اختلافاً شديداً في المناطق المختلفة من العالم، فالمطر نادر السقوط في الصحاري القاحلة غزير في المناطق الاستوائية والمناطق الباردة. ويعتبر توزيع المطر ومواعيد سقوطه على مدار العام سمة هامة من سمات المناخ في المناطق المختلفة من العالم. ويحدد المطر كثيراً من المظاهر والخصائص الخاصة بالكساء الخضري في المناطق المختلفة من العالم ومن أمثلة ذلك ما يلي:-

١- في حوض البحر الأبيض المتوسط يتسبب المطر في ظهور الكساء الخضري بمظهرين مختلفين أثناء العام؛ ففي الشتاء وخلال الربيع - وهذه فترة سقوط الأمطار في تلك المنطقة - تزداد التغطية النباتية كثيراً خلال فصل الربيع بسبب وفرة الماء واعتدال درجة الحرارة وتكثر النباتات الحولية Annuals والموسمية Ephemerals، أما في الصيف - وهو فصل الجفاف حيث تقل

- الأمطار أو تنعدم - فتنقص التغطية النباتية ويصبح الكساء الخضري غير متصل أي تظهر النباتات متباعدةً تفصلها مسافات واسعة.
- ٢- في أفريقيا وآسيا تقل الأمطار كلما بعدنا عن الساحل واقتربنا من الهضبة الصحراوية العظمى، ولذلك فإن الجفاف يزداد شدة خلال فصل الصيف كما تقل الأمطار الساقطة في الصحراء عن طريق التبخر.
- ٣- في المناطق الجبلية والتي تعترض فيها الجبال طريق الرياح المحملة بالأمطار يكون الجانب المواجه للرياح عرضة لأمطار أغزر مما يتعرض له الجانب البعيد عن الرياح، ولذلك فإن الكساء الخضري يختلف على سطوح الجبال، فتجد سطوح الجبال المعرضة للرياح المطيرة تكسوها النباتات في حين أن السطوح غير المعرضة للرياح ذات كساء خضري بسيط.
- ٤- يزداد المحتوى المائي للتربة بزيادة سقوط الأمطار كما تزداد شدة التبخر خلال الفترة التي تعقب موسم سقوط الأمطار، ويؤدي التوزيع الموسمي للمطر دوراً كبيراً في المحتوى المائي للتربة ويعتمد ذلك على مقدار المطر الكلي ونوع التربة ونوع الكساء الخضري ودرجة انحدار التربة، وهذه العوامل تحدد أيضاً كمية المطر الذي يفقد بالإنسياب السطحي.
- ٥- يعتبر المطر من العوامل المحددة Limiting factors للكساء الخضري، فزيادة كمية المطر في أحد المواسم تسبب في ازدهار الكساء الخضري، في حين يكون الكساء الخضري فقيراً خلال السنوات التي يسقط فيها مطر قليل.

## فاعلية المطر

تستمد الأراضي - في معظم الأحيان - رطوبتها من المطر، ولكن الأنواع المختلفة من الأمطار ليست ذات تأثيرات متساوية في رفع المحتوى المائي للتربة، فإذا كان المطر مستمراً وقليلاً فإن التربة يكون أمامها الفرصة لأن تمتص أكبر قدر ممكن منه، وتكون نسبة ما يفقد عن طريق الإنسياب السطحي أقل ما يمكن، وبالمقابل كلما زادت كمية المطر كانت أمامه الفرصة لأن يتغلغل في باطن التربة بعيداً عن سطح التربة المعرض للجفاف السريع، وهذا يعني في مجمله أن المطر المستمر بسطاء على منطقة ما تكون له فاعلية كبرى في مد النباتات بقدر كبير وفعال من الرطوبة الأرضية. وتتوقف فاعلية المطر على العوامل التالية:-

- ١- توزيع المطر على مدار السنة، فإذا فرضنا أن منطقة ما يسقط عليها سنوياً كمية من المطر يساوي ١٥٠مم، فإننا نجد كمية الغطاء النباتي وصور حياته والأنواع الداخلة في تركيبه تختلف باختلاف توزيع المطر على مدار السنة.
- ٢- نوع التربة والغطاء النباتي والعوامل الجوية المحيطة، فالتربة الرملية يتسرب خلالها المطر ليصل إلى أعماق قد تكون في الغالب بعيدة عن جذور النباتات فلا تستفيد منها، أما التربة الصلدة فلا تنفذ خلال مسامها المياه بل تنساب عليها إلى لهر أو بحر أو منخفض، وبالتالي لا تكون هناك فرصة لماء المطر أن يصل إلى مناطق الجذور، ومن ثم فإن التربة المتوسطة القوام تكون أكثر استفادة من كمية ماء المطر أكثر من أي أنواع التربة الأخرى.
- ٣- درجة انحدار سطح الأرض، فكمية المطر التي تسقط على سفوح الجبال تنحدر من فوقها للتجمع في باطن الوديان، الأمر الذي يجعل أراضي هذه المنخفضات تستقبل أضعاف ما تسجله محطات الأرصاد من بيانات عن

معدل سقوط الأمطار وبالتالي تكون فاعلية الأمطار كبيرة في الوديان  
وضعيفة في المنحدرات.

٤- يؤثر الكساء الخضري أيضاً على فاعلية المطر فالأشجار والحزازيات قد تمتص  
كميات المطر التي تنزل على منطقة ما ولا تسمح له بالتسرب داخل باطن  
التربة فلا تستفيد منها النباتات ذات الجذور العميقة. وعلى العكس من  
ذلك تعمل الأشجار ذات الأغصان والأوراق الكثيرة على احتجاز كميات  
كبيرة من ماء المطر فلا تصل إلى الأرض لاستفيد منها النباتات العشبية  
والحوليات، كما أن بعض النباتات مثل الذرة لها أوراق طويلة مزاوية  
الشكل تعمل كقنوات لجمع الماء لتلقي به في منطقة محدودة حول الساق،  
بل أن الصفات التشريحية والفسبولوجية للنباتات أيضاً تؤثر على فاعلية  
المطر؛ فإذا كانت النباتات لها القدرة على الإقلال من التسرب كان ذلك كفيلاً  
بالمحافظة على ماء التربة وبالتالي زيادة فاعليته.

٥- العوامل المناخية السائدة في الموقع مثل سرعة الرياح ودرجة الحرارة وكمية  
بخار الماء في الجو ومقدار النقص في درجة التشبع كلها عوامل لها تأثير  
عظيم على فاعلية المطر.

### تقدير فاعلية المطر

يمكن تقدير فاعلية المطر بقياس مدى تعمق ماء المطر في التربة ومدى بقائه  
في حالة تسمح بأن تستفيد منه البذور في إنباتها والنباتات في نموها، وتختلف فاعلية  
المطر من نبات إلى آخر تبعاً للنوع والجنس طالما كانت الظروف المناخية الأخرى  
ثابتة، وإن كانت هذه الطريقة المباشرة تعتبر الطريقة المثلى إلا أن فاعلية المطر يمكن



تقديرها بعلاقات حسابية، وذلك يربط كمية ما يسقط من المطر بالعوامل الجوية الأخرى السائدة في المكان ويمكن التعبير عن فاعلية المطر بالمعادلات الآتية:-

$$\text{فاعلية المطر} = \frac{\text{كمية المطر بالمليتر}}{\text{كمية البخر بالمليتر}}$$

كما أن هناك علاقة قديمة تعبر عن فاعلية المطر هي:-

$$\text{فاعلية المطر} = \frac{\text{كمية المطر بالمليتر}}{\text{درجة الحرارة}}$$

ولتجنب الحصول على نتائج سالبة قام دي مارتون De Martonne

بإدخال بعض التعديلات على هذه المعادلة فوضع المعادلة الآتية:-

$$\text{فاعلية المطر} = \frac{\text{كمية المطر بالمليتر}}{\text{درجة الحرارة} + 10^\circ \text{م}}$$

ولكن مثل هذه المعادلة تستخدم فيها المتوسطات السنوية وهي عديمة القيمة

من الناحية البيئية، ومن ثم فقد وضعت المعادلة الآتية لتقدير فاعلية المطر الشهرية:-

$$\text{فاعلية المطر الشهرية} = \frac{\text{كمية المطر} \times 12}{\text{درجة الحرارة} + 10^\circ \text{م}}$$

وقد عبر ماير Mayer عن فاعلية المطر بوضع علاقة تربط كمية المطر

بالعجز في درجة التشبع كما يلي:-

$$\text{فاعلية المطر} = \frac{\text{كمية المطر بالمليتر}}{\text{العجز في درجة التشبع}}$$

وتعود كفاية هذه العلاقة في أن قوة التبخر تتناسب طردياً مع العجز في ضغط بخار الماء في الجو (أي مع العجز في درجة التشبع) أكثر مما تتناسب مع أي من الرطوبة النسبية أو درجة حرارة الجو، وفي عام ١٩٥٥م قام العالم الفرنسي إمبرجر Emberger بمحاولة ربط كمية المطر بمتوسط درجة الحرارة العظمى لأشد الشهور حرارة ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لأقل الشهور حرارة ووضع العلاقة في معادلة سماها معامل الجفافية Q.

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

حيث P الضغط الجوي و M هي متوسط درجة الحرارة العظمى لأشد الشهور حرارة و m هي متوسط درجة الحرارة الصغرى لأقل الشهور حرارة.

