**علم البيئة Ecology /المرحلة الثانية / قسم البستنة وهندسة الحدائق د .أسماء محمد عادل**

يقصد به موطن الكائنات الحية التي تعيش فيه. او دراسة الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه وجميع العلاقات المتبادلة بين الكائنات والوسط الخارجي. او هو دراسة الكائنات الحية من حيث علاقتها بوسطها الذي تعيش فيه.

يعتبر علم البيئة من العلوم الحديثة نسبيا وقد جاءت تسميته من المصطلح Oecology الذي اقترحه العالم Haeckel سنة 1986 من دمجه لاصل الكلمة الاغريقية Oikos وتعني مسكن و Logos وتعني دراسة او علم.

واقترح العالم Reiter عام 1885 المصطلح Ecology او علم البيئة والذي يعني كائنات ومساكن والعلاقة التي تربطهما معا.

اقسام علم البيئة:

1- علم البيئة الذاتي Autecology. وهو العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة بين انواع مفردة من الكائنات ومواطنها والتداخل بينها.

2- علم البيئة الجماعي Synecology وهو العلم الذي يهتم بدراسة المجتمعات وعلاقتها بالموطن كذلك ترتيب هذه المجتمعات وتوزيعها وتطورها.

هناك تقسيمات اخرى لعلم البيئة

1- الافراد Spcies ecology. بيئة الانواع.

2- المجموعات Population ecology. (العشيرة) بيئة الجمهور العددي

3- المجتمعات Community ecology بيئة المجتمع الحياتي.

4- النظام البيئي Ecosystem ecology بيئة النظم البيئية.

**كما يمكن التقسيم حسب المحيط او المسكن الذي تعيش فيه الاحياء الى**

1- بيئة البحار

2- بيئة المياه النقية

3- بيئة الاراضي

**كما يمكن تصنيف علم البيئة الى**

1- البيئة النباتية Plant ecology

2- بيئة الحشرات Insect ecology

3- بيئة المكروبات Microbial ecology

4- بيئة الفقريات

**الافراد**

ومعناه ان علم البيئة اهتم بدراسة الفرد سواء اكان نبات او حيوان معين بطريقة تجعله يتداخل مع عوامل المحيط فعوامل المحيط تتكفل بتجهيز الطاقة والمواد الاولية الظرورية لمعيشة هذا الفرد وتكاثره وتسمى هذه الدراسة بـ (البيئة الفسلجية).

**المجموعات**

معناها عدد من الافراد مجتمعة مع بعض والتي لها علاقة بالكائنات الاخرى من ناحيتين

1- وراثية او جينية للافراد الاخرين من نفس النوع.

2- بيئية- للنباتات او الحيوانات من نفس المجتمع البايولوجي.

**المجتمع**

مجموعة من العشائر للكائنات الحية توجد في مكان معين او محدد ذات علاقة متبادلة فيما بينها وتتكون هذه المجتمعات اما

1- بتواجد عدة انواع مع بعضها في موقع معين او مساحة معينة.

2- او تتواجد مجموعات لنفس المجاميع من الانواع تتكرر في نفس الزمان والمكان.

3- او المجتمعات تتوازن فيما بينها أي يوجد بها منظم ذاتي أي لها القدرة على الاستقرار حيث تتميز بدرجة عالية من الانتظام او التماثل في فعالية الاعضاء تحت الظروف المتغيرة بسبب قابلية الافراد للتكيف حسب الظروف.

**ميزات المجتمع:**

1- اختلاف الانواع: يقصد به النباتات التي تعيش في المجتمع المحدد او المعين وهو مقياس يحدد عدد الكائنات الموجودة في المجتمع.

2- شكل النمو والتركيب: يراد به وصف معالم المجتمع مثلا الاشجار والشجيرات والاعشاب ثم تقسيم الفئات الى فئات اخرى كالاشجار عريضة الاوراق والابرية.

3- السيادة: تدل هذه النقطة على انه ليس لجميع الافراد نفس الاهمية في تحديد طبيعة المجتمع المذكور.

فبالرغم من كثرة الانواع في المجتمع لكن القليل منها يفضل (حجمه او عدده او فعالياته) يمكنه ان يحدد طبيعة المجتمع.

4- غزارة الانواع: هذه النقطة شبيهة لسابقتها ولكنها تركز على النسبة المئوية لمختلف الانواع.

5- بيئة التغذية: أي من يتغذى على من . وهذه تحدد مجرى سريان الطاقة والمواد الغذائية بين هذه الانواع.

**النظام البيئي :-**

يعني تداخل الكائنات الحية مع البيئة غير الحية. أي دراسة جميع التداخلات بين عوامل المحيط والكائنات الحية كالمنطقة الصحراوية تعتبر نظام بيئي كامل.

ويمكن تقسيمه الى قسمين

1- المحيط الفيزياوي: ويشمل المركبات العضوية وغير العضوية في المحيط والتي تجهز المجتمع بالطاقة التي تستخدم لاغراض النمو.

2- المجتمع الحياتي: يمكن ان يقسم الى:

1- مكون ذاتي التغذية: حيث يسود فيه تثبيت الطاقة الضوئية واستخدام المواد الغير العضوية البسيطة لتكوين مواد معقدة.

2- مكون غير ذاتي التغذية: حيث يسود فيه استخدام واعادة ترتيب وهدم المواد المعقدة، وهذا المكون ينقسم بدوره الى عدة مستويات من التغذية.

أ- **كائنات مستهلكة**:- وهي الحيوانات التي تتغذى على غيرها من الكائنات وتشمل:

1- حيوانات تقتات على النباتات الخضراء.

2- حيوانات اكلة اللحوم تفتات على غيرها من الحيوانات

ب- **كائنات محللة:**- رمية غير ذاتية التغذية واهمها البكتريا والفطريات وقسم من البروتوزوا التي تحلل المواد العضوية المعقدة الى مركبات بسيطة.

**المحيط The Environment:**

كل شيء يمكن ان يؤثر بشكل او باخر على الكائن الحي فهو لهذا السبب يتكون من عدة عوامل.

1- مادة. مثل التربة والماء

2- قوى. مثل الرياح والجاذبية

3- ظروف. مثل درجة الحرارة والضوء والكائنات الاخرى.

**قسم بعض علماء البيئة مكونات المحيط الى قسمين رئيسيين:**

1- المحيط الفيزاوي والذي يشمل الطاقة (الاشعاع، درجة الحرارة). الماء ، الرياح، الحرائق، الطبوغرافية الطبقات الجيولوجية، التربة.

2- المحيط البايولوجي ويشمل النباتات الخضراء وغير الخضراء والمحللات والمتطفلات والمتكافلات ومن ثم الحيوان والانسان.

**عامل الضوء**

تأتي اهمية الضوء كونه المصدر الاساسي للطاقة ، وهذه الطاقة ضرورية لإدامة الحياة على سطح الكرة الارضية حيث تشتق الطاقة من ضوء الشمس والذي يستخدم بصورة مباشرة بواسطة النباتات الخضراء او بصورة غير مباشرة بواسطة الكائنات الاخرى التي تقوم بالبناء الكيميائي (عدا البكتريا) معتمدة كليا على المركبات العضوية المصنعة بواسطة النباتات الخضراء.

ان الموجات الضوئية التي تقع تقريبا بين 400-750 ملي مايكرون تشمل جزأ من الطيف الشمسي الذي يمر خلال الغلاف الجوي المحيط بالأرض مع نقص قليل في الطاقة.

لقد طورت النباتات جزيئات صبغية خاصة (الكلوروفيل والكاروتين) وغيرها لكي تستغل هذا المصدر من الطاقة وهذا الجزء من الطيف يدعى الضوء المرئي او الطاقة الضوئية (Luminous) والذي يمكن مشاهدته بالعين المجردة، اذ ان 40-60% من الاشعاع الشمسي الكلي الذي يصل الى سطح الارض يقع ضمن هذا المدى ويعتمد على حالة الجو (غائما او صحوا) وان النباتات تنمو بصورة طبيعية فقط عندما تتعرض على معظم الاطوال الموجية للضوء.

**يتألف الضوء المرئي من الاشعة المختلفة وكما يلي.**

اللون البنفسجي ينحصر بين 400-435 ملي مايكرون

اللون الازرق ينحصر بين 435-490 ملي مايكرون

اللون الاخضر ينحصر بين 490-574 ملي مايكرون

اللون الاصفر ينحصر بين 574-595 ملي مايكرون

اللون البرتقالي ينحصر بين 595-626 ملي مايكرون

اللون الاحمر ينحصر بين 626-750 ملي مايكرون

ان جميع هذه الالوان تؤلف الطيف المرئي Visible radiation وتؤثر في عملية التركيب الضوئي ماعدا اللونين الاصفر والاخضر فيستعملان بصورة قليلة في هذه العملية.

**الاشعة غير المرئية**

أ- **الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiation**.

تشمل هذه الاشعة الاطوال الموجية الاقل من 390 ملي مايكرون وهي قصيرة جدا لاترى من قبل الانسان وتوجد هذه الاشعة بنسبة قليلة جدا على سطح الكرة الارضية وتقدر بحوالي 2% من الاشعة الشمسية، معظمها تمتص من قبل طبقة الاوزون وانها غير مهمة من الناحية العلمية الا لقسم بسيط من النباتات. ان الاطوال الموجية القصيرة تشجع من تكوين صبغة الانثوسيانين الضرورية لتكوين قشرة الثمار (اللون الاحمر) خاصة في اصناف التفاح ذات اللون الاحمر.

**ب- الاشعة تحت الحمراء Infrared radiation**

تتضمن هذه المجموعة موجات ضوئية اطول من الموجات التي تكون العين حساسة لها، ولكن الحيوانات يمكن ان تتحسس بوجود هذا النوع من الاشعة بواسطة تحسسها للحرارة التي تنتج منها وكلما طالت الموجة كلما كان تأثيرها الحراري اكثر وهذا النوع من الاشعة ذات اهمية خاصة للنباتات من خلال تأثيرها على الهرمونات النباتية ذات الوظائف المختلفة داخل النبات وخاصة الهرمونات التي تحدد الانبات والاستجابة لطول النهار.

منذ ان كانت الاشعة الضوئية هي التي تجهز الطاقة لعملية التركيب الضوئي وهي ايضا مصدرا لتسخين المحيط الاحيائي، فمن الضروري دراسة العوامل التي تؤثر في هذه الاشعة ، وهناك ثلاث عوامل يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار.

1- نوعية الضوء Light quality

2- شدة الضوء Light intensity

3- طول الفترة الضوئية Photoperiod or duration

**1- نوعية الضوء:Light quality**

يقصد به تركيب طول الموجة. حيث ان التغيرات التي تحصل في نوعية الضوء تحت الظروف الطبيعية ليست واضحة تماما كما هو الحال في كمية وطول فترة الاضاءة، وذلك للأسباب التالية.

1- ان التغيرات التي تحصل في نوعية الضوء يمكن ان تؤثر على العمليات الحيوية التي تجري في النبات بصورة متفاوتة، الا ان كل عملية من هذه العمليات نجدها تتحسس بشكل او باخر لجميع اطوال امواج الضوء، ولهذا السبب نجد صعوبة في تفسير تأثير نوعية هذه الموجات من الناحية البيئية.

2- يختلف التأثير الناتج عن نوعية الضوء من نوع الى اخر من النباتات.

3- ونظرا لان النباتات تنمو تحت الظروف الطبيعية فالاختلافات في نوعية الضوء لم تبرهن اهميتها الكافية كي تصبح من عوامل المحيط الحرجة بالنسبة للنباتات.

4- ان العوامل التي تؤثر في نوعية الضوء هي نفسها التي تؤثر في كميته.

لهذا نجد ان كمية وطول فترة الاضاءة هي المتغيرات المهمة من الناحية البيئية.

تحدد الكمية الممتصة للضوء من قبل الهواء الجوي نوعية اطوال الموجات التي يمكن ان تصل الى الارض، كما وتؤدي الغيوم والضباب والدخان والغبار والرطوبة الجوية الى زيادة انتشار وامتصاص موجات الضوء المختلفة ونتيجة لذلك تستلم المناطق الجافة موجات ضوئية متباينة عن الموجات التي تستلمها المناطق الرطبة، والمناطق المفتوحة تتفاوت عن المدن الصناعية الكثيرة الضباب والدخان. وعلى العموم كلما زاد الانتشار في طبقات الجو كلما زاد نفاذ موجات الضوء الاحمر وقل نفاذ موجات اللون الازرق الى سطح الارض.

**2- شدة الضوء Light intensity**

كمية الضوء المستلمة في وحدة المساحة ولفترة معينة من الزمن.

ان التغيرات التي تحصل في شدة الضوء يمكن ان تعزى الى العوامل التالية:

1- تأثيرات الغلاف الجوي Effect of atmosphere

ان الغازات الجوية خاصة النتروجين والاوكسجين تمتص كميات قليلة من الاشعاعات الضوئية ذات الاطوال الموجية القصيرة والتي تدخل من خلال طبقة الغازات التي تحيط بالكرة الارضية وبسبب هذا الامتصاص نجد ان الاشعة فوق البنفسجية ذات الاطوال الموجية التي يقل طولها عن 290 ملي مايكرون لايمكن ان تصل ابدا الى سطح الكرة الارضية. وكلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر قل سمك طبقة الهواء المحيطة بالارض ويكون الضوء اكثر بريقا، اذ تقدر شدة الاضاءة على قمم الجبال التي يكون ارتفاعها 1000 متر بـ 129000 لوكس مقارنة بـ 107000 لوكس عند مستوى سطح البحر وفي نفس المنطقة ولكن هذه الاختلافات قليلة الاهمية للنباتات مقارنة بتأثير الغيوم والضباب في شدة الاضاءة ولهذا السبب تكون شدة الاضاءة في المناطق الجافة اكبر بكثير مما هو عليه في المناطق الرطبة، ويسمى الضوء المبعثر بواسطة جزيئات وقطرات الماء بالضوء المنتشر (Diffuse light) او ضوء السماء (Sky light) ويشكل هذا الضوء في الايام الصافية 10-15% من كمية الضوء الكلي، في حين تصل نسبته الى 100% في الايام الغائمة.

- ان لزاوية سقوط الضوء اهمية كبيرة في تحديد كمية الضوء الواصل للأرض، فكلما ازدادت المساحة التي تقطعها الاشعة نتيجة انحراف زاوية سقوطها مرت بطبقات اكثر من الغلاف الجوي وانتشرت على مساحة اكبر وهذا يؤدي الى قلة شدة الاضاءة الواصلة للأرض، ولهذا تكون شدة الاضاءة في المناطق الاستوائية عالية بسبب وضع الشمس العمودي، وكلما اتجهنا نحو القطبين قلت شدة الاضاءة بسبب بعد المسافة بين الشمس والارض وازدادت نسبة الضوء المنتشر.

2- تأثيرات طبوغرافية الارض.

ان اتجاه وميلان سطح الارض يسبب في اختلافات كبيرة في شدة الضوء وفترة الاشعاع الشمسي اليومي ولكن بصورة عامة فان عامل الحرارة هو اكثر اهمية وتأثيرا من عامل الضوء في مجال الطبوغرافية. ففي المنحدرات المواجهة للقطبين فان ضوء الشمس المباشر قد يفقد كليا وقت الظهيرة، ولهذا فان النباتات النامية على هذه المنحدرات تعتمد كليا في هذا الوقت على ضوء السماء (الاضاءة غير المباشرة)والتي تكون ما نسبته 17% من الضوء المستلم على سطح الارض ولهذا عند زراعة النباتات في هذه المناطق يجب تجنب النباتات او العوامل الاخرى التي تقلل من الاستفادة من الضوء.

3- تأثيرات خطوط العرض

كلما اتجهنا نحو القطب الشمالي فان فصل النمو يقصر تدريجيا والضوء يكون ضعيفا ويعوض عن ذلك بزيادة طول اليوم في فصل الصيف، وان التمثيل الضوئي خلال ايام الصيف عند خطوط العرض الواطئة يقل وذلك لتأثير درجات الحرارة العالية في هذه العملية عند خطوط العرض الواطئة.

4- تأثيرات طبقات الماء

ان النباتات المغمورة بالماء تصلها شدة اضاءة قليلة، اذ ان جزء من الضوء ينعكس عند سطح الماء والباقي منه يمتص بواسطة الطبقات العليا وكلما يزداد العمق تزداد المسافة التي يخترقها الضوء مما يؤدي الى قلة شدة الاضاءة وحتى لو كان الماء صافيا فان 50% يرتطم بالسطح الا ان اختراق الضوء للثلج غالبا ما يكون كافيا للسماح للنباتات للبدء بالنمو قبل ذوبان الغطاء الثلجي في الربيع وهذا يعتمد على سمك طبقة الثلج، ويمكن ان تتم عملية التركيب الضوئي تحت سمك 100 سم من الثلج بالرغم من قلة شدة الاضاءة.

5- تأثيرات الجزيئات العالقة.