وتجدر الإشارة أنه كلما صغرت قيمة Q كانت جفافية الموقع شديدة، أما ارتفاع قيمة Q فتعبر عن زيادة فاعلية المطر، وإذا طبقنا هذه المعادلة على جمهورية مصر العربية نجد أن Q لمدينة الإسكندرية هي ٢٠ وللقاهرة ٢ فقط، ومن ثم يبدو واضحاً أن المناطق الصحراوية المجاورة للقاهرة شديدة الجفاف إذا ما قورنت بالمناطق الساحلية، ولاشك أن كمية المطر هي عامل أساسي في الاختلاف الكبير في طبيعة الكساء الخضري بين المناطق حول القاهرة والإسكندرية.

## ب- الندى

يعتبر الندى Dew مورداً مائياً هاماً بالنسبة لبعض النباتات وخصوصاً الحزازيات والأشن الجفافية وبعض النباتات العشبية الصغيرة، ويفسر ذلك ظهور نباتات حولية وموسمية في أماكن لم يسقط بها أمطار في المناطق الصحراوية وهذه

جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية  
د.احمد بهجت خلف

النباتات تعتمد على الندى كمورد مائي أساسي لها، وتستطيع النباتات الوعائية امتصاص بعض الندى المتكاثف عليها ويتسرب بعض الندى إلى التربة فتمتصه جذور النباتات ويتطاير جزء من الندى على هيئة بخار مع ارتفاع درجة الحرارة أثناء النهار، والعاملان اللذان يسببان تكاثف الندى هما ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجة الحرارة.

ويوجد نوعان من الندى:-

### ١- الندى الخارجي

الندى الخارجي External dew هو الندى الذي يتكثف على سطح الأرض وأوراق النباتات نتيجة ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجة الحرارة أثناء الساعات الأخيرة من الليل.

### ٢- الندى الداخلي

الندى الداخلي Internal dew هو ندى يتكاثف تحت سطح الأرض تحت تأثير الاختلافات في درجة الحرارة بين طبقات التربة، فبخار الماء ينتقل في التربة من الطبقات الدافئة إلى الطبقات الباردة فيتكاثف في الطبقة السطحية ويعمل على زيادة المحتوى المائي لهذه التربة ولكن سرعان ما يتبخر هذا الماء بعد سطوع الشمس.

يتكون الندى عندما يتكاثف بخار الماء الموجود في الطبقة السطحية السفلى من الغلاف الجوي على شكل قطرات ماء صغيرة تترسب على أوراق النباتات والأشجار وعلى أسطح المنازل وغيرها من معالم سطح الأرض. يتكون الندى في ساعات الصباح الباكر لكنه سرعان ما يتبخر بعد أن تشرق الشمس وأفضل الليالي ملائمة لتكوينه هي الليالي الطويلة ذات السماء الصافية والرياح الهادئة ويساعد طول الليل وصفاء السماء على برودة سطح الأرض واستقرار الهواء وتكون انعكاس حراري سطحي وعندما يصل الهواء إلى نقطة الندى فإن بخار الماء الموجود فيه الأسطح المعدنية والزجاجية. يلعب الندى دوراً مهماً في نجاح الزراعة في المناطق شبه الجافة إذ إن ترسبه في ساعات الصباح الباكر على أوراق النباتات يعيق بدء عملية النتح ويلطف درجة حرارة تلك الأوراق ويخفض معدل النتح منها، إذ يعد الندى مصدراً مباشراً للمياه التي تحتاجها النباتات.

### التكاثف

يتم التمييز عادة بين نوعين رئيسيين من التكاثف هما: التكاثف السطحي والتكاثف العلوي، فالتكاثف السطحي هو تكاثف بخار الماء على سطح الأرض نفسه أو في طبقة الهواء الملاصقة له أو

القريبة منه وأهم مظاهر هذا النوع من التكاثف هي الضباب والندى والصقيع. أما التكاثف العلوي فيقصد به تكاثف بخار الماء في طبقات الجو العليا على شكل غيوم.

#### ١- نويات التكاثف

ان بخار الماء لا يتكاثف بسهولة في الهواء النقي الخالي من الشوائب وان الرطوبة النسبية لذلك الهواء قد تصل الى ٤٠٠% قبل أن يبدأ بخار الماء الموجود فيه بالتكاثف الا ان ذلك لا يحدث في الغلاف الجوي أبداً وانما جرب ذلك في النتائج المختبرية. بل ان التكاثف يمكن أن يبدأ قبل أن يصل الهواء الى درجة الاشباع ولعل السبب الرئيس في ذلك هو أن الغلاف الجوي مليء بالشوائب التي تقوم بدور نويات دقيقة يتكاثف حولها بخار الماء.

#### ٢- نويات التكاثف المتميعة

كان يعتقد أن ذرات الغبار والرمال تشكل الغالبية العظمى من نويات التكاثف وأنها المسؤولة عن تكاثف بخار الماء في الغلاف الجوي الا أنه قد ثبت حديثاً أن ذرات الغبار والرمال ليست فعالة في الاسراع بعملية التكاثف مثل نويات من نوع آخر تعرف بالنويات المتميعة (Hygroscopic nuclei) اذ يتكون هذا النوع من النويات من مجموعة من الأملاح والحوامض التي تذوب في الجو الرطب وتكون محلولاً ذائباً يتكاثف عليه بخار الماء بسرعة كبيرة حتى قبل أن يصل الهواء الى درجة التشبع. وتشكل الأملاح ولا سيما ملح الطعام الذي يدخل الى الغلاف الجوي عند انفجار فقاعات المياه في أمواج البحار والمحيطات (المصدر الرئيس لتلك النويات خاصة في المناطق البحرية) أما في المناطق الصناعية والمناطق الحضرية المأهولة بالسكان فيدخل في تكوين النويات المتميعة اضافة الى الأملاح بعض الغازات والأحماض الأخرى التي تذوب بسهولة في الجو الرطب مكونة نويات متميعة مثل الكبريتات (Sulfate) وحمض الكبريتيك والأمونيا (Ammonia) وغيرها.

تكمن أهمية النويات المتميعة أن التكاثف يبدأ عليها قبل أن يصل الهواء الى درجة التشبع والسبب هو أن الضغط الاشباعي لبخار الماء حولها أقل منه حول قطرات الماء العادية ولهذا فان قطيرات الماء الصغيرة الموجودة في السحب تتبخر عن نويات التكاثف العادية وتتكاثف عليها ولقد ثبت أن التكاثف يمكن أن يبدأ حول نويات من كلوريد الصوديوم عندما تصل الرطوبة النسبية الى ٧١% , كما أنها تساعد على بقاء قطرات الماء - المتكاثفة حولها ولا سيما الموجودة منها في طبقات الجو العليا- سائلة رغم انخفاض درجة الحرارة دون درجة التجمد والسبب في هذا يعود الى ان درجة تجمد السائل المائع الذي ينتج عن ذوبان تلك الأملاح والأحماض في الهواء الرطب أقل من درجة التجمد العادية للماء ولهذا فقد تمت ملاحظة بعض قطرات الماء في حالة السيولة رغم وجودها في هواء تقل درجة حرارته عن -٢٥ م°.

تختلف نويات التكاثف من حيث حجمها فبعضها صغير لا يزيد نصف قطره على ٠.٠٠١ مايكرون وهذا النوع من النويات قليل الفاعلية الا أن الأغلبية الساحقة من نويات التكاثف يزيد قطر الواحدة منها على ١ مايكرون بل يصل نصف قطر بعضها الى ١٠ مايكرون ويعرف هذا النوع بالنويات العملاقة وهي أكثر نويات التكاثف فاعلية.

نستخلص مما سبق أن سهولة تكاثف بخار الماء في الغلاف الجوي تتوقف على عدد من العوامل

أهمها:

- ١- رطوبة الهواء.
- ٢- طبيعة نويات التكاثف.
- ٣- نسبة النويات في الجو.

٤- حجم النويات.

#### الصقيع (Frost)

يعد الصقيع من الظواهر الجوية الحادة والتي تلحق بالنباتات في المناطق المعتدلة والباردة خسائر كبيرة ولا يقتصر أثره على المزروعات فحسب بل يمتد الى المواصلات واستهلاك الكهرباء والتدفئة ويسبب الكثير من الحوادث. يقترن ظهور الصقيع في ذهن كثير من الناس بتكون بلورات شفافة من الجليد على سطح الأرض ويعرف هذا النوع من الصقيع بالصقيع الأبيض (White frost) الا ان حدوث الصقيع لا يشترط بالضرورة تكون الجليد بل يحدث كلما انخفضت درجة الحرارة عن الصفر المنوي سواءً رافق ذلك تكون البلورات الجليدية أم لا ويعرف الصقيع الذي لا يرافقه تكون البلورات الجليدية بالصقيع الجاف أو الصقيع الأسود (Black frost).  
هنالك نوعان من الصقيع هما الصقيع الاشعاعي والصقيع المتنقل

#### الصقيع الاشعاعي (Radiation frost)

يكثر هذا النوع من الصقيع في المناطق المعتدلة في فصل الشتاء وأحياناً في فصلي الربيع والخريف، أما في المناطق الباردة فانه يحدث في فصل الصيف أيضاً والظروف الملائمة لتكوينه هي صفاء السماء وهدوء الرياح وتكون انعكاس حراري قوي وهنالك عدة عوامل تؤدي الى حدوث الصقيع منها:

- ١- طوبوغرافية السطح: ان أكثر الأماكن ملائمة لحدوثه هي قيعان الأودية والأحواض الطوبوغرافية، أما على السفوح المنحدرة فان الحركة اليومية للرياح تحد من حدوث الصقيع الاشعاعي وخاصة اذا كانت درجة الانحدار تزيد على درجتين ولهذا السبب فان المزارعين لا يزرعون المحاصيل الحساسة للصقيع في قيعان الأودية والأحواض الطوبوغرافية وانما في السفوح المنحدرة.
- ٢- رطوبة التربة: يقل حدوث الصقيع الاشعاعي في التربة الرطبة عنه في التربة الجافة اذ ان ارتفاع نسبة الماء في التربة يزيد من درجة توصيلها الحراري ومن سعتها الحرارية ولهذا السبب فان احدى الوسائل التي يلجأ اليها المزارعون للحد من خطر الصقيع هي ري تلك المزارع.
- ٣- نوع التربة: يقل حدوث الصقيع في التربة الطينية الثقيلة عنه في التربة الرملية لأن التربة الطينية تحتفظ بالماء أكثر من التربة الرملية.

#### الصقيع المتنقل (Advection frost)

يحدث الصقيع المتنقل أو ما يسمى بالصقيع الريحي (Wind frost) عندما يتعرض سطح الأرض لوصول كتلة هوائية باردة تخفض درجة الحرارة الى التجمد ولهذا فانه قد يحدث في ساعة من اليوم وليس كالصقيع الاشعاعي الذي يحدث في ساعات الصباح الأولى فقط، ولا يغلب على الصقيع المتنقل الطابع المحلي بل انه ظاهرة واسعة الانتشار وقد يحدث على سفوح الجبال وقيعان الأودية على حد سواء.

## الحرارة

الحرارة Temperature هي شكل من أشكال الطاقة، ومصدرها الشمس، والطاقة الحرارية من أهم العوامل التي تؤثر على الكائنات الحية، فدرجة الحرارة السائدة في المناطق المختلفة من العالم هي التي تحدد طبيعة المجتمعات الحيوية بهذه المناطق وخصائصها، فدرجة الحرارة في الماء لا تقل عن الصفر ولا تزيد عن 36°م في حين قد تصل في المناطق الصحراوية إلى 60°م، وفي الصحراء الجليدية بسميرييا قد تنخفض إلى - 70°م تحت الصفر، وفي المناطق المعتدلة تتراوح بين بضع درجات فوق الصفر ونحو 35°م.

لعل التأثيرات البيئية لدرجة الحرارة تعود إلى التغيرات في درجة الحرارة بين الليل والنهار وعبء فصول السنة، ومن المعروف أن درجة الحرارة تمر بتغيرات على مدار اليوم Diurnal وعلى مدار العام Seasonal، كما أنها تتغير باختلاف خط العرض Latitude والارتفاع عن سطح البحر Altitude، وباختلاف الانحدار في التضاريس Slope، وهذه التغيرات ترتبط إلى حد كبير بحركة الأرض حول الشمس يومياً ومن الشمال إلى الجنوب على مدار العام، ولذلك فإن المناطق المعتدلة الحرارة شتاءً قد تكون حارة صيفاً والمناطق المعتدلة صيفاً قد تكون باردة شتاءً، كما أن اختلاف درجة الحرارة يعتمد على الوسط البيئي، فالبيئات المائية لا يحدث بها سوى تغيرات طفيفة في درجة الحرارة من الليل إلى النهار ومن الشمس إلى الظل، أما في البيئات الصحراوية القارية فإن تغيرات درجة الحرارة من الليل إلى النهار ومن الشمس إلى الظل تكون كبيرة.

## المدى الحراري للنباتات

ترجع أهمية درجة الحرارة بالنسبة للكائنات الحية إلى أنها تتحكم في معدل العمليات الحيوية داخل خلايا الكائن الحي وبالتالي في نشاطه. وتسير معظم التفاعلات الحيوية داخل جسم الكائن الحي بدرجة أسرع كلما ارتفعت درجة الحرارة. وبصفة عامة توجد علاقة بين معدل التفاعلات الحيوية والزيادة في درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية يمكن التعبير عنها بالمعامل الحراري ويمكن حسابه من المعادلة التالية:-

$$Q_{10} = \frac{10}{T_1 - T_2} \times \frac{K_1}{K_2}$$

حيث  $T_1$  و  $T_2$  هي درجات الحرارة و  $K_1$  و  $K_2$  هي معدلات التفاعلات  
المصاحبة لهذه الدرجات.

## تأثير الإجهاد الحراري للنباتات

الإجهاد الحراري Temperature stress هو تعريض النباتات لدرجة حرارة غير مناسبة لنموه، وليس من الضروري أن يسبب هذا الإجهاد تهديداً لحياة النبات بقدر ما يسبب استجابة دفاعية وتأقلمية بواسطة النباتات دون أن تكون في حالة كمون، حيث أن أطوار الكمون التي تمر بها بعض النباتات تتحمل التقلبات الحرارية أكثر من المراحل الأخرى من حياتها. وبصفة عامة فإن درجات الحرارة المرتفعة ودرجات الحرارة المنخفضة تسبب تعثر العمليات الحيوية التي تقوم بها النباتات، كما أنها تحد من توزيع النباتات وانتشارها، ويعتمد تأثير هذه الحالات على شدة الحرارة ومدة تعرض النبات لها وعلى حالة النبات ومقدرته على مقاومة الارتفاع أو الانخفاض في درجة حرارة الوسط الذي يعيش فيه.

من الظواهر الشديدة التأثير بارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها الحركة الدورانية للسيتوبلازم Cytoplasmic streaming وتركيب البلاستيدات الخضراء Chloroplast structure و عملية البناء الضوئي Photosynthesis حيث يحدث لهذه الظواهر اضطرابات عند تعرض النباتات لدرجات حرارة مرتفعة أو منخفضة لفترات قصيرة. وبزيادة فترة التعرض للإجهاد الحراري يحدث انهيار لأغشية الخلايا وتفقد قدرتها على النفاذية الاختيارية ويتبع ذلك تحلل المواد البروتينية داخل الخلايا، وفي النهاية تموت الخلايا وبالطبع يموت النبات أيضاً. كما تتأثر العديد من البروتينات في خلايا النبات عند تعريض النبات لدرجات حرارة منخفضة أو مرتفعة.



## مقاومة النبات للإجهاد الحراري

مقاومة النبات للإجهاد الحراري هي المحصلة النهائية لمقدرة بروتوبلازم الخلايا النباتية على التعايش عند درجات حرارة غير مواتية لنموه ومدى فعاليته في تأخير حدوث الهيار العمليات الحيوية أو منعه. وبصفة عامة توجد طريقتان تتبعهما النباتات لمقاومة الإجهاد الحراري. الطريقة الأولى تسمى التجنب Avoidance والثانية تسمى التحمل Tolerance سواء لمقاومة ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها. ومن المهم أن نذكر في هذا المقام أن مقدرة البروتوبلازم على تحمل الإجهاد الحراري هي صفة وراثية خاصة لطرز بيئية معينة من النباتات، كما أن درجة تأثر النباتات بالإجهاد الحراري تختلف باختلاف المراحل التي يمر بها خلال دورة حياته، وبصفة عامة فإن مرحلة النمو السريع، كما في البادرات، تكون أكثر المراحل حساسية للإجهاد الحراري بينما تكون اليذور الكامنة أقل المراحل حساسية للإجهاد الحراري.

ومن الأساليب التي تستخدمها النباتات لمقاومة الإجهاد الحراري والتأقلم

على المعيشة في درجات حرارة مرتفعة أو منخفضة ما يلي:-

١- تأخير حدوث التجمد Freezing لأنسجة النبات عند درجات الحرارة دون

الصفر المتوي، وذلك بتغيير الضغط الأسموزي Osmotic pressure لخلاياها،

وتؤدي بعض المواد الذائبة في البروتوبلازم دوراً هاماً في ذلك؛ إذ إن وجودها

يسبب انخفاض نقطة التجمد Freezing point depression للأنسجة النباتية

لذلك يمكن ملاحظة الظواهر التالية:-

أ- عند درجة حرارة الصفر المتوي تظل أوراق وسيقان نباتات المناطق

الباردة في حالة لينة غير متجمدة.

- ج- أزهار بعض النباتات تظل متفتحة خلال فترات الصقيع.
- د- تبقى الأزهار والنورات في حالة جيدة خلال الليالي الباردة عند درجة حرارة قد تصل إلى -١٥°م.
- ٢- تتخذ أوراق بعض النباتات أوضاعاً معينة لتعكس الأشعة الشمسية لتخفيض درجة الحرارة، كما أن معدل النتح يزداد؛ حيث أن خروج الماء من الأوراق على هيئة بخار خلال عملية النتح يساعد على تلطيف درجة حرارة الأنسجة.
- ٣- يقل المحتوى المائي لأنسجة النبات فيما يسمي نزع الماء من الأنسجة Dehydration لمقاومة التجمد ودرجات الحرارة المرتفعة.
- ٤- تكوين تحورات أرضية كالكورمات والأبصال والدرنات والريزومات.
- ٥- يقل معدل العمليات الحيوية في أنسجة النباتات خلال فترة الشتاء عقب سقوط الأوراق في الخريف، حتى تبقى حية وتتجاوز برد الشتاء.
- ٦- كمون كثير من النباتات خلال فترة درجة الحرارة المرتفعة أو المنخفضة.