الجزيئات الصلبة المنتشرة في الهواء (كالغبار والدخان) لها اهمية كبيرة في التأثير على كمية الضوء بسبب حجبها له، حيث تعمل كعازل يقلل من شدة الضوء الساقط على الارض، فالدخان في المدن الصناعية المتقدمة يحجب حوالي 90% من الضوء والتأثير الاكثر خطورة هو الذي يحصل من جراء تراكم جزيئات الدخان وترسبها بشكل طبقة او غشاء رقيق على اسطح النباتات فتحجب كمية الضوء اللازم لعملية التركيب الضوئي خاصة بالنسبة للنباتات المغطاة بالزغب او مواد لزجة والحالة نفسها بالنسبة للأشجار الدائمة الخضرة حيث تكون اكثر تأثرا من المتساقطة الاوراق بسبب استمرار تعرض اوراقها لهذه الاضرار على مدار السنة.

6- تأثير طبقات الغطاء الخضري

تمرر اوراق الاشجار حوالي 10% فقط من كمية الضوء الساقط عليها بينما ينفذ معظم الضوء الى الاسفل بمروره بين الاوراق الساقط عليها وبشكل بقع شمسية (Sun flecks)، ففي الغابات فان الاشجار الكبيرة تستلم معظم الضوء الساقط على الغابة بينما تستلم الشجيرات القصيرة التي تنمو تحتها كمية اقل من الضوء، والاعشاب الصغيرة تستلم ضوءا اقل من الشجيرات الصغيرة ونتيجة لذلك نجد ان بعض النباتات لا تقدر على النمو لقلة الضوء اللازم لإتمام فعالياتها الحيوية.

**اهمية الضوء للنباتات.**

1- ان الضوء هو العامل الرئيسي المؤثر في جميع النباتات الحية، لان الضوء هو الذي يؤثر وينبه النباتات للقيام بعملياتها الحيوية، اذ ان البلاستيدات لاتقوم بعملها الا في وجود الضوء الضروري لاتحاد الماء وثاني اوكسيد الكربون في عملية التركيب الضوئي لتكوين جزء السكر الذي تتكون من المواد الكربوهيدراتية.

2- يلعب الضوء دورا كبيرا في تكوين المادة الخضراء في النباتات، وقد وجد ان النباتات النامية في الظلام والدرنات تعطي نموات لونها اصفر، ولكن عند تعريض هذه النموات الى الضوء تصبح ذات لون اخضر طبيعي ويطلق على عملية تعرض النباتات للظلام بـ Etiolation

3- للضوء دورا هاما جدا في توزيع وتركيز الاوكسين في الانسجة، اذ ان الاوكسين هو الهرمون الطبيعي في النباتات والمتحكم في النباتات، كما ان الضوء هام في تكوين هرمون الازهار (الفلوروجين) في اوراق النباتات وبالتالي محصول النباتات.

4- الضوء هام في تلون الثمار وهذا يرجع الى ان للضوء دورا رئيسيا في تكوين المواد الكربوهيدراتية التي تتكون منها الصبغات المختلفة الملونة للثمار وبالتالي جودة الثمار

5- يعد ضوء الشمس المصدر الرئيسي للطاقة على سطح الكرة الارضية والجو المحيط بها، اذ ان هذه الطاقة ترسل عبر حوالي 93 مليون ميل تقريبا من الفضاء في صورة اشعاع Radiation، ويصل اشعاع الشمس الى الارض في صورة موجات سرعتها حوالي 186000 ميل في الثانية وتصنف هذه الطاقة على اساس طول الموجه حيث تمثل الطاقة الاشعاعية المرئية (Visible light) جزءا ضئيلا فقط في المجال الكهرومغناطيسي والاشعة المرئية تؤثر كثيرا في جميع النباتات.

**الكثافة الضوئية**

يعبر عن الكثافة الضوئية بانها عبارة عن كمية الضوء الكلية الواصلة الى الثمار والتي تختلف في أي منطقة باختلاف طول اليوم والموسم والبعد في خطوط الاستواء، اذ انها تزداد منذ شروق الشمس وحتى فترة الظهر ثم تنخفض بعد ذلك تدريجيا كما انها تكون مرتفعة في فصل الصيف ومتوسطة في الربيع والخريف ومنخفضة في الشتاء، وتكون عند اقصى ارتفاع لها في منطقة خط الاستواء وتنخفض تدريجيا كلما اتجهنا نحو القطبين الشمالي والجنوبي.

تؤثر الكثافة الضوئية في نمو واثمار النباتات، فاذا كانت العوامل الاخرى مناسبة فان معدل التمثيل الضوئي يزداد بزيادة شدة الاضاءة ولحد معين، حيث ان زيادة شدة الاضاءة اكثر من اللازم تضر بالأنسجة النباتية، اذ تؤدي الى هدم الكلوروفيل وبالتالي تقلل من عملية التمثيل الضوئي.

ان تخلل الضوء الى داخل النباتات وخاصة الاشجار يساعد في زيادة تكوين البراعم الزهرية (الثمرية) على الافرع الداخلية وقد وجد ان علاقة الضوء وجودة الثمار هي علاقة موجبة، فقد لوحظ ان زيادة تخلل الضوء داخل اشجار التفاح والكمثرى والخوخ وكرمات العنب ادى الى تحسن في تلوين الثمار وزيادة نسبة المواد السكرية بالثمار وان قلة الاضاءة في داخل الاشجار يؤدي الى قلة محصول الاشجار وتركزه في الاجزاء العليا المعرضة للشمس مما يصعب من جمع الثمار وقلة جودة الثمار وتشابك الافرع وزيادة الاصابات المرضية وبالنهاية قلة او قصر عمر الاشجار.

**طول الفترة الضوئية**

وتعني مدة بقاء الضوء خلال اليوم.

او هي عبارة عن طول الفترة الضوئية خلال اليوم وتعرف باسم الفترة الضوئية Photoperiod وتلك الفترة تختلف بالطول حسب الموسم ففي المناطق المعتدلة يتساوى تقريبا طول الليل مع طول النهار 12 ساعة وذلك خلال فصلي الربيع والخريف وفي 21 اذار و 21 ايلول يتساوى طول الليل والنهار، بينما في الصيف يكون النهار طويلا واليوم في 21 حزيران يكون اطول نهار بينما يكون العكس شتاءا (فترة ضوئية قصيرة) والليل طويل وفي 12/21 يكون اقصر نهارا واطول ليلا خلال الموسم.

ويختلف طول الفترة الضوئية حسب البعد والقرب من خط الاستواء ففي المناطق الاستوائية يتساوى طول النهار مع طول الليل، بينما في المناطق القطبية (القطبين الشمالي والجنوبي) يكون فيها النهار قصير جدا في الشتاء حتى تكاد لاتشرق الشمس الا لفترة قصيرة جدا وتختلف النباتات في تأثرها بطول الفترة الضوئية ويمكن ان تقسم النباتات الى:

1- نباتات النهار القصير Short-day plants

2- نباتات النهار الطويل Long –day plants

3- نباتات النهار المحايد Day-Neutral plants (عديمة التأثر بطول النهار).

**الضوء وعملية التركيب الضوئي**

ان الاوراق عبارة عن مصنع انتاج المواد الكربوهيدراتية، حيث انها تحتوي على البلاستيدات الخضراء التي تحتوي على الكلوروفيل الذي يتأثر بالأشعة الضوئية وبناءا على ذلك تتمكن النباتات من القيام بعملية التركيب الضوئي، والاشعة الضوئية التي يتأثر بها النبات ذات اطوال موجية من 390-760 ملي مايكرون، وتقدر نسبة الطاقة الضوئية التي تدخل في عملية البناء الضوئي بالنسبة لمجموع الطاقة الاشعاعية التي تستقبلها الكرة الارضية بحوال 0,1% وهذه النسبة هي المسؤولة عن توفر مصادر الغذاء في العالم كله.

**صبغات البناء الضوئي**

تقسم الصبغات المتعلقة بالبناء الضوئي الى عدة اقسام اهمها الكلوروفيلات وهي اهم مجموعة والفيكوبلينات (Phycobilins) ويشابه تركيبها مجموعة الكلوروفيلات ويوجد منها نوعان رئيسيان.

أ- الفيكوارثرينات (Phycoerythrins): وهي حمراء اللون وتوجد في الطحالب.

ب- الفيكوسيانينات (Phycocyanins) ويكون لونها ازرق

الكاروتينات (Carotenoids)

الزانثوفيلات (Xanthophlls)

**الكلوروفيلات**

اهم هذه الكلوروفيلات هما كلوروفيل A و B وهما المسؤولان عن اللون الاخضر في النبات

**كلوروفيل A** لونه اخضر مزرق ويحتوي على مجموعة المثيل على ذرة الكاربون رقم 3 والرمز الجزيئي له (C55H72O5N4Mg) وعند تعرض هذه الصبغة للاشعة فوق البنفسجية تشع هذه الصبغة لونا احمرا دمويا

**كلوروفيل B** لونه اخضر مصفر ويحتوي مجموعة الديهايد على ذرة الكاربون رقم 3 والرمز الجزيئي ( C55H70 O6N4Mg) وعند تعرض هذه الصبغة للاشعة فوق البنفسجية تشع هذه الصبغة لونا احمرا بنيا.

يختلف كلوروفيل A عن كلوروفيل B في خاصية امتصاص الضوء (لكل منهما منطقتا امتصاص) فقد وجد ان منطقة الامتصاص الاولى تقع في النطاق البنفسجي، بينما تقع منطقة الامتصاص الثانية في النطاق الاحمر ويعتقد ان هذه الصبغات تتحد مع نوع معين من البروتينات داخل البلاستيدة الخضراء مما يعطيها الصورة النشطة في البناء الضوئي.

**العوامل المؤثرة في بناء الكلوروفيلات**

1- **عوامل وراثية**: هناك بعض البذور عند انباتها تعطي نباتات بيضاء اللون خالية من الصبغة الخضراء حتى عند توفر جميع الظروف المناسبة للنمو وتعرف هذه الظاهرة بالالبينو وهذه البادرات تموت بعد استنفاذ جميع المواد الغذائية الموجودة ويعزى ذلك الى اسباب وراثية وتحدث نتيجة الطفرات وكثيرا ماتحدث هذه الحالة في اصول الحمضيات.

2- **الضوء** : ضروري جدا لبناء الكلوروفيل وقد تتمكن بعض النباتات من بناء الكلوروفيل في الظلام ولكن ذلك قليل جدا وتسمى النباتات النامية في الظلام بالنباتات الشاحبة او نباتات الظلام Etiolated plant وعند تعرض هذه النباتات للضوء يعود اليها اللون الاخضر.

3- **الاوكسجين** لقد وجد انه في غياب الاوكسجين فانه لايمكن للبادرات البيضاء النامية في الظلام ان تكتسب اللون الاخضر حتى عند توافر جميع الظروف الاخرى الملائمة لبناء الكلوروفيل فيما عدا الضوء.

4- **الكربوهيدرات**: وجد انه في غياب السكريات الذائبة لايمكن للبادرات البيضاء النامية الظلام ان تتلون باللون الاخضر ولكن عند اضافة المواد الكربوهيدراتية لها تتلون باللون الاخضر.

5- **النتروجين**: يدخل هذا العنصر في بناء جزيئة الكلوروفيل لذا فان نقصه يؤدي الى نقص بناء الكلوروفيل وتصبح الاوراق شاحبة اللون خاصة الاوراق القديمة وذلك لانتقال هذا العنصر من هذه الاوراق الى الاوراق الحديثة.

6- **المغنيسيوم:** يدخل هذا العنصر في بناء جزيئة الكلوروفيل لذا فان نقصه الى تبقع واصفرار الاوراق القديمة وذلك لانتقال هذا العنصر الى الاوراق الحديثة لانه عنصر متحرك داخل النبات

7- **الحديد** وبعض العناصر الغذائية الاخرى: ان الحديد ضروري لبناء صبغة الكلوروفيل وفي حالة نقصه يتاثر بناء الكلوروفيل كما ان عنصر المنغنيز والنحاس والزنك تساهم بصورة غير مباشرة في بناء الكلوروفيل.

8- **درجة الحرارة**: وجد من الابحاث ان النباتات يمكنها بناء الكلوروفيل في مدى حراري بين 3-48 درجة مئوي، الا ان العملية تكون في قمة نشاطها عندما تكون درجة الحرارة بين 26-30 درجة.

9- الماء: يؤدي العطش او الجفاف الى انخفاض بناء الكلوروفيل وقد يؤدي الى هدم الكلوروفيل خاصة في حالة العطش الشديد.

10- الاضطرابات الفسلجية: ان حدوث الاضطرابات الفسلجية مثل اختناق الجذور نتيجة لزيادة مستوى الماء الارضي او الملوحة الزائدة بالتربة او الاصابة بالنيماتودا او غيرها او عند الاصابة بالامراض الفطرية او الحشرية او البكتيرية او الفيروسية كل ذلك يؤدي الى قلة بناء الكلوروفيل وحتى هدم الكلوروفيل الموجود في النبات.

**صبغة الكاروتين**

يوجد حوالي 60 نوعا من هذه المركبات الطبيعية في النبات معظمها يتميز باللون الاصفر والبرتقالي وتركيبها (C40H56) ولها ثلاث صور متشابهة توجد عليها القا وبيتا وكاما واكثرها شيوعا هي المتشابهة بيتا وهي عبارة عن المادة الخام التي يبنى منها فيتامين A

**دور الضوء في عملية التمثيل الضوئي**

يحتاج النبات الى الضوء الطبيعي المرئي او الصناعي وتمتص الاوراق جزء من هذا الضوء وينفذ البعض وينعكس البعض الاخر، وقد وجد ان الاوراق تمتص حوالي 50-80% من الاشعة المرئية التي تسقط عليها والاوراق السميكة تمتص عادة نسبة اعلى من الضوء من الاوراق الاقل سمكا، كما وجد ان الاوراق الخضراء تعكس تعكس الاشعة الضوئية الحمراء الطويلة الموجه اكثر من غيرها وبدرجة اقل من السابقة بالنسبة للاشعة الخضراء وعلى العكس من ذلك فان الامتصاص يكون اقصى مايكون عند الاشعة الزرقاء والبنفسجية والبرتقالية الحمراء.

ان عملية التركيب الضوئي تزداد بسرعة بزيادة كمية الضوء الى ان يصبح عامل اخر هو المحدد، وقد وجد ان تاثير الضوء في هذه العملية يكون من ثلاثة عوامل هي

أ- شدة الاضاءة

ب- نوع الضوء

ت- فترة التعرض للضوء

**الضوء وعملية التنفس:**

يؤدي الضوء الى زيادة طفيفة في معدل سرعة التنفس، ففي النهار تكون عملية البناء الضوئي اسرع قليلا من عملية التنفس حوال 8 امثال وعلى ذلك فان Co2 الناتج عن عملية التنفس لايكفي لعملية البناء الضوئيبالسرعة العادية .

ان عملية التبادل الغازي تخضع لعملية التركيب الضوئي لانها هي العملية المؤثرة في في صورة هذا التبادل وبالتالي حجم كل من Co2 و O2 المشتركين في التنفس، وفي الظلام تقف عملية البناء الضوئي ويؤدي ذلك الى انعكاس صورة التبادل الغازي حيث يدخل O2 ويخرج CO2 وهما عبارة عن التغير الحقيقي في عملية التنفس وحدها.

**شدة الإضاءة والنتح:**

يحتاج النبات الى 1% من شدة الاضاءة العادية للشمس وذلك للقيام بعملية البناء الضوئي وتشجيع عملية النتح، اما معظ الجزء الباقي من الطاقة الضوئية فيتحول الى طاقة حرارية تؤدي الى زيادة حرارة المسطح الورقي، وهذا يؤدي الى زيادة معدل النتح بالاوراق وفي حالة شدة الاضاءة العالية تلجأ النباتات الى غلق ثغورها.

**الضوء واكثار النباتات:**

وجد ان معظم النباتات تكون نسبة انباتها جيدة في الظلام ويقل النبات بتعرض البذور للضوء، كما يلعب الضوء دورا مهما في نجاح العقل خاصة عقل النباتات المستديمة الخضرة، لانه وجد من بعض الابحاث ان ترك ورقة او ورقتين على كل عقدة ادى الى زيادة نسبة نجاح العقل وذلك لان الوراق تقوم بعملية التمثيل الضوئي الذي تنتج عنه المواد السكرية التي تنتقل الى قاعدة العقل وتستخدم في تكوين الجذور وبالتالي زيادة نسبة نجاح العقل، كذلك وجد من الابحاث ان تعرض الافرع للظلام والتي تؤخذ منها العقل خاصة عند قواعد العقل ادت الى زيادة نسبة نجاح العقل بسبب ان الظلام يساعد وينبه النباتات على انتاج مواد هرمونية طبيعية والتي تشجع على على نمو وتكوين مبادئ الجذور بالعقل، كما ان الظلام يساعد على تحلل المواد الغذائية المركبة الى مواد غذائية بسيطة سهلة الاستخدام في تكوين ونمو الجذور بالعقل.