### **تأثير درجة الحرارة على الكساء الخضري**

عندما ترتفع درجة الحرارة صيفاً عن الحد الذي لا يسمح بنمو النباتات فإن النباتات الحولية تنهي دورة حياتها الخضرية وتعطي بذوراً تحتوي على أجنة كامنة داخل البذرة والثمرة، وتستطيع هذه الأجنة أن تبقى في سلام حتى يحين الفصل المناسب لإنباتها. أما النباتات المعمرة والتي تتساقط أجزاؤها الخضرية أو تموت فغالباً ما تنقلب على الارتفاع في درجة الحرارة عن طريق تحورات أرضية للسيفان تبقى في حالة سكون بعد موت الأجزاء الخضرية حتى يجدد النبات نشاطه عند حلول

الموسم المناسب والذي يرتبط باعتدال درجة الحرارة وزيادة رطوبة التربة، وعلى ذلك فإن درجة الحرارة تؤثر في تحديد الأنواع النباتية (الفلورا Flora) التي تستوطن منطقة من المناطق ويكون تأثير درجة الحرارة أكثر في تحديد أنواع التكوينات النباتية التي يتكون منها الكساء الخضري. فمثلاً توجد تكوينات الحشائش أو الغابات أو الصحاري في أكثر من منطقة حرارية في العالم، ولكن الأنواع النباتية التي تدخل في تركيب التكوينات النباتية في هذه المناطق تختلف من منطقة إلى أخرى.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن درجة الحرارة من أهم العوامل في توزيع نباتات المحاصيل في العالم، فالقطن على سبيل المثال ينمو في المناطق مرتفعة الحرارة، ومن المعروف أن للقطن حد شمالي لا ينمو عنده على نطاق تجاري، وينطبق ذلك أيضاً على القمح والمحاصيل الأخرى حيث يوجد لكل محصول حداً أدنى وحداً أعلى من الحرارة، الأمر الذي يجعل توزيعه مقصوراً على المناطق التي لا تنخفض درجة حرارتها خلال موسم نمو المحصول دون هذا الحد.

## التواتر الحراري

التواتر الحراري Thermoperiodism هو عملية تواتر النباتات مع التغيرات اليومية في درجة الحرارة بما يناسب العمليات الحيوية المختلفة بالنباتات، والواقع أن نباتات كثيرة قد قامت بمواءمة عملياتها الحيوية مع التغيرات اليومية في درجة الحرارة بحيث لم تعد تستطيع أن تقوم بعملياتها الحيوية اليومية على الوجه الأكمل لو تعرضت لدرجة حرارة ثابتة طوال اليوم. مثال ذلك أن إنبات البذور يتم بمعدل أسرع لو أن البذور تعرضت أثناء إنباتها لتغيرات ملحوظة في درجة الحرارة، كما أن نمو البادرات يكون أسرع عند اختلاف درجة الحرارة أثناء الليل عنها أثناء

النهار، على سبيل المثال وجد أن نمو الطماطم وتكوين الثمار يكون أفضل ما يمكن عند درجة حرارة = ٢٦,٥°م أثناء النهار ونحو ١٨°م أثناء الليل.

## الارتباج

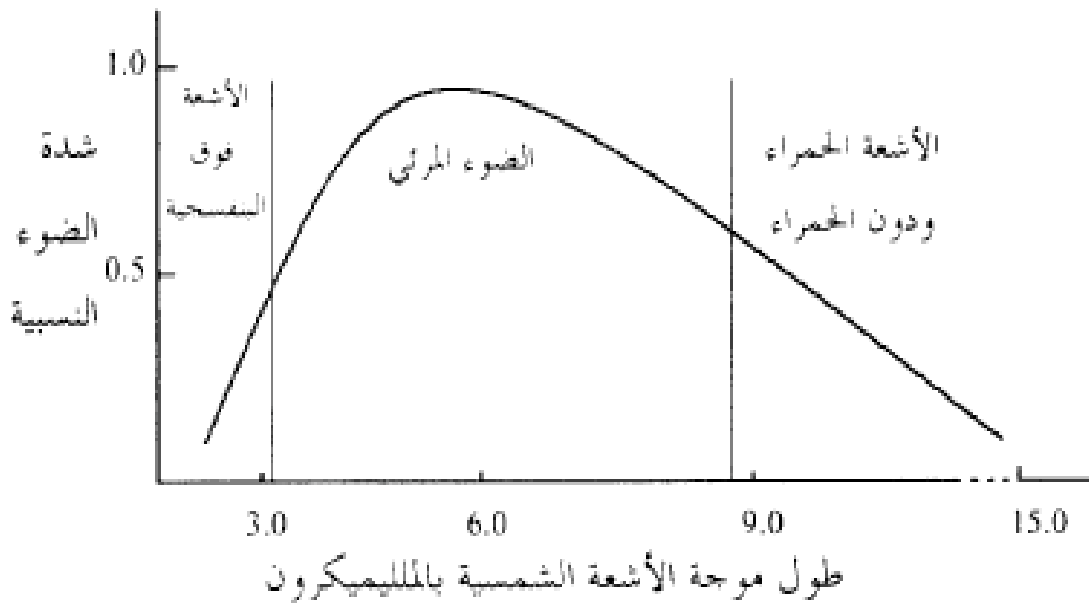
تحتاج بعض النباتات إلى التعرض لدرجة حرارة منخفضة أثناء الإنبات أو قبله أو بعده بوقت قصير حتى تتمكن من إكمال دورة حياتها بسرعة، وتعرف هذه الظاهرة بالارتباج Vernalization. ومن المعتقد أن حياة النبات الحولي تشتمل على سلسلة من المراحل تتم في تتابع محكم فلا يبدأ ظهور طور في حياة النبات قبل أن يستكمل الطور السابق له تماماً، ويبدو أن التعرض لدرجة حرارة منخفضة ضروري لإتمام مرحلة معينة من مراحل النمو، الأمر الذي يؤدي إلى الانتقال المبكر من هذه المرحلة إلى المرحلة التي تليها ويؤدي ذلك إلى الوصول إلى مرحلة التكاثر مبكراً. ومن المعتقد أن الارتباج مرده إلى عمل هرموني يتم في الجنين ويعتمد على درجة حرارة منخفضة وقت الإنبات. وللارتباج أهمية اقتصادية، فهو يؤدي إلى تقصير فترة نمو بعض النباتات الهامة بصفة خاصة القمح في المناطق الباردة حيث يؤدي إلى نضج الحبوب قبل حلول موسم الشتاء.

## الضوء :

## ثالثاً: الضوء

الضوء Light هو صورة من صور الطاقة الحركية مصدرها الرئيسي هو الشمس. ويوضح التحليل الطيفي لأشعة الشمس عند سطح الأرض - أنها تتكون من ثلاثة مكونات حسب طول موجة الأشعة، وأهم هذه المكونات للحياة هي الضوء المرئي Visible light والذي يتميز بطول موجة يتراوح بين ٣٨٠-٧٨٠ ملليميكرون، وهو الجزء الذي يبدأ من الأشعة البنفسجية ذات الموجات القصيرة إلى

الأشعة الحمراء ذات الموجات الطويلة. والموجات الأقصر من البنفسجية هي الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet وهي موجات مرئية للحشرات ولكنها ليست مرئية للبشر، والموجات الأطول من الحمراء هي الأشعة دون الحمراء Infrared. والطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض تكون عند أقصى شدة لها في المنطقة الوسطى من الضوء المرئي، ويوضح شكل ٣-٣ التحليل الطيفي للأشعة الشمسية عند سطح الأرض، وبسبب وجود طبقة الأوزون Ozone layer في الغلاف الجوي فإن القليل فقط من الأشعة فوق البنفسجية يصل إلى سطح الأرض.



شكل ٣-٣: رسم تخطيطي للتحليل الطيفي لأشعة الشمس عند سطح الأرض.

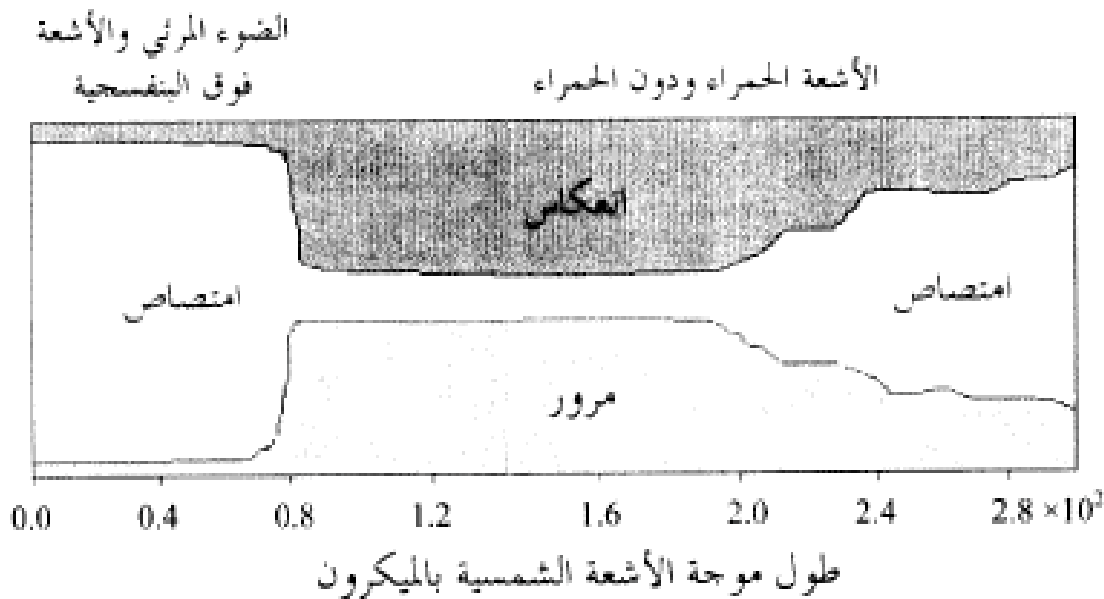
تختلف شدة الإشعاع الشمسي من مكان إلى آخر على سطح الأرض، وتبلغ أقصاها عند خط الاستواء حيث يزيد متوسط إشعاع الشمس الذي يصل إلى الأرض عند خط الإستواء إلى أكثر من ٢٠٠ كيلو سعر لكل سم<sup>٢</sup> في السنة، ويقل متوسط الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض كلما اتبعنا شمالاً أو جنوباً من خط الاستواء حيث يتراوح بين ١٠٠-٢٠٠ كيلو سعر لكل سم<sup>٢</sup> في المناطق

معتدلة المناخ، أما في المناطق الباردة والقطبية فإن متوسط الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض لا يتعدى ١٠٠ كيلوسعر لكل سم<sup>2</sup> في السنة، وتتأثر شدة الضوء بعوامل أخرى كوجود السحب والضباب، كما أن للكساء الخضري دوراً كبيراً في توزيع الضوء على النباتات النامية في مكان واحد، فالأشجار تستقبل كمية من الضوء أكبر مما تستقبله الشجيرات، والشجيرات تستقبل كمية أكبر مما تستقبله الأعشاب والحشائش؛ حيث أن الأشجار تحجب كمية كبيرة من الضوء عن الشجيرات والأعشاب وبصفة خاصة في مناطق الغابات، ففي مناطق الغابات تقل كمية الضوء التي تصل إلى الطبقة العشبية إلى أقل من ١٠% من الإشعاع الشمسي الذي يسقط على الأشجار.

### **التأثيرات البيولوجية للضوء**

للضوء عدة تأثيرات على النباتات، لعل أهمها أنه يلعب الدور الرئيسي في عملية البناء الضوئي، حيث يقوم النبات بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة في الروابط الكيميائية بالمركبات العضوية، وبالطبع فإن للضوء دوراً هاماً في بعض العمليات الأخرى. وتستطيع النباتات - فضلاً عن التمييز بين الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية ودون الحمراء - أن تميز موجات الضوء المرئي، وعند سقوط الأشعة الضوئية على أوراق النباتات فإنها تمتص بواسطة هذه الأوراق أو تنعكس مرة أخرى إلى الجو أو تمر خلال الأوراق دون أن يكون لها أثر بيولوجي. ويوضح شكل ٣-٤ كمية الضوء التي تمتص أو تنعكس أو تمر خلال الأوراق من الضوء المرئي أو الأشعة فوق البنفسجية أو دون الحمراء.

يمثل الضوء المرئي الذي يتراوح طول موجاته بين ٣٨٠ و ٧٨٠ ملليميكرون ٢١-٤٠% من أشعة الشمس الساقطة على النباتات وتمتص الأوراق ٩٠-٩٥% من هذا الضوء، ولذلك فإنه يمثل الطاقة الرئيسية التي تستغلها النباتات لتصنيع المركبات الغنية بالطاقة من خلال عملية البناء الضوئي وإنتاج اليخضور (الكلوروفيل) بالبلاستيدات الخضراء، ومن المعروف أن التحليل الطيفي للضوء المرئي يوضح أنه يتكون من سبعة ألوان ذات موجات مختلفة الطول، وبالنسبة لعملية البناء الضوئي فإن اللون الأزرق واللون الأحمر هما اللونان اللذان يمتصهما اليخضور في أوراق النبات الخضراء لإتمام عملية البناء الضوئي وهي التي تستحث البلاستيدات على تكوين اليخضور بصفة خاصة في النباتات الزهرية.



شكل ٣-٤: رسم تخطيطي يوضح كمية الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء التي تمتصها أوراق النبات أو تعكسها أو تمر خلال أنسجة النبات.

وتمثل الأشعة فوق البنفسجية والتي يتراوح طول موجاتها بين ٢٦٠ و ٣٨٠ ملليميكرون قدراً ضئيلاً من الأشعة الشمسية الساقطة على النباتات، وعلى الرغم

من أن النبات يمتص نحو 95% من الأشعة فوت البنفسجية، فهي لا تنفذ إلى الخلايا الداخلية لأنسجة النبات التي تتم بها العمليات الحيوية، إذ تحتجزها الطبقة الشمعية وطبقة الكيوتين التي تغطي البشرة، أما الأشعة دون الحمراء القريبة من منطقة الضوء المرئي، والتي تتراوح طول موجاتها بين 780 و 3000 ملليمكرون، فإن أكثر من نصفها يمر خلال الأوراق دون أن تكون له أية آثار بيولوجية وأكثر من 40% منها ينعكس مرة أخرى والقليل من هذه الأشعة تمتصه الأوراق، وتزداد نسبة امتصاص الأوراق للأشعة ذات الموجات الطويلة التي يبلغ طول موجتها 3000 ملليمكرون وهي تمتد جسم النبات بالحرارة.

وتجدر الإشارة أن معدل عملية البناء الضوئي يزداد بزيادة شدة الضوء

الساقط على الأوراق ومن الدلائل على ذلك:-

١- أن النباتات المعرضة لضوء الشمس تستطيع تكوين كمية أكبر من اليخضور

(الكلوروفيل) إذا قورنت بنباتات تنمو في أماكن ظليلة.

٢- أن النباتات المعرضة للضوء يزداد سمك الطبقة العمادية وهي الخلايا التي

تتكون بها البلاستيدات الخضراء.

٣- أن النباتات المعرضة للشمس يمكنها تثبيت 20,6 ملجم ثاني أكسيد كربون

في كل ساعة بكل 100 سم<sup>2</sup> من الأوراق، أما في الأيام ذات السحب

الكثيفة فإن كمية ثاني أكسيد الكربون المثبتة تنقص إلى 5,2 ملجم/ ساعة

لكل 100 سم<sup>2</sup> من الأوراق.

٤- أن معدل عملية البناء الضوئي يكون منخفضاً في الصباح الباكر حيث تكون

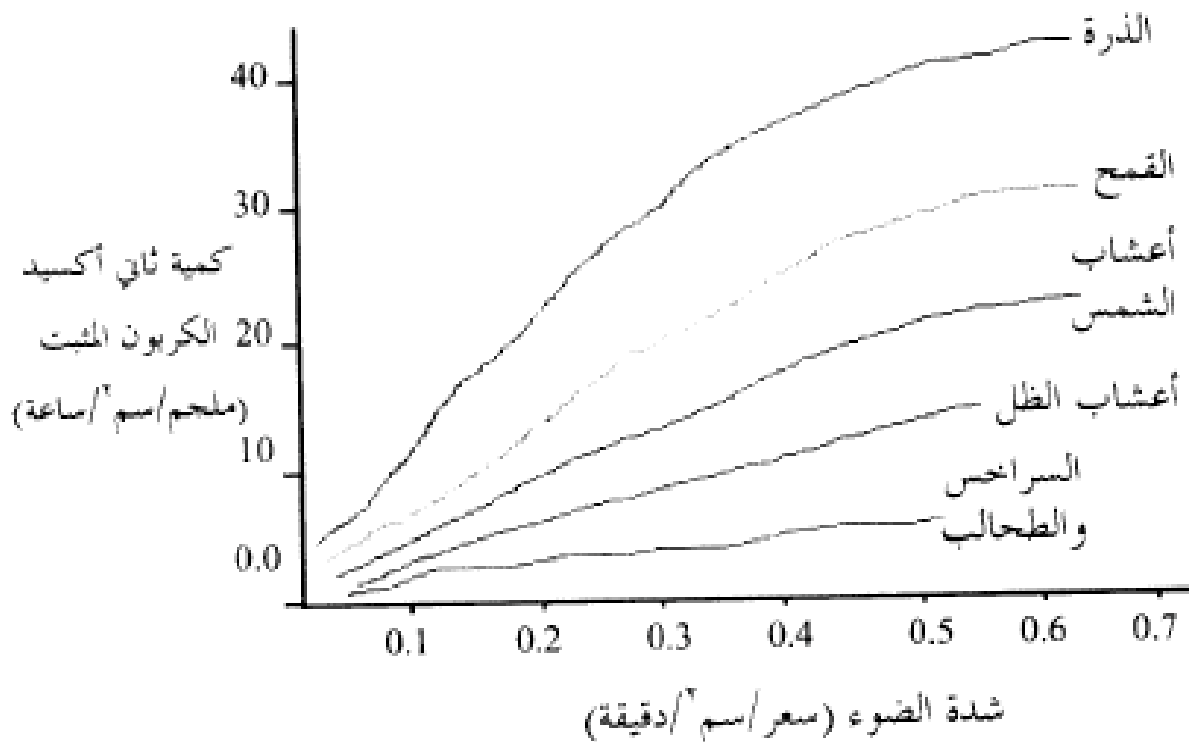
الإضاءة ضعيفة، ويزداد بإطراد كلما زادت شدة الإضاءة حتى يصل إلى ما

يعرف بنقطة التشبع الضوئي Point of light saturation حيث لا يقوم



النبات بتثبيت مزيد من ثاني أكسيد الكربون وبالتالي لا يكون لشدة الضوء أي تأثير بعد هذه النقطة على معدل البناء الضوئي.