**التكيفات للحد من الضوء الساطع**

تمتلك بعض النباتات تكيفات خاصة تقيها ضرر الضوء الساطع الذي قد يؤدي الى الاكسدة الضوئية للكلوروفيل مما يؤدي الى اصفرار الاوراق وقلة قابليتها في صنع الكربوهيدرات في عملية التمثيل الضوئي وكذلك زيادة سرعة النتح نتيجة لارتفاع حرارة الاوراق وعند ارتفاع درجة الحرارة اكثر من اللازم قد تغلق الثغور مما يؤدي الى قلة سرعة عملية التركيب الضوئي وزيادة سرعة التنفس ومن هذه التكيفات هي:

1- ان الاوراق المعرضة لضوء الشمس الساطع لبعض النباتات يصبح الشكل القرصي للكلوروبلاست عمودي على جدار الخلايا بدلا من الشكل المنبسط او الافقي ولهذا فان احدى الحافات فقط تتعرض لضوء الشمس المباشر.

2- ان نصول اوراق بعض النباتات تصبح عمودية كما هو الحال في الخس الشتوي *lactuca serriola*

3- *يكون محتوى الاوراق المعرضة للضوء الساطع من الكلوروفيل منخفضا مما يقلل من امتصاص الضوء ونفوذه حيث ان الامتصاص الكبير للضوء يتحول الى حرارة لها تاثير ضار في التوازن المائي الداخلي وعلى توازن عملية التركيب الضوئي-التنفس*

4- *لوحظ في العديد من النباتات ان هناك زيادة في تكوين صبغة الانثوسيانين مع زيادة شدة الاضاءة وان موقع هذه الصبغة يكون في الطبقات السطحية من الخلايا والتي تعمل كشاشة عاكسة تعيق اختراق الضوء ونفوذه الى الانسجه التي تحتها وتعكس الصبغات الحمراء بصورة رئيسية الحزم الحمراء الطويلة والتي لها اكبر تاثير حراري ولذلك يقل الخطر من ارتفاع درجة الحرارة*

5- يكون اللون السطحي لاوراق النباتات المقاومة للاشعاع العالي بيضاء اللون او مائلة الى اللون الابيض والتي تعكس الاشعة الضوئية فقد وجد ان بشرة نباتات الظل تمرر حوالي 98% من الضوء الساقط عليها مقارنة بـ 15% في نباتات الضوء

6- ان الطحالب التي تعيش في الماء تهرب من الاضاءة العالية بتحركها عموديا الى اسفل في البرك لتقليل ضرر شدة الاضاءة العالية عليها.

اثر الضوء في بعض الصفات الفسلجية للنباتات

1- قلة محتوى الاوراق من الكلوروفيل حيث تصبح الاوراق الخضراء مصفرة.

2- زيادة معدل عملية التركيب الضوئي لوحدة المساحة في الضوء الساطع مقارنة بالمعدل الواطئ في الضوء الضعيف.

3- ارتفاع معدل سرعة التنفس.

4- زيادة سرعة النتح.

5- ارتفاع المحتوى الملحي والسكري للخلايا ولهذا فان الجهد الازموزي يصبح اكثر سالبية.

6- انخفاض حموضة عصير الخلايا.

7- زيادة نسبة الكربوهيدرات/النتروجين في النبات.

8- التبكير في موعد الازهار وتاخير نضوج الازهار.

9- زيادة مقاومة النبات لاضرار درجة الحرارة والجفاف والاصابات المرضية

اثر الضوء في بعض الصفات التركيبية في النباتات.

1- سيقان النباتات تكون سميكة وان نشوء الخشب والانسجة الدائمية يكون جيدا.

2- قلة المساحة الورقية للنبات.

3- السلاميات قصيرة.

4- صغر حجم نصول الاوراق وزيادة سمكها ووضعها يكون عموديا.

5- صغر حجم الثغور وزيادة كمية الزغب على الاوراق وعمق تفصص الاوراق.

6- زيادة سمك الكيوتكل وكذلك جدران الخلايا.

7- صغر حجم البلاستيدات وقلة عددها.

8- زيادة عدد وحجم وتفرع الجذور ونسبة الجذر/الساق.

9- صغر حجم الفراغات البينية بين الخلايا.

10- زيادة الوزن الطري والجاف لكل من المجموع الخضري والجذري.

11- زيادة حجم العقد الجذرية في النباتات البقولية وزيادة عدد الاغصان للنباتات كافة.

محاضرات علم البيئة
قسم البستنة وهندسة الحدائق
كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل د. أسماء محمد عادل

## الحرارة The temperature

تعتبر الحرارة شكل من اشكال الطاقة والتي يمكن ان تتحول الى انواع اخرى من الطاقة او تنتقل من الاجسام الدافئة نسبيا الى الاجسام الباردة، وان اهم الاسس لنقل الحرارة هي الاشعاع والحمل والتوصيل.

### اهمية الحرارة كعامل بيئي

١- ان درجة الحرارة تعتبر من العوامل البيئية التي تؤثر على سير العمليات الفسيولوجية للنبات حيث تؤثر على سير التفاعلات الحيوية والنشاط الخلوي والأنزيمي والتنفس والايض الذي يحدث داخل العصارة وتركيب الغشاء الخلوي
٢- يرتبط توزيع النباتات بالبيئة واختلافها وتوزيعها بالحرارة واختلاف انواعها واصنافها ولهذا اعتمدت درجة الحرارة كأحد الاسس لتصنيف النباتات وتقسيمها فمثلا نباتات المناطق الحارة والباردة.
٣- تدخل كعامل بيئي تؤثر على عوامل البيئة الاخرى.

## المناطق الحرارية

ان التقسيم الاكثر شموليا للمناطق الحرارية هو تقسيم Koppen حيث قسم النباتات الى ٥ مناطق

١- Tropical zone المنطقة المدارية:- والتي لايقل فيها متوسط درجة الحرارة عن ٢٠ درجة مئوي في أي شهر من اشهر السنة وتشمل المناطق المدارية والاستوائية.
٢- Sub-Tropical zone: تحت المدارية او شبه المدارية تتميز بانه يوجد فصل بالسنة طوله من ١-٨ اشهر ومتوسط درجة الحرارة فيها ١٠-٢٠ مئوي اما بقية اشهر السنة فيزيد متوسط درجة حرارتها عن ٢٠ مئوي.
٣- Temperate zone: المعتدلة، تتميز بوجود فصل دافئ ٤-١٢ شهر ويتراوح متوسط درجة الحرارة فيها ١٠-٢٠ مئوي وبقية السنة تنخفض عن ١٠ مئوي.
٤- Cold zone المنطقة الباردة ويكون فيها الفصل الدافئ ١-٤ اشهر يتراوح متوسط درجة الحرارة ١٠-٢٠ مئوي وبقية فصول السنة اقل من ١٠ مئوي.
٥- Polar zone المنطقة القطبية: لايزيد متوسط الحرارة في أي شهر من اشهر السنة عن ١٠ مئوي

هناك تقسيمات اخرى : التقسيم اليوناني وتقسيم اوستن تقرأ في الكتاب

## الانقلاب الحراري Temperature Inversion

قد تزداد درجة الحرارة مع الارتفاع في مناطق مختلفة وفترات معينة خلافا للقاعدة العامة لانخفاض درجات الحرارة مع الارتفاع وتسمى هذه الحالة بالانقلاب الحراري وتسمى هذه الحالة بالانقلاب الحراري والذي ترجع اسبابه الى .

أ- الاشعاع الارضي:- الاشعاع الارضي في الليالي الصافية ذات الرياح الخفيفة في المناطق حيث تكون الارض مغطاة بالثلوج ونتيجة للاشعاع الارضي ووجود الثلوج تكون درجات حرارة الهواء الملامسة والقريبة من الارض ابرد نسبيا من الهواء الذي يعلو عليه ويسمى في هذه الحالة بالانقلاب الحراري السطحي (Surface inversion) ولايلاحظ مثل هذا الانقلاب فوق المسطحات المائية طالما تكون درجة حرارة الماء اعلى من درجة حرارة الطبقة الجوية الملامسة.

ب- اختلاف كثافة الهواء:- يحدث هذا الانقلاب في المناطق الجبلية حيث يكون الهواء باردا في قمم الجبال والتلول ونتيجة لهذا تكون اعلى من كثافة الهواء الموجود في الوديان فلذلك ينزل الهواء البارد من قمم الجبال نتيجة لثقله ويحل محل الهواء الحار في الوديان، وقد يؤدي هذا الى الانجماد الربيعي (Spring frost) ولذلك لاينصح بزراعة اشجار الفاكهة في مثل هذه الوديان لانها تتاثر بما يسمى ببحر الهواء البارد.

ت- الحمل الافقي للهواء:- يحدث هذا الانقلاب نتيجة لمرور هواء حار فوق سطح مائي بارد او فوق اراضي باردة.

ث- اصطدام الكتل الهوائية وتكوين الجبهات:- يحدث هذا النوع من الانقلاب الحراري نتيجة لاصطدام كتلتين هوائيتين مختلفتين في درجات الحرارة نتيجة لذلك تكون الكتل الهوائية الباردة في الاسفل نظرا لكثافتها العالية وتزيح الكتلة الهوائية الحارة وترفعها الى الاعلى ويسمى هذا النوع بالانقلاب الجبهوي (Frontal Inversion) .

ج- الانقلاب الهبوطي:- Subsidence Inversion:- يحصل عند هبوط جزء عظيم من كتله هوائية وانتشاره فوق طبقة هوائية سفلى ونتيجة لهذا الهبوط تزداد درجة حرارة الهواء النازل ذاتيا حيث تكون درجة حرارته اعلى من درجة حرارة الهواء الذي يقع اسفله.

## النظام اليومي لدرجات الحرارة

١- درجة الحرارة العظمى Maximum temperature :، وهي اعلى درجة حرارية يمكن للنبات ان يتحملها دون حدوث ضرر له حيث تختلف درجة تحمل النباتات للحرارة العظمى تبعا لعوامل عديدة.

أ- تغير كمية الماء:- هناك علاقة بين كمية الماء المتوفرة للجذور والمفقودة عن طريق الاوراق والسيقان بدرجات الحرارة ففي درجات الحرارة العالية وبسبب الماء او التأثيرات الاخرى يقل معدل النمو الى درجة كبيرة حتى يصل الى نقطة او درجة حرارة معينة عند تجاوزها يتعرض النبات للهلاك

او الموت فالتغيرات تبدأ في البروتوبلازم عند ٤٠ درجة مئوي وهذه التغيرات مضرة للنبات وتموت معظم النباتات عند ٤٠-٤٥ مئوي.

ب- تختلف درجة الحرارة العظمى باختلاف الانواع النباتية، فنجد ان بعض النباتات الاستوائية يمكنها ان تتحمل درجات حرارة عالية جدا والتي قد تكون في نفس الوقت مميتة لمعظم النباتات الاخرى.

ت- فترة النمو:- يمكن لبعض النباتات ان تتحمل درجات حرارة مختلفة في فترات معينة من اطوار حياتها فهي اقل تحملا في فترة النمو النشط عندما تكون انسجتها مملوءة بالماء واكثر تحملا في فترات السكون التي تتميز به البذور والكورمات وغيرها، فتتحمل البذور الجافة درجات حرارة اعلى من ١٠٠ درجة مئوية ولكنها تقتل بسهولة في درجة ٧٠ مئوية اذا كانت مبتلة.

٢- درجة الحرارة الصغرى

هي اقل درجة حرارة يمكن عندها للنبات ان يستمر في فعالياته الحيوية، حيث تختلف النباتات في درجة تحملها لدرجة الحرارة الصغرى فيمكن لقسم من النباتات القطبية النمو والتزهير في درجات حرارة منخفضة جدا ولكن قد يتوقف نمو بعض نباتات المنطقة الاستوائية او تقل فعالياتها الحيوية في حدود الـ ٢٠ درجة مئوي وتموت عندما تصل درجة الحرارة الى ١٠ درجة مئوي او اقل.

كما تؤثر درجات الحرارة الواطئة على النباتات في طور السكون والنمو فضرر الشتاء ينتج عنه موت النباتات او الاضرار بالجذور والسيقان والبراعم فتضرر الكثير من النباتات العشبية او الخشبية بالانجمادات عند بداية الربيع بفعل ضرر الشتاء، وان موت النباتات عند تعرضها الى درجات الانجماد ليس ناتجا عن التأثير المباشر لدرجات الحرارة المنخفضة بقدر ما هو نتيجة لتكون البلورات الثلجية داخل الانسجة النباتية، فعندما تتكون البلورات داخل البروتوبلازم يؤدي ذلك الى انجماد الخلايا اما النباتات المقاومة للانجماد فالبلورات الثلجية تكون بين الخلايا النباتية وليس بداخلها.

ان درجة الحرارة الصغرى للنبات تتغير باختلاف المحيط الذي تتواجد فيه، ومقدار تعرض هذه النباتات لدرجات حرارة مسبقة (حرارة منخفضة). فتهلك الاوراق والسيقان العشبية التي تحتوي على مقدار من الماء في خلاياها عندما تتعرض الى درجة الصفر المئوي، وتقاوم البذور الجافة والاجزاء غير الفعالة تحت سطح التربة التأثيرات المستمرة لدرجة الحرارة المنخفضة الى حدود – ٣٠ الى – ٤٠ درجة مئوي وقد تقاوم بعض البذور الحرارة المنخفضة حتى – ٢٥٠ درجة مئوي.

٣- درجة الحرارة المثلى Optimum t.

هي الدرجة التي يقوم عندها النبات بفعالياته الحيوية على احسن ما يمكن، الا انه من الصعب تحديد درجة الحرارة المثلى لمختلف العمليات الفسلجية كالتركيب الضوئي والتنفس والتكاثر لان كل منها يتوقف على مجموعة من العوامل الكيمياوية والفيزيائية

ولاتتطابق درجة الحرارة المثلى لكل عملية من هذه العمليات، فالدرجة المثلى لعملية التنفس هي اعلى بكثير من التركيب الضوئي ولذلك درجة الحرارة لايمكن ان تكون محددة وانما هي عبارة عن مدى معين من الدرجات.
كما ان النبات الواحد تختلف درجة الحرارة المثلى فيه لعملية التركيب الضوئي مثلا من فصل لأخر نتيجة لاختلاف الظروف المناخية وهذه الظاهرة تسمى التاقلم (Acclimatization) اما بالنسبة للنباتات التي توجد في بيئات مختلفة كالسواحل وقمم الجبال العالية، فقد وجد ان الاختلافات في درجات الحرارة المثلى لعملية التركيب الضوئي خلال الفصل الواحد راجع الى اختلافات وراثية وهذه الظاهرة تسمى التكيف (Adaptation).

النظام اليومي لدرجة الحرارة.
ان الاشعاع الشمسي عندما يصل الى الارض يقوم سطحها بامتصاص هذه الاشعة ولكنه يقوم برد جزء منها الى الجو على هيئة اشعاع ارضي وهذه الاشعة التي تسخن الهواء بصفة اساسية اكثر مما يسخن مباشرة من الشمس ويختلف الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي في ان الاشعاع الارضي اشعته مظلمة تحمل الحرارة فقط بينما الاشعاع الشمسي يحمل الضوء والحرارة معا، لذلك فدرجة حرارة الهواء هي نتيجة للاشعاع الارضي الذي ترده الارض للجو وللإشعاع الشمسي الذي يسخن سطح الارض والهواء الملامس له، ويصل الاشعاع اقصاه وقت الظهيرة بينما يبلغ الاشعاع الارضي اقصاه بعد الظهر بساعتين تقريبا.
يبدا الاشعاع الشمسي مع شروق الشمس وينتهي بغروبها بينما الاشعاع الارضي يستمر طول اليوم ويبلغ اقصاه بعد الظهر وادناه قبل الشروق.
ان انعكاسات الاشعاع الشمسي والارضي على درجات الحرارة يكون اعلى مايمكن بحدود الساعة الثالثة ظهرا وادنى درجة حرارة قبل شروق الشمس بقليل.
عند شروق الشمس وفي الصباح يبدا سطح التربة بامتصاص كمية كبيرة من الحرارة اكثر مما يفقدها عن طريق الاشعاع المنعكس وبهذا ترتفع درجة حرارتها بشكل تدريجي وسريع وبعد عدة ساعات تبلغ درجة حرارة الارض حدها الاعلى وتصبح كمية الحرارة المستلمة مساوية الى كمية الاشعاع المنعكس ثم تبدا درجة حرارة سطح التربة بالانخفاض عندما تضعف شدة الاشعاع الشمسي بعد الظهر. وبعد غروب الشمس يستمر سطح التربة الساخن باعطاء حرارته المتجمعة الى الجو بواسطة الاشعاع فتنخفض درجة حرارة التربة تدريجيا خلال الليل حتى تصبح اقل من درجة حرارة الهواء الملامس لها في الصباح الباكر الامر الذي يجعل من درجة حرارة سطح التربة اكثر تغيرا خلال النهار والليل مقارنة بدرجة حرارة الهواء.