وتختلف نقطة التشبع الضوئي باختلاف الأنواع النباتية فهي أقل في النباتات التي تنمو في الظل وأعلى في النباتات التي تنمو في الشمس، فالنباتات التي تنمو في الظل لا تستطيع زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون التي تستطيع تثبيتها مهما زادت شدة الإضاءة، بينما تستطيع النباتات التي تنمو في الأماكن المعرضة للشمس تثبيت كمية أكبر من ثاني أكسيد كربون عند تعرضها لإضاءة مساوية في شدتها لما تتعرض له نباتات الظل، ومن أمثلة النباتات ذات نقطة التشبع المنخفضة أعشاب المناطق الظليلة والسراخس والطحالب وترداد نقطة التشبع في الأعشاب التي تنمو في أماكن مشمسة. ويوضح شكل ٣-٥ نقطة التشبع الضوئي لبعض النباتات.



شكل ٣-٥: رسم تخطيطي يوضح نقطة التشبع الضوئي لبعض الأنواع

والمجموعات النباتية (عن لارشر، ١٩٨٠)

## نقطة التعويض الضوئي

تقوم النباتات باختزان الغذاء في أنسجتها من خلال عملية البناء الضوئي، ومن اللافت للنظر أن أوراق النباتات لا تستعمل في البناء الضوئي إلا نحو ١% من كمية الضوء الساقط عليها، وفي حالة عدم قيام النباتات بعملية البناء الضوئي نتيجة لغياب الضوء فإن وزنها يبدأ في التناقص؛ إذ إن عملية التنفس وهي عملية لا تتوقف أبداً تستنزف المواد الغذائية المخزنة في أنسجة النبات، ولكي يحافظ النبات على بقائه لا بد أن يقوم ببناء قدر من المواد الغذائية تسمح له على الأقل بالأداء المتناقص وزنه، والدرجة التي تكون عندها شدة الضوء كافية فقط لأن تعيد القدر من ثاني أكسيد الكربون المتصاعد في عملية التنفس إلى النبات خلال عملية البناء الضوئي تسمى بدرجة التعويض، أو نقطة التعويض Compensation point، وتختلف كمية الضوء اللازمة لتحقيق ذلك من ٢٧ إلى ٤٢٠٠ شمعة، وعندما يكون الجو مليداً بالغيوم تكون كمية الضوء التي تصل إلى النباتات أقل من أن تحقق هذا التوازن بين البناء الضوئي والتنفس وبالتالي لا بد أن يتناقص وزن النباتات، وإذا استمر عدم التوازن هذا فإنه يتسبب في حدوث خلل عام في نمو النبات يترتب عليه خلل في النظام البيئي وتدهور إنتاجيته.

من هذا يتضح أن النباتات لكي تنمو طبيعياً لا بد أن يزيد لديها معدل البناء الضوئي عن التنفس، ولكي يحدث هذا لا بد أن تزيد كمية الضوء الواصلة إلى النباتات عما يسمى بنقطة التعويض، وفي حالة نبات الصنوبر - مثلاً - فإن كمية الضوء عند درجة التعويض هي ٨٣٠ شمعة ولكي ينمو النبات بصورة طبيعية لا بد وأن تصل كمية الضوء إلى ضعف هذه الكمية تقريباً.

## أثر الضوء على شكل وتركيب النبات

تؤدي زيادة شدة الضوء إلى بعض التغيرات في الشكل الظاهري والتركيب التشريحي للنبات لعل أهمها ما يلي:-

- أ- تكوين غطاء سميك على البشرة سواء من مادة الكيوتين Cuticle أو الشمع Wax أو تكوين شعيرات كثيفة على الأوراق.
- ب- كثرة الأفرع وصغر حجم الأوراق وحجم الخلايا المكونة لها.
- ج- نمو النسيج العمادي في الأوراق بدرجة كبيرة وربما على جانبي الورقة ويكون ذلك مصحوباً بنقص في النسيج الإسفنجي.
- د- نقص نسبة المساحة الكلية للأوراق إلى الأنسجة الدعامية والتوصيلية.
- هـ- زيادة عدد العقد البكتيرية وحجمها عن نظيره من النباتات الهبة للظل.

### الرطوبة :

في مجال الدراسات البيئية يمكن التعبير عن الرطوبة كـرطوبة مطلقة Absolute humidity أي كتلة الماء في حجم معين من الهواء، ويعبر عنها بكمية بخار الماء بالجرام الموجود في متر مكعب من الهواء، ولكن الشائع في معظم الحالات أن يعبر عن رطوبة الجو بما يعرف بالرطوبة النسبية Relative humidity وهي النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة في حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة وكمية بخار الماء اللازمة لتشبع نفس الحجم عند نفس درجة الحرارة، والرطوبة النسبية في الهواء تتأثر بعدة عوامل كدرجة الحرارة والارتفاع عن سطح البحر

والرياح، فكلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت كمية بخار الماء التي يمكن أن يحتفظ بها الهواء، على سبيل المثال فإن قدمًا مكعبًا (٠.٢٨ م<sup>٣</sup>) من الهواء يمكنه الاحتفاظ بأربعة جرامات من بخار الماء عند درجة حرارة ٤° م أما عند ٣٨° م فإن كمية بخار الماء التي يمكن أن يحتفظ بها القدم المكعب هي ٢٠ جراماً (٢٨ لتر) وتسمى مقدرة الهواء على حمل بخار الماء بالقوة التبخرية Evaporative power للهواء، ففي الصحاري، حيث درجة الحرارة مرتفعة، تنخفض الرطوبة النسبية أما في المناطق الباردة والمسطحات المائية فيؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى نقص مقدرة الهواء على حمل بخار الماء فتزداد الرطوبة النسبية حيث يكون الهواء قريباً من درجة التشبع.

### الرطوبة والنقص في درجة التشبع

يمكن التعبير عن كمية الرطوبة في الجو بما يسمى بالنقص في درجة التشبع Saturation deficit وهو اصطلاح يعبر عن درجة الرطوبة النسبية بما يقابلها من ضغط في بخار الماء في الجو، والنقص في درجة التشبع يساوي الفرق بين ضغط بخار الماء السائد وبين ضغط بخار الماء عند درجة التشبع تحت نفس الظروف الجوية، فمثلاً عند درجة ١٥° م يكون ضغط بخار الماء عند التشبع (أي عندما تكون الرطوبة النسبية ١٠٠%) مساوياً ١٢,٧٣ مم زئبق، فإذا ما نقصت الرطوبة النسبية عند هذه الدرجة إلى ٧٥% فإنها تعادل بخار ماء ذو ضغط = ١٢,٧٣ × ٧٥% = ٩,٥٠ مم زئبق، وعند هذه الدرجة من الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة يكون هناك نقص في درجة التشبع يساوي ١٢,٧٣ - ٩,٥٥ = ٣,١٨ مم زئبق.

وعلى عكس الرطوبة النسبية فإن قيمة نقص التشبع تزداد بارتفاع درجة الحرارة، فعند درجة رطوبة ٧٥% مثلاً يزداد نقص التشبع بارتفاع درجة الحرارة، ومن الناحية البيئية فإن قياس نقص التشبع يحمل مغزى أكبر مما تحمله الرطوبة

النسبية؛ إذ أن هناك علاقة مباشرة وموجبة بين نقص التشبع وقوة التبخر الجوية التي تعمل على سحب الماء من أنسجة النبات، وإذا ما قورن نقص التشبع في مختلف المناطق على سطح الكرة الأرضية، فإننا نجد أن المناطق القطبية والجبليّة تتميز بأقل درجات النقص في درجة التشبع في حين تتميز الصحاري بأقصى هذه الدرجات، وقد دلت الدراسات البيئية على أن طبيعة توزيع المجتمعات النباتية الطبيعية تتوقف إلى حد كبير على مقدار نقص تشبع الهواء ببخار الماء وذلك عند ثبات العوامل المناخية الأخرى.

وبالإضافة إلى عامل الحرارة فإن الرطوبة الجوية تتأثر بعدة عوامل بيئية أخرى مثل سرعة الرياح وطبيعة الكساء الخضري والمحتوى المائي للتربة، فالرياح الجافة تنقص الرطوبة لكونها تطرد الهواء الرطب المحيط بالنباتات وتحيطه بالهواء الجاف، وفي ذلك تنشيط للنتح. ولما كانت شدة الرياح تزداد بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، فإن الأشجار العالية تعاني كثيراً من الجفاف في حين لا تتعرض النباتات المنخفضة والزاحفة لمثل هذا الجفاف، ويزداد النتح كثيراً وبالتالي يقل معدل النمو على جوانب الجبال المواجهة للرياح الشديدة ومن ثم فلا نجد غابات نامية على تلك الجوانب ويقتصر وجودها على السفوح البعيدة عن فعل الرياح الجافة، أما الرياح الرطبة فإن لها تأثيراً معاكساً، وإذا ما هبت على منطقة بصفة مستمرة فإنها تخلق جواً يسمح بنمو النباتات الوسطية.

وتؤثر درجة التعرض لأشعة الشمس على الرطوبة الجوية للبيئة؛ فالسفوح التي تتعرض لأشعة الشمس أطول وقت ممكن - وهي عادة سفوح جنوبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي - تأخذ نصيباً وافراً من الحرارة، ولذلك تكون رطوبتها الجوية أقل من رطوبة السفوح الشمالية، وغالباً ما تتعرض هذه السفوح الجنوبية

لرياح جافة، وبهذا يعمل التعرض لأشعة الشمس والرياح الجافة على انخفاض الرطوبة في بيئة السفوح الجنوبية، الأمر الذي يجعلها أقل ملاءمة لنمو النباتات الوسطية والتي قد توجد بوفرة على السفوح الشمالية.

## تأثير الرطوبة علي النبات

تعتبر الرطوبة الجوية من أهم العوامل البيئية المناخية التي تؤثر علي النباتات بسبب تأثيرها المباشر على الفقد المائي. وعلى النبات أن يحافظ على ميزان مائي مناسب، أي على كمية من الماء تكفي حاجته وما يفقده، ويستخدم النبات أقل من 1% من الماء الذي تمتصه الجذور في عملية البناء الضوئي أما 99% من الماء فيفقده النبات عن طريق عملية النتج Transpiration حيث يُفقد الماء على هيئة بخار من خلال فتحات الثغور Stomata الموجودة على سطح الورقة، وتفتح هذه الثغور في معظم النباتات أثناء النهار وتغلق أثناء الليل، وتؤدي الثغور دوراً هاماً في تنظيم العلاقات المائية Water relationships فهي تغلق أيضاً عندما يقل المحتوى المائي بالنبات، ومن المعروف أن وظيفة الثغور الأساسية هي التبادل الغازي للسماح لتناهي أكسيد الكربون والأكسجين بدخول الورقة لإتمام عمليتي البناء الضوئي والتنفس.

وفي عملية النتج تؤدي رطوبة الهواء الدور الرئيسي في معدل خروج الماء عن طريق الثغور أيضاً، ولما كانت أنسجة النبات تعتبر وسطاً مشبعاً بالماء، فإن الماء يخرج من التركيز الأعلى بأنسجة النبات إلى التركيز الأقل في الهواء، وكلما زادت رطوبة الجو يقل معدل خروج الماء من الأوراق. وتقلل الرياح الجافة من كمية بخار الماء في الهواء الملامس لأوراق النبات، الأمر الذي يزيد من معدل النتج. والأشجار تتعرض في ذلك لتأثيرات أكبر من النباتات العشبية، وتسبب الرياح الجافة الساخنة أضراراً بالكساء الخضري بسبب سرعة الفقد المائي وإصابة البراعم الزهرية، في حين

تكون الرياح الرطبة مواتية لنمو النباتات، ويعمل الكساء الخضري على زيادة الرطوبة النسبية عن طريق الحد من تأثير الرياح والحرارة بالإضافة إلى إمداد الهواء ببخار الماء عن طريق النتح.

وتتوقف الرطوبة العامة للموطن على موقع هذا الموطن بالنسبة للماء وارتفاعه عن سطح البحر، فالمناطق الساحلية من المناطق الرطبة في حين تكون المناطق الداخلية أكثر جفافاً، والغابات تكون رطوبتها عالية في حين تكون الصحاري جافة، والأراضي المنخفضة تكون رطوبتها أعلى من المناطق المرتفعة، وتختلف الرطوبة النسبية داخل الموقع باختلاف درجة الحماية من الشمس والرياح.

### الرياح Wind

يشهد الغلاف الجوي حركة مستمرة ويمكن تمييز نمطين لحركة الهواء هما: الرياح وهي الحركة الأفقية للهواء والتيارات الرأسية وهي حركة التيارات الصاعدة والهابطة وتبدو الحركة الرأسية عند مقارنتها بالحركة الأفقية ضئيلة ومحدودة لأنها محصورة في طبقة التروبوسفير إلا أن لها أهمية كبيرة في نشأة كثير من الظواهر الجوية مثل التكاثف وتكون الغيوم وسقوط الأمطار وحدوث البرق والرعد وغيرها من مظاهر الطقس المهمة والسبب في ضالة الحركة الرأسية للهواء هو ضالة سمك طبقة التروبوسفير التي تنحصر تلك الحركة فيها.

ان من أهم وظائف الرياح هي نقل الطاقة ونقل بخار الماء، وان السبب الرئيس لنشوء الرياح هو الاختلاف في توزيع الضغط الجوي على سطح الأرض ولذا فان الرياح تكون أقوى وأشد عندما يكون تحدر الضغط شديداً، وان أهم العوامل التي تؤثر في حركة الرياح هي:

- ١- تحدر الضغط الجوي.
- ٢- قوة كوريوليس.
- ٣- الاحتكاك.
- ٤- قوة الجذب نحو المركز.

### قوة كوريوليس Coriolis force

لو كانت الأرض ثابتة لا تدور حول محورها لهبث الرياح مباشرة من مراكز الضغط المرتفع الى مراكز الضغط المنخفض ولكن في الواقع تنحرف الرياح الى يمين اتجاهها في النصف الشمالي والى يسار اتجاهها في النصف الجنوبي وان قوة كوريوليس هي موقع الهواء من خط الاستواء أو من القطبين وان انحراف الرياح وشدتها يزداد كلما ابتعدنا عن خط الاستواء ويصل الى أقصى حد له عند القطبين مباشرة ويعود سبب ذلك الى زيادة السرعة الدورانية للأرض كلما زادت درجة العرض (أي كلما ابتعدنا عن خط الاستواء).

يرتبط المسار اليومي لسرعة الرياح بالمسار اليومي لدرجة الحرارة فارتفاع درجة الحرارة خلال النهار يجعل الهواء القريب من سطح الأرض خفيفاً مما يدفعه الى أعلى ليحل محله هواء أقل حرارة قادم من الطبقات الجوية الواقعة فوقه, وبما أن الهواء الذي يرتفع الى أعلى ينتقل من مستويات سرعة الرياح المنخفضة الى مستويات سرعة الرياح الشديدة ويبقى محافظاً على سرعته الأصلية التي اكتسبها من المستوى الذي صعد منه فانه يسبب ركوداً في سرعة الرياح ضمن طبقات الجو التي يصلها, أما الهواء الهابط من أعلى فيسبب نشاطاً كبيراً للرياح السطحية ولا سيما أن سرعته أعلى من سرعة الرياح السطحية. أما في الليل فان درجة حرارة سطح الأرض تأخذ بالانخفاض ويصبح الهواء السطحي مستقرأً ويتناقص سمك طبقة الهواء المضطرب التي كانت موجودة في النهار ويضعف تبادل الهواء بين المستويات المختلفة القريبة من سطح الأرض فلا يأتي الى السطح أي هواء من الأعلى ولا يصعد هواء من السطح ويتوقف انتقال قوة الدفع الذي كان سائداً في النهار وهذا يجعل الرياح السطحية بطيئة بينما الرياح الأعلى أكثر سرعة وأثبت اتجاهأً.

## أنواع الرياح

- ١- الرياح الدائمة: وهي الرياح التي تتحكم فيها النطاقات الرئيسية للضغط الجوي في العالم اذ تمتاز بعض المناطق برياح سائدة معظم أيام السنة.
- ٢- الرياح الموسمية: وهي الرياح التي يتغير اتجاهها بين الصيف والشتاء.
- ٣- الرياح المحلية الدورية: وهي الرياح التي يتغير اتجاهها بين الليل والنهار.
- ٤- الرياح المحلية: وهي الرياح التي ترافق المنخفضات الجوية.

## الرياح المحلية الدورية:

تشهد المناطق الساحلية تغيراً يومياً في اتجاه الرياح بسبب حدوث نسيم البر والبحر كما تشهد بعض المناطق الجبلية تغيراً آخر بسبب نسيم الجبل والوادي, ويمكن التمييز بين الرياح المحلية الدورية والرياح المحلية بان الأولى تغيرها شبه دوري والثانية تغيرها لا يكون دورياً.

### أ- نسيم البر والبحر:

العامل الرئيس الذي يحرك نسيم البر والبحر هو الاختلاف في درجة الحرارة والضغط الجوي بين اليابسة والبحر, فدرجة حرارة اليابسة في النهار أعلى من درجة حرارة المسطحات المائية المجاورة لها, كما ان الضغط الجوي فوقها أقل منه فوق المسطحات المائية ولهذا تهب الرياح خلال النهار من البحر باتجاه اليابسة وتعرف بنسيم البحر, أما أثناء الليل فتصبح درجة حرارة اليابسة أقل من درجة حرارة المسطحات المائية كما يصبح الضغط الجوي فوقها أقل منه فوق المسطحات المائية مما يؤدي الى هبوب الرياح من اليابسة الى البحر على شكل نسيم بر.

يظهر نسيم البحر واضحاً في الأيام التي تخلو من تأثير الاضطرابات الجوية ويبدأ في الظهور بين الساعة العاشرة والحادية عشر صباحاً ويبلغ أقصى قوته بين الساعة الواحدة والنصف والثانية بعد الظهر الا أنه يأخذ في الضعف والانهيار بين الساعة الثانية والثامنة مساءً, أما في الأيام التي تحدث فيها اضطرابات جوية فان الرياح المحلية المرافقة لتلك الاضطرابات تطغى على نسيم البر والبحر وتقضي عليه.



جامعة ديالى /كلية الزراعة / قسم علوم التربة والموارد المائية  
بيئة التربة والانواء الجوية

د.احمد بهجت خلف

يختلف طول المسافة التي يمكن لنسيم البحر أن يصل اليها في اليابسة تبعاً لعدد من العوامل أهمها: مساحة المسطح المائي , وطبيعة الساحل, واتجاه الرياح السائدة, والمدى اليومي لدرجة الحرارة, ونسبة تغطية السماء بالسحب. وهي تتراوح في المناطق المعتدلة بين 15- 50 كم بينما يصل في المناطق المدارية الى اكثر من 60 كم, أما اذا اتفق اتجاه نسيم البحر مع اتجاه الرياح السائدة فانه يصل الى مسافات أبعد من ذلك بكثير كما هو الحال في بعض السواحل العربية المطللة على الخليج العربي حيث يصل تأثير نسيم البحر أحياناً الى أماكن بعيدة عن الساحل. والواقع ان نسيم البحر أقوى من نسيم البر خاصة وان الاحتكاك بسطح الأرض الخشن يفقد نسيم البر قوته ويقضي عليه أحياناً ولذا فان عدداً كبيراً من ساعات الليل التي يفترض أن يهب خلالها نسيم البحر تكون الرياح فيها هادئة ومتغيرة الاتجاه.