هناك عدد من العوامل المؤثرة في كمية الاشعاع الذي يمتص او يعكس من التربة:-
١- لون وتركيب السطوح: يؤثر لون سطح التربة في كمية الاشعاع الذي يمكن ان يمتص وبدوره يتحكم في كمية الحرارة التي تخزن والاشعاع المنعكس مرة ثانية الى الغلاف الجوي ، فعندما تكون الارض جرداء فان اللون الفاتح للتربة يكون

معرضا للاشعاع الشمسي ويكون الانعكاس كبيرا بحيث تكون طبقة الهواء السفلي حارة جدا ولكن تبقى التربة باردة نسبيا، في حين ان سطح التربة الداكنة يمتص اشعاعا شمسيا اكثر وهكذا تصبح حارة نسبيا.

٢- المسامية والمحتوى المائي للتربة:- تستجيب الترب الخشنة الى الاشعاع الشمسي بسرعة اكبر من الترب الثقيلة والسبب في ذلك يعود الى المحتوى المائي للتربة، فكلما كانت التربة رطبة كانت التغيرات في درجة الحرارة بطيئة، حيث ان الحرارة النوعية للماء اعلى من حرارة الدقائق المعدنية بحوالي خمسة مرات لذلك تحتاج الى خمسة اضعاف كمية الحرارة لرفع درجة حرارة الماء الذي يوجد في الفجوات المسامية وكذلك تحتاج الى حرارة بحجم مساو لمعادن الطين

٣- الغطاء النباتي: عندما تكون حركة الرياح حرة لا تكون هنالك اختلافات في درجة حرارة الهواء في الشمس والظل ولكن في غياب الرياح فان الظروف تختلف كليا ، فخلال النهار يرتفع الهواء الحار الموجود فوق الارض الخالية من النباتات الى الاعلى، بينما يتكون الهواء البارد فوق الارض المفتوحة خلال الليل وينتشر الى المناطق المجاورة المغطاة، ان الرطوبة العالية للهواء تحت الغطاء النباتي تحتاج الى حرارة اكثر لرفع درجة حرارتها بصورة عامة، ولهذا السبب تنخفض درجات الحرارة في الغابات.

٤- الغطاء الثلجي: ان طبقة الثلج الساقطة على ارض منجمدة تمثل طبقة عزل، يمكن ان تمنع الذوبان لفترة طويلة او عند سقوطها على ارض غير منجمدة يمكن ان تمنع الانجماد خلال فترات الحماية من درجات الحرارة الواطئة، ويكون هناك تذبذب اقل في درجة الحرارة اسفل الطبقة الثلجية مقارنة بالهواء الموجود فوقها.

ان انعكاس الاشعاعات من سطوح الثلوج البيضاء يرفع درجة حرارة الهواء حالا ، وبسبب الارتفاع المؤقت في درجة الحرارة فإنها ربما تضر اعضاء النباتات الواقعة في هذا المستوى وخاصة عند الاشعاعات المنعكسة من الثلج عند الليل فانها تسبب انخفاضا كبيرا في درجة الحرارة

٥- ان درجة الحرارة تقل كلما ابتعدنا من خط الاستواء باتجاه القطبين وذلك لزيادة بعد الارض عن الشمس

وهنالك عوامل اخرى يمكن ان تؤثر في كمية الاشعاع الممتص او المنعكس منها

١- التدرج العمودي قرب وتحت سطح الارض

٢- التدرجات العمودية لدرجات الحرارة في الغلاف الجوي والانعكاسات في الغلاف الجوي

٣- تاثير الجبال والوديان

٤- توزيع الارض والماء (القرب من البحيرات والانهار)

٥- اتجاه حركة الرياح.

اهمية درجة الحرارة للنباتات:-

١- درجات حرارة النبات.: تميل درجات حرارة النبات المختلفة الى درجات حرارية قريبة من بيئتها وخاصة درجة حرارة الجذور والتي تكون مماثل تقريبا لدرجة حرارة التربة النامية فيها، ولكن هناك بعض الاستثناءات وخاصة عند زيادة النتح فانه يسحب عمود الماء البارد خلال الجذور الى الساق ثم الاوراق ثم الجو الخارجي وبذلك يمكن ان تختلف حرارة الساق عدة درجات عن حرارة الهواء وهذا يعتمد على مقدار امتصاص الاشعاع الشمسي، فكلما ازداد امتصاص الاشعاع الشمسي ارتفعت درجة حرارة الانسجة النباتية والعكس صحيح، وكذلك شكل الاشعاعات المنعكسة والتبخر الذي يميل الى تبريد الانسجة النباتية الى درجات حرارة اقل من درجة حرارة الهواء.
٢- درجة الحرارة والنتح: ان أي ارتفاع في درجة الحرارة ضمن الحدود الفسيولوجية فانه يؤدي الى زيادة معدل النتح، بسبب تاثير درجة الحرارة على حركة الثغور وعلى الضغط الازموزي وقد وجد ان الثغور تغلق عندما تقترب درجة الحرارة من الصفر المئوي وتزداد اتساعا مع ارتفاع درجات الحرارة حتى تصل الى ٢٠ درجة مئوي.
٣- درجة الحرارة وعملية التركيب الضوئي: ان مدى درجة الحرارة والتي تستطيع فيها النباتات من القيام بعملية التركيب الضوئي يكون واسعا فبعض انواع البكتريا والاشنات الزرقاء المخضرة تستطيع ان تقوم بالتركيب الضوئي حتى في درجات الحرارة العالية ٧٠ درجة مئوي، بينما تقوم بعض انواع المخروطيات بالتركيب الضوئي في درجات الحرارة الواطئة -٦ درجة مئوي.

ان العلاقة بين درجات الحرارة ومعدل البناء الضوئي تختلف باختلاف الانواع النباتية ففي نبات الاقحوان الذي يعيش في المناطق المعتدلة يكون معدل البناء الضوئي حوالي ١٥ درجة مئوي بينما نباتات المناطق الاكثر دفئا كالبطاطا والطماطم يكون معدل البناء الضوئي ٢٠-٢٥ درجة مئوي اما نباتات المناطق المدارية حوالي ٣٠ درجة مئوي أي ان النباتات قد تكيفت خلال الاجيال المتعاقبة الى درجات الحرارة السائدة في المناطق التي تنتشر فيها، كما ان درجة حرارة الصفر المئوي لاتوقف عملية البناء الضوئي بل على العكس يكون معدل التمثيل الضوئي في درجة الصفر المئوي اعلى منه في درجة ٤٠ درجة مئوي.
يبدا البناء الضوئي في درجة حرارة تقارب -٢ درجة مئوي في نباتات المناطق شبه المدارية والمعتدلة الحارة، اما في المناطق المعتدلة الباردة والباردة يبدا البناء الضوئي في درجات حرارة اقل انخفاضا فبعض النباتات كالعرعر والاشنات يبدا البناء الضوئي فيها في درجة حرارة ٢٠ تحت الصفر وحتى ٣٠-٣٥ تحت الصفر في حين ان العمليات التنفسية عندها تتوقف في درجة حرارة ١٠ تحت الصفر، وهكذا نجد ان هذه النباتات تملك وسيلة توقف بها التنفس دون البناء الضوئي وهذا

يفسر قدرة هذه النباتات على الحياة في درجات حرارة شديدة الانخفاض دون ان ينقص وزنها.
وعند دراسة العلاقة بين معدل البناء الضوئي ودرجة الحرارة لابد من ملاحظة ان هذه العلاقة ليست دائما ثابتة حتى في نفس النبات الواحد وتتوقف على العوامل الاخرى المرافقة وبالدرجة الاولى شدة الاضاءة و ثاني اوكسيد الكربون في الهواء المحيط بالنبات.

درجة الحرارة والتنفس :
يزداد معدل التنفس بزيادة درجة الحرارة ويعتقد بان اعلى معدل للتنفس يحدث بين درجتي الحرارة ٣٥-٤٥ مئوي وان انخفاض او ارتفاع الحرارة عن هذا المعدل يؤدي الى انخفاض في معدل التنفس وان ذلك يعتمد على نوعية النبات ومدى تأقلمه للبيئة، فالنباتات التي تعيش في المناطق الباردة وتتحمل درجات الحرارة المنخفضة قد تصل الى -٢٥ مئوي تتنفس بمعدل واطئ نسبيا اما النباتات التي تعيش في المناطق الحارة وتتحمل درجات الحرارة المرتفعة نسبيا (٥٠ مئوي) تتنفس بمعدل عالي نسبيا.
درجة الحرارة والامتصاص:
ينخفض معدل امتصاص الماء في كثير من النباتات اذا انخفضت درجة حرارة التربة الى الصفر المئوي او دونه ويتوقف ذلك على الانواع النباتية
ان امتصاص الماء للنباتات التي تعيش في المناطق الحارة ينخفض بدرجة اكبر من انخفاضه في النباتات التي تعيش في المناخ البارد.
ان انخفاض معدل امتصاص الماء بفعل درجات الحرارة يعتمد على العوامل التالية
١- انخفاض معدل استطالة الجذور.
٢- انخفاض في معدل حركة الماء من التربة الى الجذور.
٣- انخفاض في نفاذية الاغشية الخلوية.
٤- انخفاض في نشاط العمليات الايضية التي تحدث في خلايا الجذور.

اضرار الحرارة العالية:
ان الاضرار الناجمة عن ارتفاع درجة الحرارة الشديد قد يؤدي الى توقف عملية التركيب الضوئي وزيادة سرعة التنفس، كما قد يلزم ارتفاع درجات الحرارة الجفاف الذي يسبب قلة الماء في والذي يؤدي بدوره الى ايقاف النمو او حدوث اضرار على النبات ، فمثل تسبب حرارة الصيف العالية في المناطق ذات المناخ المعتدل والمزروعة بالتفاح الى احتراق الثمار (لفحة الشمس) ويمكن ان يؤدي ذلك الى موت الانسجة على شكل بقع صغيرة في جهة الثمار المقابلة للشمس في حالة اشعة الشمس القوية وعند سكون الرياح.
عند ارتفاع درجة الحرارة فوق الحد الاعلى بالنسبة لنمو النبات يدخل في حالة السكون وفي بعض الاوقات يصاحبها الاصفرار وقد تموت النباتات عند ارتفاع الحرارة الى درجات عالية.

بعض النباتات تموت عندما تتعرض الى درجات الحرارة الواقعة بين ٤٤-٥٠ مئوي بيد ان بعض النباتات الاخرى تقاوم درجات الحرارة الاعلى من ذلك، كما ان انسجة الساق المدفونة في التربة الصحراوية قد تقاوم اعلى من ٥٠ مئوي.
ان النباتات التي لاتقاوم درجات الحرارية العالية تموت لان بعض انزيماتها تفقد خصائصها الحيوية (Denaturation) في درجات الحرارة الواقعة بين ٤٥-٥١ مئوي ولكن النباتات التي تستطيع العيش في هذه الحدود من درجات الحرارة العالية لاتحدث فيها (Prtein Denaturation ) .
ان موت النباتات غير المؤقلمة لدرجات الحرارة العالية يرجع الى الاسباب ابتالية.
١- تجمد وانكماش البروتين.
٢- تشوه تركيب البروتوبلازم.
٣- تهدم وتحلل البروتينات محررة الامونيا التي تسبب التسمم والموت.

النباتات المؤقلمة لدرجات الحرارة العالية تمتاز بما يلي.
١- انها تحتوي على نسبة عالية من الماء المرتبط وان بروتوبلازمها ذو لزوجة عالية
٢- ان هذه النباتات تستطيع ان تبني المواد الحيوية بمعدلات مناسبة في درجات الحرارة العالية أي ان معدل الهدم يساوي البناء وبذلك تتجنب التسمم بالامونيا، كما ان تعطيش النبات المسبق يساعد في عملية التاقلم للحرارة العالية.

التكيفات الشكلية التي تحمي النباتات نفسها من درجة الحرارة العالية.
١- صغر حجم الاوراق.
٢- لون الاوراق الابيض والذي يعكس الاشعة الشمسية.
٣- الترتيب العمودي لنصول الاوراق.
٤- وجود غطاء من الشعيرات الميتة او القشرة التي تكسو السطح تجعل الخلايا حية.
٥- سمك القلف الفليني الذي يعزل اللحاء والكمبيوم.
٦- المحتوى المنخفض من الماء في البروتوبلازم.

وقد يعتمد الضرر الذي تحدثه الحرارة العالية على :
١- نوع وصنف النبات.
٢- مقدار الدرجة الحرارية ومدة بقائها.
٣- الرطوبة النسبية في الغلاف الجوي.
٤- المحتوى الرطوبي للأنسجة النباتية
٥- التكيفات التي يمتلكها النبات لمقاومة الارتفاع في درجة الحرارة.

اضرار الحرارة المنخفضة:

هناك ثلاثة ظواهر اساسية تشترك في موت النباتات بواسطة الحرارة المنخفضة هي:

١- ترسيب البروتينات في النباتات قبل انخفاض درجات الحرارة الى نقطة انجماد الماء
٢- تكون الثلج في المسافات البينية بين الخلايا وهذا يؤدي الى سحب الماء خارج البروتوبلازم والذي يؤدي الى حدوث تشوهات من خلال انقباض الخلايا التي يمكن ان تكون قاتلة كذلك عند ذوبان البلورات الثلجية بسرعة فان جدران الخلايا يمكن ان تستطيل بسرعة اكبر من البروتوبلاست وبالتالي تنتفخ الخلايا او تتمزق.
٣- يؤدي الانجماد السريع الى تكوين ثلج داخل البروتوبلاست وان البلورات الثلجية تعيق تنظيم البروتوبلازم وبالتالي موت الخلايا.

تختلف قابلية النباتات لتحمل درجات الحرارة المتطرفة بصورة واسعة ، فبعض النباتات الاستوائية مثل الرز والقطن تتاذى عند تعرضها لدرجة الحرارة الواطئة والتي هي فوق درجة الانجماد ، في حين ان هناك نباتات اخرى لاتتاذى حتى تتجمد ، وهناك نباتات نشأت في المناخ البارد يمكن ان تتحمل البرد لفترة معينة حتى ولو كانت انسجتها منجمدة.

ان نقطة انجماد عصير النبات تبلغ بصفة درجات تحت الصفر المئوي بسبب احتوائها على المواد المذابة.

كما تختلف اعضاء النبات الواحد في مقاومتها لدرجات الحرارة الواطئة، حيث ان الاوراق والجذور اكثر حساسية للبرد او الانجماد من السيقان، والاوراق الغضة هي اكثر حساسية من الاوراق ذات العمر الاكبر، ويظهر الضرر اولا في براعم النباتات الخشبية وبعدها ينتشر اسفل الكمبيوم، والخشب الغض هو اكثر تضررا من الخشب الناضج.

تعتمد درجة الضرر اللذي تعاني منه النباتات نتيجة لانخفاض درجات الحرارة على ما يلي.

١- مقدار الدرجة الحرارية وفترة بقائها.
٢- كيفية حدوث الدرجة الحرارية المنخفضة هل حدثت بصورة مفاجئة او بصورة تدريجية.
٣- الظروف الفسلجية للنبات قبل حدوث البرودة .
٤- مستوى التغذية المعدنية للنبات.
٥- المحتوى الرطوبي للانسجة وطول اليوم.
٦- التكيفات التركيبية حيث ان اجزاء النبات المغطاة بزغب كثيف يمكنها تحمل الانجماد لفترة طويلة نسبيا من دون ان يتكون الثلج داخل الانسجة.

كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل
قسم البستنة وهندسة الحدائق

علم بيئة النبات /نظري
المرحلة الثانية
د. أسماء محمد عادل

# الجفاف الشتوي:

الجفاف نتيجة الاختلاف بين معدلات الامتصاص عن النتح.

ان التغيرات في درجة حرارة التربة تكون بطيئة، في حين ان حرارة الهواء تتناوب بالارتفاع والانخفاض عن درجة حرارة التربة، فعندما يكون الهواء ادفأ من التربة فان النباتات تواجه مشكلة صعبة في تعويض الماء المفقود من اجزاء النباتات العليا بواسطة النتح وعند انخفاض درجة الحرارة من 25 درجة مئوية الى الصفر المئوي فان لزوجة الماء سوف تتضاعف ولذلك تكون هناك صعوبة في انتقال الماء من التربة الى الجذور حيث ان درجة الحرارة المثلى للامتصاص من قبل الجذور بحدود 30 مئوي او اكثر بقليل.

ان اللزوجة العالية للبروتوبلازم في الشتاء اضافة الى زيادة لزوجة الماء تزيد من صعوبة انتقال الماء من بشرة الجذر الى الخشب ومن ثم الى الثغور، كما ان الحرارة المنخفضة للتربة تعيق نمو وانتشار الجذور وكذلك صعوبة وصول الماء الى ساق النباتات في حالة وجود انجماد فوق سطح التربة.

ان النسيم الدافئ سيزيد من عملية التبخر من دون ان يحدث تعويض للماء المفقود نتيجة لبرودة التربة، وهذا سوف يؤدي الى تلف السيقان وبالتالي موت النباتات لذلك فان اصحاب المشاتل يضعون غطاء بلاستيكي على النباتات الخضراء للتقليل من ضرر الدرجات الحرارية الواطئة.