ب- نسيم الجبل والوادي:

ترتفع درجة حرارة سفوح الأودية المواجهة لأشعة الشمس أكثر من قيعانها مما يؤدي الى تمدد الهواء وارتفاعه على تلك السفوح على شكل نسيم وادي أو رياح صاعدة أما في الليل فان درجة حرارة تلك السفوح تنخفض كثيراً ويهب الهواء منها الى قيعان الأودية على شكل نسيم الجبل. ونسيم الوادي والجبل لهما دور مهم في منع تكون الصقيع على سفوح الأودية والحد من نمو طبقة الهواء البارد أثناء الليل وكما هو الحال في نسيم البر والبحر فان نسيم الجبل أقوى عادة من نسيم الوادي الذي يهب من الأسفل الى الأعلى معاكساً لاتجاه الجاذبية مما يضعفه وربما يقضي عليه.

## أضرار الرياح

للرياح أضرار تلحقها بالنباتات نذكر منها:-

١- التجفيف Dessication وهو جفاف الأوراق نتيجة زيادة معدل فقد النبات

للماء عن طريق النتح على معدل امتصاص الماء من التربة، وكذلك انشاء الأوراق نتيجة خروج الماء من المسافات البينية للخلايا إلى خارج الأوراق عبر الثغور ودخول هواء جاف ليحل محله.

٢- التقزم Dwarfing وهو ضعف تكوين الأعضاء واختزال حجمها،

نتيجة هبوب الرياح خلال فترة النمو، وهو نتيجة مباشرة لاختلال التوازن المائي الداخلي للخلايا، فالنباتات التي تنمو تحت تأثير الرياح لا تروى خلاياها وبذلك لا تتمكن من النمو حتى الوصول إلى الحجم الطبيعي لها.

٣- التشوه Deformation وهو التغير المستمر في شكل الأعضاء عندما تتعرض

لرياح شديدة تهب من اتجاه ثابت، ويبدو التشوه واضحا في ميل الأشجار المعرضة لرياح شديدة، ويمتد التشوه إلى الأعشاب ونباتات المحاصيل حيث تسبب الرياح رقودها على سطح الأرض.

- ٤- **التكسر Breakage** وهو تكسير أفرع النباتات ذات التغلظ الثانوي القليل، كذلك تكون الأشجار المصابة بأمراض فطرية أو حشرية والأشجار كبيرة السن والمكشوفة أكثر عرضة للتكسر دون غيرها.
- ٥- **البرّي Abrasion** وهو تآكل أنسجة النبات وأوراقه من الناحية المواجهة للرياح الحاملة للرمال، ويكون هذا التآكل أشدّ ما يمكن على ارتفاع قليل من سطح الأرض، وأحياناً تُحدث الرياح المحملة بالرمال ثقباً بالأوراق وقد تستقر حبيبات الرمال في ثقوب الثغور.
- ٦- **الرداذ الملحي Salt spray** وهو رذاذ أمواج البحار التي تصطدم بالشاطئ ويقع على النباتات القريبة منه والنباتات الحساسة للملوحة لا تستطيع النمو على مقربة من شاطئ البحر، كما يؤدي الرداذ الملحي إلى حرق الأوراق التي يسقط عليها.
- ٧- **نقل الأمراض وانتشارها** فمن المعروف أن كثير من النباتات تصاب بالأمراض الفطرية والحشرية، وتنقل الرياح مثل هذه الأمراض إلى نباتات أخرى في أماكن بعيدة وبصفة خاصة أمراض الصدأ والتفحم، فقد وجد أن أمراض الصدأ تنتقل بين الأقطار بواسطة الرياح.
- ٨- **التعرية Erosion** والمقصود بها تعرية أو تآكل التربة وذلك بنقل الطبقات السطحية منها إلى أماكن أخرى، وعندما يكون الكساء الخضري كثيف ومستديم فإنه يمنع تعرية التربة وانتقالها بفعل الرياح، أما في المواقع ذات الكساء الخضري الخفيف فإن الرياح الشديدة تسبب تآكل التربة وتحريكها مما يسبب تعرية جذور النباتات القريبة وموتها.

## فوائد الرياح

### للرياح فوائد للنباتات منها:-

- أ- مساعدة النباتات على التلقيح بحمل حبوب اللقاح من نبات لآخر.
- ب- مساعدة النباتات على الإنتشار بنثر البذور والثمار.
- ج- مساعدة النباتات على الهجرة فيتسع مجال انتشارها.
- د- تحريك السحب والمساعدة على سقوط الأمطار.
- هـ- نقل الرطوبة من البحار والمحيطات لتلطف الجو.

وللتخفيف من آثار الرياح والوقاية منها في المناطق الرملية والمناطق

### الساحلية يتم اتخاذ إجراءات منها:-

- أ- زراعة مصدات الرياح وهي أشجار قوية تزرع في صفوف.
- ب- زراعة المحاصيل في خطوط منخفضة أو أحاديصد تصد الرياح.
- ج- زراعة محاصيل مختلفة بالتبادل لتظل الأرض مغطاة بكساء حضري.
- د- زراعة أشجار ذات جذور كثيرة التفرع لتثبيت التربة.

## قضايا البيئة التطبيقية المعاصرة

مع التطور الحضاري الذي حدث في القرن العشرين كان لتدخل الإنسان المتزايد في مكونات البيئة دوراً رئيسياً في الإحلال بالتوازن البيئي المطلوب والضروري لاستمرار الحياة على الأرض، لأن نفاذ مورد من موارد البيئة قد يتعدى إلى الموارد الأخرى، ومن ثم ظهرت كثير من الجوانب التطبيقية لهذا العلم المتنامي للتغلب على المشكلات البيئية المعاصرة، ولعل أهم الموضوعات التطبيقية لعلم البيئة دراسة التنوع الحيوي من أجل الحفاظ على الموارد البيولوجية لأنها تمثل مصادر وراثية غير قابلة للتجديد، ودراسة التصحر من أجل التعرف عليه وتطوير السبل والأساليب المناسبة لمقاومته، ودراسة تلوث البيئة والإحتباس الحراري من أجل الحفاظ على النظم البيئية في الكرة الأرضية في حالة مستقرة وحماية صحة الإنسان. والتنوع الحيوي Biodiversity هو أنماط ومستويات الاختلاف الطبيعي بين ملايين النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة بداية من مستوى الجينات الوراثية، حتى مستوى الأنظمة البيئية المتداخلة التي تشترك الكائنات الحية في نسجها ويعزى إلى اختلاف البيئات في مناطق العالم المختلفة، ويعاني التنوع الحيوي على الكرة

الأرضية من التدهور المتسارع نتيجة إنقراض كثير من أنواع النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة نتيجة انتهاك حرمة المناطق الطبيعية وزيادة التلوث بها.

أما التصحر Desertification فهو تناقص قدرة الإنتاج البيولوجي للأرض أو تدهوره تحت وطأة الظروف البيئية الصعبة والمتقلبة وسوء الاستغلال البشري للموارد الطبيعية، وتعد ظاهرة التصحر من المشاكل الرئيسية التي تهدد جزءاً كبيراً من سكان المناطق الجافة وشبه الجافة في جميع أرجاء العالم، وتبلغ نسبة الصحاري حوالي ٣٥% من مساحة اليابسة علي الكرة الأرضية إلا أن مساحتها تزداد نتيجة زحف الصحراء، إلا أن تناقص قدرة الإنتاج البيولوجي للأرض تتناقص أيضا نتيجة فقدان التربة لمعادنها ومادتها العضوية جنبا إلى جنب مع الجفاف.

والمفهوم الشائع للتلوث Pollution هو إلقاء النفايات بما يفسد نظافة البيئة، الا أن التعريف العلمي للتلوث هو حدوث تغيير أو خلل في الحركة التوافقية التي تتم بين العناصر المكونة للنظام البيئي، بما يؤدي إلى إفقاد النظام البيئي القدرة علي التخلص الذاتي من الملوثات بالعمليات الطبيعية التي تتم فيه، وللتلوث درجات وأشكال وأنواع مختلفة. رغم ذلك يعتقد كثير من المهتمين بالبيئة أنه بالإمكان المحافظة عليها وتخليصها من التلوث ومنع تلوثها في المستقبل بالعمل المخلص الجاد وتضافر الجهود إلا أن هذا الأمر يستلزم انضباطاً وتنظيماً وعمولاً علي المستوى الوطني والإقليمي والدولي.

أما الاحتباس الحراري Global Warming فهو الإرتفاع التدريجي في معدلات درجة الحرارة علي سطح الكرة الأرضية بما يؤدي إلى تغيرات مناخية وبيئية، وقد شاع استخدام هذا التعبير في السنوات الأخيرة وبمسميات مختلفة منها ظاهرة الاحتباس الحراري أو التغير المناخي العالمي Global climate change أو تأثير البيوت الخضراء Green house effect.