## الماء كعامل بيئي في حياة النبات

تظهر اهمية الماء في التفاعلات الحياتية حيث للماء صفات فيزيائية وكيميائية في حياة النبات.

1- تبرز اهمية الماء بصفاته الفيزياوية والكيمياوية للأواصر الموجودة به ويعد الماء اكثر الجزيئات غزارة في جسم الكائن الحي ومعظم التفاعلات الكيميائية لاتتم الى بمحلول مائي او يكون الماء وسط هذا التفاعل كونه مذيب عام لا غلب المواد الموجودة في الخلية النباتية وبدون ذوبان الماء يصعب دخولها في أي تفاعل بايولوجي.
2- يكون الماء جزءا كبيرا من بروتوبلازم خلايا النبات وعندما يقل تقف معظم العمليات الحيوية للخلية ويدخل في تركيب البروتين والكربوهيدرات والاحماض الامينية والانزيمات.
3- يدخل الماء في كثير من التفاعلات التي تحدث بصورة مستمرة في البروتوبلازم والمثال على ذلك عملية التحلل المائي (Hydrolysis) كتحويل النشأ الى سكريات بسيطة.

4- بدون الماء يصعب توزيع الكربوهيدرات والهرمونات وغيرها من المواد في النبات.
5- يعتبرعامل اساسي في انتفاخ الخلايا، بدون الماء ينهدم هيكل النبات فالضغط الانتفاخي للخلية هو الذي يعطيها شكلها وبالتالي للنبات بشكل خاص.
6- يعتبر الماء عاملا مهما في تبريد النبات والمحافظة عليه من ارتفاع درجات الحرارة.

**الرطوبة الجوية Atmospheric moisture :** وتشمل

1- **البخار غير المرئي (الرطوبة) Humidity** : يعبر عن محتوى الهواء من بخار الماء غير المرئي بالرطوبة النسبية، وهي النسبة المئوية للكمية العظمى التي للهواء ان يحملها في درجة الحرارة السائدة ويمكن للهواء الدافئ ان يحمل بخار ماء اكثر من الهواء البارد اذ تتضاعف قابلية الهواء لحمل البخار غير المرئي مع كل زيادة في درجة الحرارة بمقدار 11 درجة مئوي.

تنخفض الرطوبة النسبية خلال النهار مع الزيادة في المسافة عن سطح البحر، ويكون ذلك اكثر وضوحا عندما يكون هناك غطاء نباتي كثيف.

2- **البخار المرئي (الغيوم والضباب والامطار):** تحتوي الغيوم والضباب على قطرات الماء وفي بعض الحالات على بلورات ثلجية صغيرة جدا تنتج من برودة الهواء الى درجة حرارة تحت نقطة الندى، تتكون الغيوم عادة عندما تكون درجة الحرارة منخفضة بسبب حركة الهواء من سطح الارض الى الاعلى أي الى المستويات الباردة للغلاف الجوي.

**اهمية الابخرة الجوية للنباتات:**

1- التأثير على شدة الاشعاع الشمسي : ان الاشعاع هو امتداد للطاقة خلال الفضاء وان مصطلح الطاقة الشمسية (Solar radiation) يستعمل للحرارة والضوء واشعاعات اخرى تنفذ وتنتقل من الشمس الى الارض، ان بخار الماء في الغلاف الجوي يحجز اكثر هذه الطاقة قبل وصولها الى الارض، وان البخار المرئي يختزل عملية التركيب الضوئي والنتح الى اقل كثيرا من المعدلات الطبيعية، وقد يعود النمو البطيء للأشجار في الجبال الاستوائية الى الغطاء الضبابي المحدد للطاقة الشمسية المتوفرة اليها.
2- التأثير على التبخر والنتح : مع بقاء كل العوامل الاخرى ثابتة، فان اية زيادة في الرطوبة النسبية تختزل معدلات النتح والتبخر بسبب انخفاض تدرج الضغط البخاري بين الغلاف الجوي والسطوح المرطبة، وقد وجد في احدى التجارب بان النتح ازداد ست مرات عند انخفاض الرطوبة النسبية من 95%- 5%.

ان بعض الانواع من النباتات حساسة جدا من الهواء الجاف وبناءا على ذلك فإنها توجد في المناطق ذات الرطوبة العالية دائما ويطلق على هذه النباتات

**نباتات الرطوبة (Hygrophytes)** مثل السرخسيات الشريطية النامية في الظل الداخل للغابات الاستوائية.
هناك عدد من الفطريات التي تصيب النباتات عند زيادة الرطوبة النسبية وان الطقس الغائم او سقوط امطار كثيرة في فترة قصيرة تسبب انتشار الطفيليات بسرعة بين المحاصيل الحقلية، كما انه تحت الغطاء الثلجي قد تهاجم الصنوبريات من قبل الفطريات الرطبة (**Hygrophytic Fungi**)

## صور الماء في الطبيعة

1- **الندى (Dew):** قطرات الماء المتجمعة على الاسطح النباتية حيث يتكثف بخار الماء في الليالي الباردة الصحوة التي يسبقها يوم ممطر فيتكون الندى وكميات مياه الندى قليلة لاتتجاوز في اغلب الاحيان اكثر من مليمتر، وتستفاد من ماء الندى نباتات المناطق الجافة والنباتات التي جذورها سطحية.

**الرطوبة النسبية Relative humidity :** النسبة المئوية لكمية بخار الماء الموجود فعلا في الهواء الى الكمية التي يمكن ان يحملها الهواء في درجة حرارة وضغط معين.

**العوامل التي تساعد على ظهور الندى:**

1- الجو الصحو وعدم وجود السحب اثناء الليل يؤدي الى فقدان التربة الى الحرارة بالاشعاع.
2- سكون الهواء يعطي مجال لتكاثف الابخرة وتكون الندى
3- انخفاض درجة حرارة الاسطح يساعد خصوصا دون درجة الندى.
4- ارتفاع الرطوبة 10% في المناطق الساحلية.

**الوظائف الفسيولوجية للندى:**

1- خفض درجة حرارة الاوراق النباتية والمحيط.
2- عن طريق التبخر والنتح يجهز النبات ببعض احتياجاته وقد تصل الى 100 ملم/ سنة

**مصطلح ET (Evapotranspiration):** معدل التبخر والنتح في الفترة من ك1- اذار ، يكون ET منخفض أي ضمان مخزون كافي مائي للمحاصيل الديمية وشبه الديمية.
بعد اذار الى ايلول ET معدله عالي كلما يرتفع ترتفع حاجة النبات الى الماء أي تظهر اهمية الري التكميلي.

**السحب Clouds :** تجمعات من بخار الماء المتكاثف في الجو بشكل قطرات مائية تختلط معها جزيئات صغيرة من الثلج اذا كانت درجة الحرارة منخفضة دون درجة التجمد.

**السحب المكونة من قطرات مائية** لاتختلف عن الضباب كثيرا في مظهرها وتركيبها والفارق الاساس هو انها تتكون من طبقات من الجو متباينة بينما الضباب يتكون فوق سطح الارض او البحر مباشرة.

ويتميز السحاب عن الضباب حيث تتكون السحب نتيجة التيارات الهوائية الصاعدة الى الجو وعندما تكون التيارات قوية تتميز السحب بسمكها الهائل وتعرف **بالسحب الركامية**، بينما السحب التي تتكون نتيجة صعود الهواء ببطئ تتكون في طبقات تعرف **بالسحب الطباقية**.

**الضباب Fog :** يعرف على انه أي مادة عالقة مع جزيئات الماء بالجو كالتراب مما يؤدي الى تحديد الرؤية او تقليل مدى البصر الى اقل من 1 كم او يسمى **شابورة (Mist)** عندما يكون مدى الرؤية ابعد من **1-4 كم**.

**العوامل التي تساعد على تشكل الضباب .**

1- انتقال الهواء الدافئ الى المناطق ذات الاسطح الباردة حيث يتكاثف البخار ويكون الضباب.
2- اختلاط الكتل الهوائية الدافئة مع الباردة كما في اوربا.
3- سرعة فقدان سطح الارض للحرارة بالإشعاع اثناء الليل في الليالي الساكنة والجو صحو.
4- وجود بعض المواد العالقة في الهواء كالدخان ويحدث هذا بالمدن الصناعية الكبيرة ويسمى بضباب المدن كما في لندن وهامبرغ.
5- انتقال هواء دافئ فوق سطح مائي بارد بحيث تصل درجة الحرارة الى نقطة الندى **(Dew point):** الدرجة التي اذا ما انخفضت درجة حرارة الهواء الى اقل منها فانه يصبح غير قادر على حمل كل مابه من بخار الماء فيتكاثف الجزء الزائد منه ويتحول من الحالة الغازية الى الحالة السائلة ويطلق عليها ايضا درجة حرارة التكاثف ( Condensation temperature). واكثر انواع الضباب الذي يحدث نتيجة فقدان الحرارة بالإشعاع.

وقد يحدث نتيجة مرور هواء بارد فوق سطح ماء دافئ ويسمى **ضباب البحر.**

فعالية الضباب تتاثر بعوامل بيئية مثل الرياح القوية والحرارة العالية والواطئة حيث.

1- يؤثر في زيادة عملية التمثيل الضوئي وتقليل اضرار الجفاف وزيادة نسبة الرطوبة بالانسجة الخضراء في المحاصيل الورقية.

2- يعمل على التقليل من نسبة النتح الى التبخر ويحافظ على المخزون المائي.

**الثلج Snow:** بلورات رقيقة جدا لايزيد سمكها عن 1-2 انج وتسقط الى الارض عندما تصل درجة الحرارة الى درجة التجمد.

**البرد Hail:** كرات صغيرة من الثلج تتساقط على شكل امطار عند حدوث عواصف رعدية ويتراوح قطر الواحدة منها 1.5 سم.
وتتكون نتيجة لتكاثف بخار الماء داخل السحب الركامية الى نقط مائية فاذا كانت درجة الحرارة داخل السحب اقل من درجة التجمد فان هذه النقط تتحول الى كرات صغيرة من الثلج وتأخذ بالازدياد بالحجم لأنها عندما تبدأ بالسقوط نحو الارض تعود فترتفع بتأثير التيارات الهوائية الصاعدة التي تحملها الى داخل السحب ثانية فتتكاثف حولها طبقة جديدة من الجليد وتكرار هذه العملية يتزايد عدد الطبقات المتراكمة على الكرة الصغيرة وتسقط الكرات بفعل ثقلها نحو سطح الارض، وقد يترتب على سقوطها تلف الكثير من المحاصيل.

**هناك عدة شوط يجب توافرها لسقوط البرد.**
1- انخفاض درجة الحرارة التي توجد بها السحب الى مادون نقطة الانجماد.
2- وجود التيارات الهوائية الصاعدة كما في المناطق المعتدلة والاستوائية بينما القطبية لاتوجد تيارات هوائية صاعدة بها فلا ينزل البرد فيها.
3- عدم ارتفاع درجة حرارة الطبقات السفلى من الهواء بحيث يؤدي الى ذوبان كرات الثلج قبل وصولها سطح الارض كما في المناطق الاستوائية.

**الصقيع Frost:** يحدث في الليالي الباردة التي تقل فيها درجة الحرارة عن الصفر المئوي، حيث يتحول بخار الماء العالق في الهواء الى بلورات صغيرة من الثلج فوق النباتات والاجسام الصلبة المعرضة للهواء وقد يحدث الانخفاض بصورة مفاجئة فيتحول بخار الماء من الحالة الغازية الى الصلبة مباشرة وتعتبر خطرة حيث تضر المحاصيل الورقية والحقلية وقد يعمد المزارع الى ايقاد النار في المزرعة لتلافي الحالة.

على الرغم من اهمية الامطار للنباتات كمصدر للرطوبة في التربة ، فان اضرارها قليلة على النباتات ماعدا ضرر تشقق قشرة الفواكه الرقيقة مثل الكرز والاجاص وكذلك الطماطة، اضافة الى اعاقتها

للحشرات المهمة في عملية التلقيح كالنحل وغسلها لمياسم الازهار وحبوب اللقاح اثناء فترة التلقيح.
ان الثلج يمكن ان يكون مفيدا ومؤذيا للنبات في نفس الوقت ، حيث انه يمكن ان يكسر اغصان الاشجار خاصة عند تساقطه بغزارة ويعقب ذلك هبوب الرياح، او عند تساقط امطار باردة على الغطاء النباتي.
ان الشجيرات وخاصة ذات السيقان النحيفة النامية بشكل مزدحم يمكن ان تنحني من مواضعها الطبيعية من جراء وزن الثلج المتراكم على فروعها ويمكن ان تنكسر هذه الاشجار والتي يمكن ان تكسر اشجار اخرى.
ان الثلج الكثيف قد يؤدي الى تأخر نمو النباتات وتقزمها كما ان الثلج يمكن ان يضغط على البادرات موديا الى نموها في الارض وبذلك تتولد ظروف ملائمة لتطفل الفطريات والتي تكون نشطة عند مستوى سطح الارض كما ان الافرع السفلى للصنوبريات القديمة دائمة الخضرة اذا غطيت بالثلج لفترة طويلة فانها تكون عرضة بصورة خاصة الى المهاجمة بواسطة الفطريات .
ان الثلج الذي يذوب فانه يضاف الى ماء التربة والذي يكون مستودعا يمكن الاعتماد عليه في الري، كما ان الحالوب والمطر المتجمد نادرا مايكونان ذات اهمية من حيث كونهما مصدرا لماء التربة، ولكن عند حصولهما يسببان تاثيرات مؤقتة على الاجزاء الهوائية للنباتات وخاصة في حالة المحاصيل الطرية.

**الجفاف Drought:** عند حدوث الجفاف بصورة منتظمة في فصول السنة فان النباتات تكيف نفسها ولايظهر عليها تأثيرات مرضية، ولكن في بعض السنوات وعندما تكون الامطار الساقطة افل من المستوى الطبيعي والاعتيادي مما يؤثر في نمو النباتات وهذه الحالة تسمى بالجفاف.
ان تأثير الجفاف يختلف حيث يشمل اختزال شكل وحجم وحاصل النباتات وقد يؤذي الحاصل، وان الجفاف شائع الحدوث في كل المناخات ولكن في المناخات الرطبة نسبيا فان عدم سقوط الامطار لفترة قصيرة سوف يظهر تأثيرا واضحا عل النباتات ، وفي المناخ شبه الجاف فان المطر القليل الساقط ليس هو العامل الوحيد المشترك في الجفاف ولكن ارتفاع درجة الحرارة والتي تؤدي الى استنزاف رطوبة التربة من قبل النباتات بسرعة اكبر.

**حالات الماء في التربة:-** ان التربة وسط مسامي تسمح لجزء من الماء بالمرور من خلالها وتحتفظ بالبقية وان اشكال الماء في التربة حسب التصنيف الفيزياوي مايلي:

1- **الماء المجتذب (الماء الجذبي) (Gravitational water)**: بعد سقوط امطار غزيرة او استخدام الري تتشبع الطبقة السطحية للتربة بصورة مؤقتة وبسبب قوة الجاذبية والخاصية الشعرية فان الماء في هذه المنطقة المشبعة يختزل الى الطبقات الجافة واذا

كان هناك ماء كافي فان الطبقة المبتلة يمكن ان تتعمق للوصول الى الجزء المشبع الدائم من التربة السفلى.

ان أي ماء يتحرك باتجاه الاسفل في تربة رطبة استجابة للجاذبية يدعى الماء المجتذب Gravitational water وهو متيسر للنباتات فقط عند تتابع زخات المطر وبسرعة متعاقبة وعند الري الغزير، ان الماء الموجود في العمق والذي تتشبع المنطقة به بصورة دائمية هو **الماء الجوفي Grand water** في حين ان الماء الموجود في السطح العلوي هو الماء السطحي **Tables water**.

2- **الماء الشعري Capillary water**: ماء ممسوك بقوة بسيطة حول وبين حبيبات التربة عند نزول الماء من الطبقات العليا للتربة فسوف يترك كمية كبيرة من الماء بشكل اغلفة تغلف كل دقيقة من دقائق التربة، وقطرات المطر تكون تكون معلقة في زوايا المسامات الكبيرة او تملأ المسامات الصغيرة كليا، وان الماء الشعري يكون مستمرا في كل دقيقة من دقائق الترب، ويبقى في التربة فقط عندما يكون غير متاثرا بسحب الجاذبية ، وهو مصدر دائمي لكل الماء الذي يمتصه النبات من التربة.

3- **الماء المقيد (الهيكروسكوبي) Hygroscopic water**: يوجد بشكل غشاء رقيق ممسوك مع دقائق التربة، الماء الممسوك بشد عالي الى سطوح الدقائق وخصوصا الدقائق الغروية بواسطة قوة التجاذب ويبلغ الشد الذي يمسك به هذا الماء 31 ضغط جو او اكثر ولايكون تركيبه مشابها لتركيب الماء السائل، وتختلف كثافته عن كثافة ماء الجاذبية (الماء الحر) ويتحرك في التربة على شكل بخار ماء.

جامعة الموصل
كلية الزراعة والغابات د. أسماء محمد عادل
قسم البستنة وهندسة الحدائق علم بيئة النبات / المرحلة الثانية

# عامل الغلاف الجوي:

ان المكونات الاساسية الغازية للغلاف الجوي في الوقت الحاضر تقريبا كما يلي:
نسبة الـ N حوالي 78.84% ونسبة $O_2$ حوالي 20.947% ونسبة $CO_2$ حوالي 0.314% اما المكونات الاخرى والتي تشمل بخار الماء والبلورات الملحية من المحيطات والغبار من الاراضي الجافة والانهار الجليدية والبراكين وغيرها، الاحياء الدقيقة ، حبوب اللقاح والسبورات وغيرها من المواد فان نسبتها تختلف بصورة كبيرة معتمدة على الزمان والمكان، ان دراسة الغلاف الجوي من الناحية البيئية يشمل الغلاف الغازي السميك المحيط بكوكبنا وكذلك الغاز الذي يخترق او ينشأ في التربة وفي انسجة النبات.

## ملوثات الهواء ومصادرها:

يتكون الهواء عندما تتواجد فيه مادة او اكثر غازية او سائلة او صلبة او عندما يحدث تغير في نسب الغازات المكونة له وتؤدي هذه التغيرات الى تأثيرات ضارة مباشرة او غير مباشرة للكائنات الحية او للمواد غير الحية المكونة للنظام البيئي او تجعل الظروف التي تعيش فيها الكائنات الحية غير ملائمة او تسبب خسائر مادية.
ان تلوث الهواء اما يكون **محليا** كما هو الحال في المدن الكبرى والمناطق الصناعية وقد يكون تلوث الهواء **عالميا** عندما تنتشر الملوثات الى مساحات كبيرة تصل الى مسافات بعيدة عن مصادرها كالإشعاعات الذرية او زيادة تركيز غازات اخرى كالأوزون O3 وغيرها.
ويمكن ان تشمل ملوثات الهواء ما يلي:
1- ملوثات ذات منشأ طبيعي (مواد معدنية او نباتية وكائنات دقيقة).
2- ملوثات ناتجة عن احتراق الوقود اللازم للصناعة ووسائل النقل والتدفئة.
3- ملوثات ناتجة عن المخلفات الصناعية.
4- ملوثات ناتجة عن طرق او اعادة استعمال المخلفات والنفايات البشرية والصناعية.

## الملوثات ذات المنشأ الطبيعي:

يحتوى الهواء بصورة دائمة على بعض المواد الطبيعية ويختلف تركيز وكمية هذه المواد في الهواء تبعا لمصادرها حيث يحتوي الهواء وبشكل دائم على كميات من الغبار الذي يعتبر احد مكونات الهواء الدائمة، وينتج الغبار الطبيعي عن هدم التربة وحركة الرياح والحرائق والبراكين اضافة الى الغبار الكوني الذي يصل الى الغلاف الجوي للأرض، ويعتبر الانسان مصدرا طبيعيا من مصادر التلوث للهواء خاصة في المدن الكبرى والامكنة المزدحمة حيث ان مجموع ما يطرحه الانسان يوميا حوالي عشرات الامتار المكعبة من هواء الزفير والذي يحتوي على 4% من غاز CO2 المشبع ببخار الماء.

## الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود ومخلفات الصناعة:

1- **مركبات الكربون** مثل اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكربون والهيدروكاربونات.
2- **مركبات الكبريت** واهمها $So_2$ ثاني اوكسيد الكبريت الذي يمكن ان يتحول الى $So_3$ ثالث اوكسيد الكبريت والذي يتحول بدوره الى حامض الكبريتيك $H_2So_4$ بوجود الرطوبة الجوية المرتفعة او الماء.
3- **اكاسيد النتروجين** واهمها اول اوكسيد النتروجين No وثاني اوكسيد النتروجين $NO_2$ .
4- **الدخان والغبار** الذي يتألف من جزيئات الكربون والرماد والمعادن المختلفة.
5- **الرصاص** وغيره من المواد مثل مادة Benzopyrene 3-4 ، وتعتبر السيارات ووسائل النقل المختلفة المصدر الرئيسي في تلوث الهواء وتصل كمية الغازات الملوثة التي تنفثها السيارات في الهواء الى 60% او اكثر من كمية الغازات الملوثة للهواء ، كما تلعب وسائل التدفئة ومحطات الطاقة الكهربائية وحرق النفايات ايضا دورا كبيرا في تلويث الهواء بالغازات والجزيئات المختلفة.

ان هذه الملوثات تسبب تأثيرات ضارة على النباتات من ناحية النمو والانتاج ، **فالدخان** مثلا يسبب قلة شد الاضاءة الواصلة الى النبات واذا تجمع على الاوراق فانه يقلل من شدة الاضاءة الواصلة الى الاورق بصورة دائميه ويزيد من ارتفاع درجة الحرارة نتيجة غلق الثغور وقلة التبادل الغازي مع المحيط الخارجي وكذلك قلة عملية النتح ، كما ان نواتج عوادم السيارات تكون سامة للنباتات وقد تؤدي الى تساقط اوراقها وقلة الازهار والثمار.

## العوامل المؤثرة في تهوية التربة:

عند تنفس كائنات التربة ومن ضمنها الجذور فأنها تمتص الاوكسجين الموجود في المسافات البينية ويطرح ثاني اوكسيد الكربون وينتج عن ذلك تركيزا عاليا نسبيا من ثاني اوكسيد الكربون $Co_2$ قد يصل الى 13% او اكثر وتركيزا واطئا من $O_2$ ونتيجة لذلك يحدث انتشارا للغازات بين المحيط الخارجي والتربة ، ولكن حركة الغازات في التربة تكون بطيئة ونتيجة لذلك يكون تركيز $O_2$ واطئا وتركيزا عاليا من $CO_2$ اضافة الى ان كمية معينة من الماء تزيح حجما مساويا من غازات التربة خاصة عند اضافة الماء الى التربة ، في حين ان فقدان الماء من التربة بعملية الترشيح او التبخر او النتح تحسن من تهوية التربة ، كما ان ارتفاع درجة الحرارة وزيادة سرعة الرياح تحسن من تهوية التربة، ولكن بصورة عامة فان محتوى هواء التربة من $CO_2$ يبقى نسبيا ثابتا بالرغم من ان محتوى الاوكسجين يتذبذب بصورة واسعة فمثلا تحتوي الترب المزيجية عند السعة الحقلية على حوالي 19% من الاوكسجين في الافاق الاساسية لنشاط الجذور ولكن سقوط المطر او الري يؤدي الى اختزال كمية الاوكسجين بنسبة معينة ولو لفترة قصيرة.

## اسباب انخفاض مستوى الاوكسجين في هواء التربة.

1- **معدل التنفس لكائنات التربة والجذور**: عند تواجد كائنات التربة بغزارة وفي حالة العوامل المناسبة لنموها تزداد فعالياتها الحيوية ولذلك ينخفض تركيز الاوكسجين ويزداد

تركيز ثاني اوكسيد الكربون، كما ان زيادة نشاط الجذور يكون اكثر تأثيرا في زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكربون مقارنة بالكائنات الدقيقة .

2- **كمية المسامات البينية**: ان المسامات الناتجة من التجمع الجيد والتركيب المتفتت او قنوات الجذور او حفريات الحيوانات كلها تزيد من التهوية كما ان الحراثة تزيد من تهوية التربة نتيجة لتكوين تركيب مسامي مناسب للإنبات ولنمو جذور البادرات وتزيد من نشاط الكائنات الدقيقة التي تستهلك المواد العضوية في الترب الزراعية، حيث ان الترب البكر تكون ذات محتوى عضوي اعلى من الترب المزروعة باستثناء ان فضلات المحاصيل يمكن ان تزيد المحتوى العضوي للأفاق العليا من ترب الغابات ، ان جراء الحراثة عندما تكون الترب عند السعة الحقلية او اقل من ذلك بقيل فان التركيب يتحسن ولكن حراثة واحدة للتربة وهي مبللة يمكن ان تحطم التركيب بصورة تامة.

3- **حجم المسامات البينية:** لقد وجد ان المسامات الكبيرة لاتستطيع ان تحمل الماء ضد الجاذبية الارضية (ماعدا في الزوايا) لذلك تبقى مملوءة بالهواء غالبا وفي كل الاوقات ماعدا الفترات الزمنية القصيرة بعد المطر والري فخلال هذه الفترات فان هذه المسافات تسمح للماء المجتذب بان يترشح ، في حين ان المسامات الصغيرة التي تبقى مشغولة بالماء بعد تبليل التربة تحتاج الى وقت لكي يترشح الماء وهي تدعى المسامات الشعرية، وهي مهمة جدا لأنها تحدد الحد الاعلى للماء الذي يمكن للتربة ان تحتفظ به.

ان الترب المثالية يجب ان تمتلك مجموعا مساميا عاليا والذي يقسم بالتساوي بين المسامات الشعرية وغير الشعرية (المسامات الصغيرة والمسامات الكبيرة) فالرمال بصورة عامة تمتلك مسامات شعرية قليلة والطين تميل الى امتلاك مسامات غير شعرية.

4- **البزل:** مهما يكن حجم المسامات اذا اعيق البزل فان التربة تكون ضعيفة التهوية بسبب بقاء المسامات مملوءة بالماء الذي يطرد الهواء ، في مقدات التربة ذات الافاق الزرقاء الرمادية اذ وجد في بعض الاوقات تبرقش بصدأ بني فان ذلك يدل على التهوية السيئة بسبب ارتفاع الماء السطحي الى قمة الافق ولفترة زمنية معتبرة من السنة، ان اللون الازرق الرمادي يعود الى اختزال ايون الحديدوز.

**تأثير سوء التهوية على النباتات الوعائية:**

1- التأثيرات المظهرية:

1- جدران الخلايا في الجذور تبقى رقيقة وغير طبيعية.

2- يتوقف تكوين الشعيرات الجذرية الجديدة.

3- قلة تفرع وعمق الجذور.

4- قد تمتد قسم من تفرعات الجذور في الهواء.

5- قلة المساحة التي يشغلها الجزء الخضري من النبات.

6- اختزال مساحة الاوراق وعدد الكلوروبلاست.

7- صغر حجم الاوعية الخشبية وكثرة عددها.

**2- تأثيرات وظيفية:**

1- تتحول الجذور من التنفس الهوائي الى التنفس اللاهوائي مع تجمع للمواد السامة.
2- قلة نفاذية الاغشية البلازمية.
3- انخفاض pH العصير النباتي.
4- انخفاض معدل امتصاص الماء والمواد الغذائية.
5- انخفاض معدل النتح.
6- زيادة معدل تنفس الاوراق.
7- قلة تلون نصول الاوراق.
8- توقف او تأخر خطوات التكاثر.
9- سقوط الاجزاء التكاثرية قبل نضوجها.
10- زيادة الاصابة بأمراض الجذور.

## التأثيرات الفسلجية لنقص التهوية:

1- **السمية لثاني اوكسيد الكربون**: يصبح ثاني اوكسيد الكربون ساما عندما يرتفع تركيزه في هواء التربة الى مايقرب من 10% ويصبح قاتلا عند 30-50% ولكن هذه التراكيز قد تزداد من دون ان تسبب اضرارا كثيرة على النباتات تحت ظروف استثنائية خاصة عند نقص تركيز الاوكسجين في التربة.
2- **انتاج السموم الاخرى:** ان زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكربون ونقص الاوكسجين في التربة ملائم لتكوين كبريتيد الهيدروجين والبيكاربونات لايونات الحديدوز والمنغنيز، كما وان الجذور في الظروف الطبيعية تقوم بافراز حامض الكربونيك $H_2Co_3$ ولكنها تحت ظروف نقص الاوكسجين فإنها تفرز حامض الفورميك والخليك والا وكزاليك وحوامض اخرى سامة. كما ان نواتج العمليات الايضية للكائنات الحية الدقيقة المحللة تحت الظروف غير الهوائية يمكن ان تكون سامة للنباتات
3- التغيرات غير المناسبة في الحالات الكيميائية للعناصر الغذائية: ان مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والمنغنيز والحديد التي توجد تحت الظروف اللاهوائية تكون غير صالحة للامتصاص من قبل النبات وينتج عن ذلك نقصا في تغذية النبات ، كما وان تواجد الكبريت على شكل كبريتات والنتروجين على شكل امونيوم او $N_2$ وليس نترات، كما وان البكتريا تحت هذه الظروف تقوم باختزال النترات الى نتريت لغرض الحصول على الاوكسجين وبذلك يحدث نقص للنتروجين بالنسبة للنبات.
4- نقص الاوكسجين اللازم لتنفس الجذور والانبات: ان محتوى الهواء من الاوكسجين هو دائما كاف وفوق احتياجات الحد الادنى للجزء الخضري لنباتات اليابسة ولكن بالنسبة للبذور والجذور والكائنات التي تستوطن التربة فان الاوكسجين يكون على الاغلب تحت الحد المثالي للفعاليات الحيوية

ان بعض النباتات المائية قد تصبح اكثر تكيفا في ظروف غدق التربة وتنمو بشكل افضل مما في حالة بزل الماء.

ان مشكلة نقص الاوكسجين في التربة تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة، حيث ان ارتفاع درجة الحرارة تزيد من حصول التنفس ولهذا فان الاوكسجين يستعمل بصورة اسرع، ان الضرر لا يبدأ بالظهور على الجذور مالم ينخفض مستوى الاوكسجين في هواء التربة الى 10% وبصورة عامة تتركز الجذور للنباتات الارضية في المستويات العليا جيدة التهوية من التربة.

فعندما تحرم الجذور فجأة من اوكسجين التربة فان الامتصاص والنتح ينقص بصورة قوية وتذبل الاوراق وتصبح عديمة اللون واذا لم تتحسن الظروف خلال فترة قصيرة فان النبات يموت ، وان ذلك لا يحدث فقط في اختزال قابلية الجذور للامتصاص ولكن كذلك لعدم قابليتها على انتاج الهرمونات الضرورية للوظائف الاعتيادية للأجزاء الخضرية.

بينما في حالة النقص في درجة التهوية تبقى النباتات حية اذا كان التغير بصورة تدريجية بحيث ان الجذور الجديدة تمتلك الوقت لتتكون وان توزيع جذور الامتصاص الصغيرة يصبح البديل للجذور القديمة طبقا للظروف الجديدة.

تبدا الوظائف الطبيعية لمعظم الجذور بالضعف كلما انخفض محتوى الاوكسجين في التربة تحت 10% وعند 2% تبقى حية، ولكن في كثير من الحالات عندما تكون المياه الارضية عالية فانها تنتج انظمة جذرية سطحية، ولكن هناك بعض النباتات مثل البردي لاتتاثر بالتهوية الرديئة فان جذورها تنمو بانتظام وبصورة جيدة تحت المياه السطحية ولقد وجد ان غمر التربة لفترة طويلة بواسطة الفيضانات يمكن تحمله في فترة السكون فقط في بعض النباتات.

ان الترب ذات التهوية الجيدة في المناطق الجافة يمكن استخدامها في زراعة النباتات ذات الجذور العميقة لأنها تسمح للجذور بالاختراق الى اعماق كبيرة عند تجهيز الرطوبة بصورة دائميه.

ان الاوكسجين ضروري لإنبات البذور وعند عدم توفره بالكمية الكافية فان السكون يمكن ان يمتد لفترة اطول حيث ان البذور المدفونة لبعض الانواع النباتية يمكن ان تبقى حية من دون ان تنبت لسنوات طويلة.

**الرياح WIND:** ان الريح عمل بيئي ذو اعتبارات مهمة وخاصة على السهول المنبسطة والسواحل البحرية والارتفاعات العالية في الجبال، حيث تؤثر على النباتات بصورة مباشرة بواسطة زيادة النتح ولنقل الحرارة للأوراق الباردة نسبيا او تشتيت الحرارة من الاوراق الناتجة من الاشعاع الشمسي وانتشار حبوب اللقاح والبذور كما تسبب بعض الاضرار الميكانيكية للنبات، كما تؤثر على نقل كتل الهواء الحار والبارد وتحريك الغيوم والضباب.

**مصدات الرياح Wind break**: ان فائدة مصدات الرياح تشمل ما يلي

1- اختزال في التبخر والنتح وزيادة كفاءة استخدام رطوبة التربة كما يتضمن ذلك اذى قليل في حالة الجفاف القاسي
2- تقليل ضرر الكسر والاضطجاع.

3- اختزال حركة التربة بواسطة الرياح
4- تجانس اكثر في توزيع الثلج فوق التضاريس المتموجة
5- خزن كمية من الحرارة في المكان المحاط بمصدات الرياح

## تأثير الرياح على النباتات:

1- تزويد منطقة النباتات بـ $CO_2$ .
2- التبريد وذلك بإزاحة الطبقة الرقيقة الحارة من حول الاوراق.
3- التجفيف وذلك عند هبوب الرياح الساخنة الجافة.
4- التقزم لا تبلغ النباتات النامية تحت تأثير الرياح الجافة درجة الصلابة الكافية والقادرة على استطالة خلاياها الناضجة الى الحجوم الطبيعية ولذلك تتقزم كل الاعضاء من دون ان تتشوه.
5- التشويه: يمكن ان يتغير شكل الاعضاء الخضرية النامية ووضعها تغيرا مستديما عندما تتعرض لرياح شديدة تهب من اتجاه واحد، فكثيرا ما تشاهد اشجار ذات جذوع مائلة على الهضاب وشواطئ البحار حيث الرياح شديدة ومستمرة.
6- التحويرات التشريحية: عندما تنحني اشجار الصنوبر لتأثير الرياح او انهيار التربة او الصخور فان كتلة كثيفة من الخشب ذي اللون الاحمر يدعى الخشب المضغوط يتكون على الجانب المضغوط ويميل الى معادلة الانحناء الاكثر في هذا الاتجاه، اما في النباتات العشبية فان انحناء الرياح يمكن ان يحفز على تكوين كلورنكيما اكثر لتعطي للنباتات صلابة اكثر.
7- الاضطجاع: كما يحدث في الحنطة والذرة وقصب السكر
8- الكسر.

## اثر الرياح في زيادة انتشار النباتات:

1- **التلقيح:** تنتقل حبوب اللقاح الخفيفة بواسطة الرياح وتسقط على مياسم الازهار مما يزيد من التلقيح وقد تنتقل بعض حبوب اللقاح لمسافات بعيدة جدا.
2- **نشر البذور بواسطة الرياح:** تمتلك البذور بعض التكيفات ليزداد انتشارها بواسطة الرياح هي:
1- خفة وزنها.
2- البذور الزغبية.
3- البذور المجنحة.
4- البذور الكيسية.
5- البذور البهلولنية
3- نشر اجزاء النبات بواسطة الرياح والتي تستخدم في الاكثار

# التربة Soil كعامل بيئي

البيئة هي مجموعة من الظروف أو العوامل التي تؤثر في حياة النباتات ويقصد بالبيئة المكان أو الوسط الذي يوجد به النبات أو مجتمعاته ومن بين مجموعات العوامل الرئيسية Soil factors.

عوامل التربة تؤثر تأثيرًا مباشر في حياة النبات . وهذه العوامل لها صلة وثيقة بعلم البيئة

والسبب في ذلك أن التربة تمثل الوسط الذي تعيش Synencology فيه النباتات بمجتمعاتها المختلفة حيث تتشعب جذورها لامتصاص الغذاء المعدني الذي تحتويه التربة وتحمي نفسها فيها من التعرض للظروف المختلفة وقبل الحديث عن الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة يجدر بنا أن نلقي الضوء أولا على بعض الصفات التي تشرح لنا ماهية التربة وتكوينها ونشأتها وتركيبها .

ماهية التربة التربة هي تجمع الأجسام الطبيعية على سطح الكرة الأرضية تقوم بدعم النباتات وتتكون التربة من مواد رئيسية تشكل هيكلها الأساسي وهذه المواد تتلخص فيما يلي :

1-Mineral particles حبيبات معدنية

2-Organic matter مادة عضوية

3-Water ماء

4-Air هواء

5-Soil water capacity السعة المائية للتربة

## نشأة التربة

تنشأ هذه المواد المكونة للتربة في العادة من تفتت الصخور بفعل عوامل التعرية المختلفة وهذه العوامل بعضها هوائي والبعض الآخر مائي عن طريق تأثير الأمطار التي تسقط وتؤدي إلى تكوين السيول الجارفة .

### عملية تكوين التربة Soil Formation

هناك العديد من أنواع التربة سواء السطحية أو التحتية وتعزى الاختلافات بين هذه الأنواع إلى اختلاف أنواع الصخور التي نشأت منها ، فالعمليات التي تؤدي إلى تكوين التربة تنقسم إلى قسمين :

أ) عمليات هدم .

ب) عمليات بناء .

عمليات الهدم : - بعض العوامل التي تؤدي إلى هذا التفتت نذكر منها :

١- الرياح :

تؤثر الرياح تأثيرًا واضحًا في تكوين التربة حيث يكون من تأثيرها نقل كميات كبيرة من حبيبات التربة من مكان إلى آخر وفي بعض الأحيان يقوم بسلخ الطبقة السطحية من القشرة الأرضية وترسيبها في أماكن بعيدة عن مواقعها الأصلية .

٢- تحرك الثلاجات Glacial Drift

في بعض الحالات لا تتكون التربة من الصخور التحتية ولكن من تكوينات صخرية آخرى تقع تحت تأثير تحرك الثلاجات ومن أمثلة هذه التكوينات ما يسمى بالطين الجلمودي Boulder clays

### ٣- تقلبات درجات الحرارة Temperature Fluctuations

هذه التقلبات التي تتعرض لها الصخور – سواء كانت تقلبات يومية أو فصلية – تحدث تقلصات وتمددات متعاقبة في الكتل الصخرية تؤدي إلى تشققها تشققات متكررة بمرور الزمن يترتب عليها في النهاية ، تحول الكتلة الصخرية إلى حبيبات تربة دقيقة نسبيًا .

### ٤- السطح Topography

يتأثر عمق التربة دائمًا بدرجة انحدار سطح الأرض حيث نلاحظ أن التربة الأصلية المتكونة من تفتت الصخور في المناطق المستوية بعد انتقالها من المناطق المنحدرة وعليه فالأراضي المستوية هي التي تكون في حالة استقرار وتستمر فيها عملية تكوين التربة من الصخور الأصلية الواقعة تحت السطح بلا انقطاع .

٥- النشاط الحيوي Biological Activity

٦- العمليات الزراعية .

٧- العمليات الكيميائية Chemical Process

### تركيب التربة Soil Structure

التركيب مصطلح يعبر عن طريقة ترتيب الحبيبات المنفردة ( كما في الأراضي الرملية الخشنة ) أو مجموعات الحبيبات (كما في الأراضي الغرينية والطينية ) التي تتكون منها التربة . ومما يحول دون التقاء حبيبات الصخر التقاء تاما ، وتداخلها بإحكام مع بضعها البعض ، عدم انتظامها في الحجم والشكل ، ولهذا تخلف بينها فراغات غير منتظمة يدور فيها الماء والهواء ، وفي الوقت نفسه يحقق ثقل الحبيبات وتضاعفها وجود المقاومة اللازمة لتثبيت الجذور بقوة . وليست التربة مجرد خليط طبيعي للأجزاء التي تتكون فيها ، فالحبيبات في الاراضي الثقيلة ومتوسطة القوام مترابطة بإحكام في مجاميع تلتحم فيها بتأثير المواد الغروية التي إما أن تكون غرويات عضوية ( الدبال ) أو غير عضوية ( حبيبات الطين الدقيقة ) . والأراضي ذات الحبيبات المنفردة – وهي التي تؤدي فيها الحبيبات وظائفها مستقلة عن بعضها البعض- تعتبر بسيطة نسبيا ، وتوجد هذه الأراضي في المواضع التي لا يوجد بها القدر الكافي من الغرويات الملصقة ، كالأراضي الرملية. والتربة الطينية ذات تركيب معقد غاية التعقيد لأن حبيباتها أو مجاميع الحبيبات بها تلتصق معًا بواسطة مواد غروية ناشئة عن أدق حبيبات الطين ومن الدبال ، ويترتب على وجود فيض من الحبيبات الدقيقة أن يصغر حجم الفراغات البينية أوالثقوب التي بالتربة حتى لا يعود الماء والهواء قادرين على التحرك فيها بحرية . مثل هذه الأرضي تغرق بسهولة ،وعندما تجف تشقق تشققًا شديدًا غائرًا يؤدي إلى الإضرار بجذور النباتات . وفي اثناء الجفاف يكون تحرك الماء في مثل هذه التربة الطينية بطيئًا جدًا ، وقد لا تستطيع النباتات أن تحصل على احتياجاتها الضرورية بالسرعة اللازمة . والتربة الصفراء الخصبة تمثل التربة ذات التركيب الممتاز ، وذلك لأن بعض حبيباتها كبيرة . وزيادة نسبة الحبيبات الدقيقة بالتربة تعوق إلى حد ما تحرك الماء والهواء كليهما ، ولذلك فإن الأراضي الصفراء تتميز بمحتوى مائي أعلى وأكثر انتظامًا من الأراضي الرملية وأكثر أنواع التربة ملاءمة للنبات هي تلك المعروفة بالتربة الزراعية الجيدة ، وهي التي تتركب من حبيبات دقيقة ولكن في مجاميع .مثل تلك التربة لا بد أن تكون ذات تركيب تجمعي ثابت لا يغيره الماء . وتركيب التربة هو الذي يحدد مساميتها إلى حد بعيد ، وتؤثر المسامية بدورها على امتصاص الماء وبالتالي على الانسياب السطحي وما يترتب عليه من انجراف التربة . وللتركيب تأثير واضح على مدى تأثر التربة بالتعرية التي تسببها الرياح والماء . وفي أثناء الجفاف الذي يستمر طويلا لا تتعرض التربة العارية من الغطاء النباتي أحيانًا لتعرية سيئة بالرياح – حتى لو كانت بها نسبة عالية من الطين ومما يحفظ على التربة جودة تركيبها في الظروف العادية تناوب الابتلال والجفاف والتجمد والانصهار ، وفعل المادة العضوية

والجير . وكذلك التأثير الميكانيكي للنباتات والحيوانات القارضة وديدان الأرض ويصبح التركيب رديئًا بتأثير الأمطار الغزيرة التي تحول سطح التربة العارية إلى وحل . وأهمية الجذور في المحافظة على جودة تركيب التربة من الأمور التي لا يلتفت إليها غالبًا . وفي الواقع يؤدي وجود تلك الأعداد الهائلة من الجذور والتي تغزو التربة ،وما تقوم به من ربط أجزائها وضغرها معا إلى انضغاط كتلتها ، وتميزها إلى دقائق يحدد هويتها ومدى ثبوتها واستداقتها وجود غشاء غروي حولها من مادة جذرية متحولة إلى دبال . وتأثير الحيوانات الحفارة في تكوين التربة مهم كذلك . فديدان الأرض تلعب دورًا كبيرا ، ونشاطها في المناطق نصف الجافة على الأقل – ليس مقصور على الطبقات السطحية ، إذ أنها تتغلغل أحيانًا إلى عمق ١٠ أقدام.

## مقطع التربة Soil Profile

مما سبق ذكره يتبين أن معظم الأراضي تتكون من حبيبات تختلف في أحجامها وأشكالها وتركيبها الكيميائي وقابليتها للذوبان . ولدراسة الطبقات المتعاقبة في التربة يقتضي الأمر عمل مقطع أو حفرة في هذه الأرض طولها حوالي المترين وتتسع لشخص واحد على الأقل بإجراء عملية الحفر وإجراء الدراسة المطلوبة ويختلف عمق هذه الحفرة حسب طبيعة الأرض وحسب هدف الدراسة . وبناء على ما قام بن الكثيرون من الدراسة في عمل مقاطع التربة وتوصلوا إلى تمييز مناطق مختلفة تسمى بآفاق التربة يبلغ عددها ثلاثة .

أولاً : منطقة الاتصال أو ا لاستخلاص Zone of Extraction ويطلق على هذه المنطقة اسم الأفق وهذه هي الطبقة الأولى من المقطع تمتاز بأنها خشنة الحبيبات بسبب انتقال الحبيبات الدقيقة أو الغروية إلى أسفل تحت تأثير سقوط الأمطار وتعد هذه الطبقة من أفقر طبقات القطاع في الأملاح القابلة للذوبان .

A1 Horizon الأفق أ ومن صفاته أنه أدكن لونا لوجود الدبال فيه بنسبة كبيرة

A2 Horizon الافق ب ومن صفاته أنه انصل لونًا من الطبقة العليا وهذا الأفق يقع مباشرة تحت الأفق الأول .

ثانياً : الأفق الثاني ويطلق عليه منطقة التركيز Zone of Concentration وهو ما يسمى بالأفق ب ويقع أسفل المنطقة الأولى( منطقة الاستخلاص) ويمتاز بتجميع الأملاح الذائبة والحبيبات الدقيقة التي تحمل بواسطة الماء من الطبقات .

ثالثاً : الأفق الثالث او (ج) : وفيه يحدث أي اختراق بواسطة الجذور ويتركب عادة من الصخور الأصلية التي تكونت منها التربة وقد تكون هذه الصخور إلى حد ما في Parent rocks حالة تأكل وفي هذا الأفق لا يحدث استخلاص ولا ترسيب .

رابعاً : الأفق الرابع / مكونة من الصخور الغير متآكلة :

وبناء على ما سبق فإن هذه الآفاق يمكن أن نتعرف عليها بعوامل عديدة نلخصها فيما يلي :

أ- لون التربة Soil colour

ب- قوام التربة Soil texture

وسنعالج كل عامل كل على حدة .

Soil colour لون التربة هي عامل أساسي في المساعدة على دراسة الآفاق الرئيسية للتربة فمن حيث اللون نلاحظ أن المادة العضوية تكون هي العامل المؤثر في لون التربة السطحية .

Soil Texture قوام التربة وتتصف الأجسام المختلفة الرئيسية من حبيبات التربة حسب أحجامها إلى

Clay والطين ، Silt والطمي ، Sand الرمل وتعتبر حبيبات الرمل اخشن الحبيبات ، فقد يزيد قطرها على ٢ مم ،بينما الطمي تكون حبيباته وسطا في أحجامها بين الرمل والطين ، وهذا الأخير يمتاز بأن حبيباته أصغر الحبيبات وأدقها حجمًا وهي على عكس حبيبات الرمل ، تمتص الماء بوفرة ولها عمل كيميائي ، وسعة مائية كبيرة وقابلية للتشكل عالية ، ومن خصائصها أيضا أنها تنتفخ عند ابتلالها وتنكمش وتتقلص عند جفافه ، وفي العادة يصاحب الانكماش تشقق التربة وتعد هذه الخصائص خصائص غروية . وتتكون حبيبات الطين عادة تحت تأثير عوامل مختلفة كالتعرية الجزئية لبعض مواد الصخور . فهي تتكون من أحجام متساوية تقريبًا من الرمل والطمي Silt أما التربة الغرينية والطين وتكون ناعمة الملمس أحيانًا ، وتمتاز بلدونتها . ورداءة التهوية والصرف هي أكبر عيوب التربة الطينية ذات الحبيبات المتفرقة ويرتبط التركيب الميكانيكي للتربة عادة بخصائصها ويتمثل هذا الارتباط في النواحي الآتية :

1- ارتباطه بقدرة التربة على حمل الماء وهذا يطلق عليه اسم ( السعة المائية للتربة . Soil water capacity .

2- ارتباطه بإنفاذ الماءPermeability فالماء ينفذ بسهولة عظيمة في التربة الخشنة ذات الحبيبات الكبيرة وبطء نسبيًا في التربة الدقيقة .

3- أما العلاقة التالية فتتركز فيما يسمى بالمقاومة الميكانيكية Mechanical resistance

4- ثم تأتي بعد ذلك العلاقة التي تربط تركيب التربة الميكانيكي بخصائص التربة الانتاجية والتي تتمثل في خصوبة التربة Soil fertility فتتأثر هي أيضًا بالتركيب الميكانيكي للتربة ،

5- أما التهوية Aeration أن التهوية تكون أفضل في التربة ذات الحبيبات الكبيرة وكذلك في التربة ذات الحبيبات المركبة .

## رطوبة التربة Soil Moisture

Soil water Content المحتوى المائي للتربة

فالماء الشعري إذن يوجد في التربة على صور شتى :

1) أغشية رقيقة حول الحبيبات .

2) في الزوايا التي بين الحبيبات .

3) في الثقوب الضيقة بين الحبيبات .

4) على أسطح الغرويات .

Hygrosopic water الماء الهيجروسكوبي

water Vapour بخار الماء

بعض المصطلحات ذات العلاقة بماء التربة

١) السعة المائية القصوى Maximum water capacity

٢) السعة الحلقية Field Capacity

٣) معامل الذبول Wilting Coefficient

## التركيب الكيميائي للتربة Chemical composition of Soil

**Soil Solution : محلول التربة**

**يحتوى محلول التربة على المواد الآتية:**

**أولا : الأملاح المعدنية التي توجد بالرماد النباتي .**

**ثانيًا : نسبة من النترات أو الكبريتات أو الفوسفات الناتجة عن تحليل النفايا العضوية .**

**ثالثًا : المواد الدائبة التي تبنيها البكتيريا وغيرها من الكائنات التربة الدقيقة.**

**رابعًا : المواد الذائبة التي تفرزها الجذور النباتية .**

**خامسًا : جانب كبير من البوتاسيوم .**

**سادسًا : بعض الغازات المهمة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون . يتم الحصول على عينة من محلول التربة بإحدى الطرق الأربع الآتية :**

**١- الضغط المباشر**

**٢- القوة الطاردة المركزية .**

**٣- الإزاحة السفلية .**

**٤- الطريقة العادية .**

**اختلاف تركيب وتركيز محلول التربة في مختلف الأراضي :**

**١- اختلاف القدرة الإذابية للماء في الأراضي المختلفة .**

**٢- كمية غرويات التربة وأنواعها .**

**٣- كمية الماء الموجود بالتربة .**

**ومن المعروف أن تركيز وتركيب محلول التربة في تغيير مستمر ، ويرجع ذلك للأسباب الآتية:**

**١- كمية المطر.**

**٢- الامتصاص الجذري .**

**٣- التبخر .**

**٤- الصرف .**

**٥- استنزاف الكساء الخضري لبعض مواد الغذاء المعدني الموجود في التربة .**

**٦- تسرب كميات أخرى من هذه المواد بالرشح إلى أغوار التربة .**

**٧- يؤدي استمرار زراعة المحاصيل إلى انقاص كمية المواد الغذائية المعدنية الموجودة في التربة .**

٨- نشاط كائنات التربة الدقيقة .

## Essential Elmements العناصر الأساسية

يحتوي الرماد النباتي عادة على أكثر من ٣٠ عنصرًا ، جميعها بطبيعة الحال مستمدة من التربة ، فإنه سيلاحظ أن النمو الطبيعي للنبات لا يحتاج إلا للقابل للذوبان من العناصر الآنية :الكربون ، النيتروجين ، الكبريت ، الفسفور ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الحديد ، وأيضا الكلور في الأحيان . استنزاف الكساء الخضري للنترات واستنزاف المواد الغذائية الأخرى . المركبات التي ترشح إلى أعماق التربة والتي لا ترشح .

## Soil Reaction تفاعل التربة

أما في المناطق الرطبة ذات الأمطار الغزيرة فتكون التربة عادة حامضية ويعزى ذلك للأسباب التالية :

١- رشح الأملاح وخاصة القابلة للذوبان إلى أسفل مع ماء المطر .

٢- يتجمع الدبال بالتربة السطحية في ظروف رداءة التهوية وهذا يساعد على تكوين الأحماض.

٣- تتحرر أحماض من المكونات المعدنية للتربة ومن المواد العضوية المتحللة الموجودة بها .

## العلاقة بين الرقم الهيدروجيني وبعض خصائص التربة

هناك بعض العلاقات بين الرقم الهيدروجيني وبعض خصائص التربة تتمثل فيما يلي :

١- التغذية الفسفورية : وذلك أنه في الأراضي شديدة الحمضية التي يقل رقمها الهيدروجيني عن ٥ تتكون أملاح فوسفات الحديد والألمونيوم وفوسفات هذين العنصرين قليلة الذوبان في الماء ولذلك لا يستطيع النبات امتصاصها والحصول منها على ما يلزمه من غذاء فسفوري أما في الأرقام الهيدروجينية الحامضية القريبة من درجة التعادل أي فيما بين الرقم ٧ ، ٥ وهو رقم التعادل فإنه يكون هناك قدر ملائم من القواعد في التربة مثل الكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم ، وبذلك يمكن أن تتكون فوسفات هذه العناصر القاعدية وهي قابلية للذوبان في الماء بسهولة وبذلك يستطيع النبات أن يمتصها ويحصل منها على غذائه الفسفوري .

٢- التغذية بالحديد يحدد الرقم الهيدروجيني درجة ذوبان كثير من الأملاح المعدنية مثل أملاح الحديد والزنك والمنجنيز والماغنسيوم وغيرها من الأملاح اللازمة لتغذية النبات ، وعندما يكون محلول التربة شديد القلوية أي مرتفع الرقم الهيدروجيني كثيرًا تصبح أملاح الحديد البسيطة عديمة الذوبان نسبيًا ، ولذلك يفقد النبات لونه الأخضر بتأثير هذه المحاليل شديدة القلوية نظرا لكون عنصر الحديد يعمل كوسيط في تكوين الكلوروفيل ، أما إذا كانت التربة شديدة الحمضية فإن درجة ذوبان كثير من العناصر مثل الألمونيوم والحديد والمنجنيز والزنك تزداد إلى حد أن تصبح هذه العناصر شديدة السمية للنبات ، يتبين من هذا أن الأراضي القريبة من درجة التعادل هي أكثر أنواع الأراضي ملاءمة لنمو معظم النباتات.

٣- جودة الصرف والتهوية ( درجة نفاذية التربة ) : من المعروف أن الحبيبات الفردية الموجودة بالتربة تحمل شحنات كهربائية سالبة على سطوحها ، وهذه الشحنات لا تتعادل إلا إذا تجمعت على سطح غرويات التربة بعض الكاتيونات أي الأيونات القاعدية وخاصة منها الكاتيونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والماغنيسيوم .

## Exchangeable Baes القواعد المتبادلة

## Saline Soils الأراضي الملحية

ومن هذا المنطلق نستطيع أن نقسم النباتات التي تقاوم ملوحة التربة إلى الأقسام التالية :

**نباتات ملحية حقيقية Halopytes**

**وهي التي تستطيع أن تنمو وتترعرع على أراضي ملحية وتكيف نفسها لتحمل الملوحة الزائدة ومن أهم فصائل النباتات الملحية ما يأتي :**

**Chenopodiaceae الفصيلة الرامرامية**

**Plumbaginaceae الفصيلة البلمباجينية**

**Frankeniaceae الفصيلة الفرانيكينية**

**كلية الزراعة والغابات**

**قسم البستنة وهندسة الحدائق**

**المرحلة الثانية / بيئة نبات نظري  المحاضرة التاسعة  د. أسماء محمد عادل**

# التلوث البيئي Environmental Pollution

يُعرّف التلوث أو ما يُعرَف بالتلوث البيئي (بالإنجليزيّة: Environmental Pollution) على أنّه إضافة أيّ مادة سواءً أكانت بالحالة الصلبة، أم السائلة، أم الغازية، أو إضافة أحد أشكال الطاقة مثل: الصوت، أو الحرارة، أو النشاط الإشعاعي إلى البيئة بصورة أسرع مما تستطيع البيئة أن تتخلص منها، أو تحليلها، أو تخزينها على شكل غير ضار بها، ويُعدّ كلّ من تلوث الهواء، والماء، والتربة الأنواع الأساسية لتلوث البيئة، وهناك العديد من أنواع التلوث التي ظهرت في ظل المجتمعات الحديثة كالتلوث الضوئي، والضوضائي، والبلاستيكي، وجميع الأنواع السابقة لها تأثير سلبي على البيئة وعلى صحة الإنسان ورفاهيته.

أنواع التلوث

## 1- تلوث الهواء (Air Pollution)

يُعدّ تلوث الهواء من المشاكل الرئيسية التي تُهدد البيئة وصحة الإنسان في جميع أنحاء العالم، ويُعرّف على أنّه تلوث يصيب الغلاف الجوي نتيجة وجود نفايات صلبة، أو سائلة، أو غازية، أو وجود مواد أو منتجات ثانوية في الجو لها تأثير سلبي على صحة الإنسان، والحيوانات، والنباتات ويُعرّضها للخطر، ويُسبب وجود هذه المواد تكوّن الضباب الذي يحد من الرؤية، وإنتاج روائح كريهة غير مرغوب فيها. ينتج تلوث الهواء من الأنشطة التي يمارسها البشر، مثل: طرق التخلّص من النفايات، وتوليد الطاقة والحرارة، وعمليات الاحتراق الداخلي في المحركات، والانبعاثات الناتجة عن العمليات الصناعية، في حين يُشكّل احتراق الوقود الجزء الأكبر في تلوث الهواء؛ بسبب الانبعاثات الناتجة عن عملية الاحتراق، كما قد ينتج تلوث الهواء عن مصادر طبيعية، مثل: النشاط البركاني، والينابيع الحارة، والغابات الصنوبرية، لكن يُعدّ تأثير تلك المصادر ضئيلاً جداً بالمقارنة مع تأثير المصادر البشرية.

يُمكن تصنيف تلوث الهواء بشكل عام إلى فئتين هما:

1- **تلوث الهواء الخارجي:** ويحدث هذا النوع في الأماكن المفتوحة، وكان سائداً قبل ثمانينيات القرن العشرين، ومن الملوثات الرئيسية لهذا النوع: أكاسيد النيتروجين، وغاز ثاني أكسيد الكبريت، وغاز الأوزون، وغاز أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون، والرصاص، والجسيمات العالقة، والملوثات السامة.

2- **تلوث الهواء الداخلي:** يحدث هذا النوع داخل الأماكن المغلقة، وقد بدأ الاهتمام به خلال ثمانينيات القرن العشرين، ومن الملوثات الرئيسية لهذا النوع من التلوث: الفورمالديهايد (بالإنجليزية: Formaldehyde)، والملوثات البيولوجية، وغاز الرادون (بالإنجليزية: Radon)، والمركبات العضوية المتطايرة، والمنتجات الثانوية الناتجة عن عملية الاحتراق مثل: غاز ثاني أكسيد النيتروجين، وغاز أول أكسيد الكربون، وغاز ثاني أكسيد الكربون، وغاز ثاني أكسيد الكبريت، والهيدروكربونات. ومن الآثار السلبية الناتجة عن تلوث الهواء سواءً على البيئة أم على صحة الانسان ما يأتي:

1- تلوث التربة وتآكل المواد الموجودة فيها.

2- التسبب بمشاكل صحية خطيرة، والتي قد تؤدي إلى الوفاة.

3- قلة إنتاج المحاصيل الزراعية، بسبب الخلل في عملية التنفس الخلوي. 4- التسبب بمشاكل تؤثر على صحة الحيوانات، وقد تودي بحياتها

## 2- تلوث الماء Water Pollution.

يُعرّف تلوث المياه (Water Pollution) على أنّه تغيّر كيميائي، أو بيولوجي، أو فيزيائي يطرأ على نوعية المياه، وله أثر سلبي على أيّ كائن حي يعيش فيه، أو يشرب منه، أو يستخدِمه لأيّ غرض آخر،مثل: التنظيف، أو السباحة، أو الطهي، أو غيرها من الأنشطة، وتُعدّ المصادر البشرية من أهمّ مصادر تلوث المياه، وتشمل: المواد الكيميائية، أو الطفيليات، أو البكتيريا، أو النفايات، وهذا يعني أنّ إلقاء النفايات في أيّ مساحة خالية من الأرض سينتهي بها المطاف إلى تلوث موارد المياه المختلفة، كالأنهار، والبحيرات، والمحيطات، أو قد تتسرّب إلى المياه الجوفية الموجودة في طبقات الأرض السفلية، وقد يعود السبب في تلوث المياه إلى المصادر الطبيعية، مثل: تكاثر الطحالب بمعدلات تفوق النمو الطبيعي، والنشاط البركاني، وحدوث العواصف، والزلازل، فجميع هذه العوامل قد تؤدي إلى حدوث تغيّرات كبيرة في جودة المياه وكمياتها. وبشكل عام تتمّ الإشارة إلى المياه على أنّها مياه ملوثة في ثلاث حالات، وهي كالآتي: الحالة الأولى: في حال تعرُّض المياه للملوثات البشرية، والتي تسبب في

ضعف قيمتها وتقليل جودتها. الحالة الثانية: عندما تصبح المياه غير قادرة على دعم الاستخدام البشري كاستخدامها للشرب. الحالة الثالثة: عندما تفقد المياه قدرتها على دعم المجتمعات الحيوية التي تعيش فيها كالأسماك، والطحالب.

## 3- تلوث التربة Land Pollution .

يُعدّ تلوث التربة أو تلوث الأراضي (Land Pollution) أحد أنواع التلوث الرئيسية في البيئة، وعموماً تستطيع ملوثات المياه نفسها أن تتسبب في تلويث التربة أيضاً، وللممارسات البشرية دور كبير في التسبب بهذا النوع من التلوث، منها:

1- **عمليات التعدين**: يؤثر التعدين سلباً على التربة، بسبب المواد الكيميائية الخطيرة التي تبقى في التربة أثناء وبعد الانتهاء من عمليات التعدين.

2- **مكبات ومدافن النفايات**: تتسبب مكبات النفايات التي لا يتمّ إغلاقها بإحكام في تلوث التربة، حيث تسرّب الملوثات إلى التربة المحيطة بالمكب، وفي حال وجود نباتات في تلك البيئة فإنّها سوف تتعرض للتلوث، وبالتالي سوف تنتقل الملوثات إلى الحيوانات العاشبة التي تتغذى على تلك النباتات، ثمّ ستنتقل إلى الحيوانات المفترسة التي تتغذى على الحيوانات العاشبة وتسبب الضرر لها، وتُسمّى تلك العملية بالتراكم الحيوي (بالإنجليزيّة: Bioaccumulation)، وهو مصطلح يشير إلى تراكم المواد الكيميائية في كل مستوى من المستويات المكوّنة للشبكة الغذائية.

3- **النفايات**: تُعدّ القمامة بأشكالها المختلفة كالورق، والمنتجات البلاستيكية، والعلب، والأواني الزجاجية، وغيرها من أكثر المواد التي لها تأثير سلبي على النباتات بحيث تعيق قدرتها على تكوين المغذيات، كما أنّها قد تؤدي إلى موت الحيوانات عند تناولها للمواد البلاستيكية مثلاً عن طريق الخطأ، وتحتوي بعض النفايات على ملوثات خطيرة، مثل: بواقي المواد الكيميائية، والحبر، والزيوت، والتي قد تتسرّب إلى التربة، وبالتالي تؤثر على كلّ من النباتات، والحيوانات، والإنسان.

4- **استخدام المبيدات الحشرية**: تُستخدَم المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية لحماية النباتات من الحشرات الحاملة للأمراض، لكن هذه المواد قد تضر بالتربة وتلوثها، فقد تنتقل إلى النباتات عندما تمتصها من التربة، وتخزنها بداخلها، ثمّ تنتقل هذه إلى الإنسان والحيوان عن طريق تناول هذه النباتات، ما قد يؤثر على صحتهم، ومن الجدير بالذكر أنّ هذه المواد يزداد انتشارها مع هبوب الرياح في المنطقة التي تمّ تطبيقهم عليها.

## 4- التلوث الضوضائي Noise Pollution

يُعرّف التلوث الضوضائي أو التلوث السمعي أو التلوث الصوتي (بالإنجليزيّة: Noise Pollution) على أنّه أيّ صوت مرتفع أو أيّ ضجيج يضر بالأذن عند سماعه، وفيما يأتي بعض مصادر التلوث الضوضائي:

1- حركة المرور المستمرة. الدراجات النارية.

2- المعدات ذات الطاقة العالية. الطائرات النفاثة.

3- الموسيقى الصاخبة. تنتقل الطاقة الصوتية عن طريق التخلخل والانضغاط، وفي حال كانت شدة الطاقة الصوتية كبيرة جداً -أي عندما يكون الصوت مرتفعاً جداً- فذلك يؤدي إلى تلف في بُنية الأذن وإصابتها بالضررونظراً إلى الأضرار الناتجة عن التلوث الضوضائي وأثره السلبي على كلّ من الإنسان والحيوان، فقد قامت العديد من الدول بإصدار عدد من القوانين التي تساعد على الحد منه.

## 5- التلوث الضوئي Light Pollution

يُعرّف التلوث الضوئي (بالإنجليزية: Light Pollution) على أنّه الاستخدام المفرط للضوء الاصطناعي، بصورة تؤدي إلى التغيُّر في كمية الضوء الطبيعية في الليل،والتي قد يستبب بها الإنسان بشكل مباشر أو غير مباشر، ومن المهم تجنّب مصادر الضوء الصناعي ذات الشدة العالية، أو ذات النطاق الطيفي غير المناسب وخصوصاً في الليل، ومن الأمثلة على التلوث الضوئي: الإفراط في الإضاءة، والوهج، وينتج عن السطوع المفرط أو غير المنضبط في الإضاءة. وهناك بعض الآثار السلبية للتلوث الضوئي، ومنها ما يأتي:

- إهدار الطاقة.
- حجب رؤية النجوم.
- التسبب بآثار صحية ضارة على البشر.
- تعطيل النظم البيئية.
- تداخل الضوء في عملية الرصد في المراصد الفلكية.

## 6- التلوث البلاستيكي Plastic Pollution

أصبح الإنتاج المتزايد للمنتجات البلاستيكية وكيفية التخلّص منها من القضايا البيئية المهمة التي تُسبب قلقاً متزايداً لدى العالم بسبب دورها في التلوث البلاستيكي (Plastic Pollution)

وتزداد هذه المشكلة بشكل كبير في الدول النامية، بسبب اتّباعها طرقاً غير فعّالة في جمع تلك المنتجات، وتزيد أيضاً في بعض الدول المتقدمة التي تتميز بمعدلات إعادة تدوير منخفضة بسبب عدم قدرتهم على جمع المواد البلاستيكية المهملة. بدأت تتزايد عملية إنتاج المواد البلاستيكية بعد الحرب العالمية الثانية، واستمرت بالازدياد بصورة جعلت المجتمعات في العصر الحالي لا تستطيع الاستغناء عنها في حياتهم اليومية، إذ تمّ الاستفادة من البلاستيك في صناعة العديد من الأدوات في كافة المجالات، مثل: صناعة العديد من الأجهزة الطبية المهمة، وصناعة معدات مياه الشرب النظيفة، ودخولها في صناعة السيارات والطائرات، وغيرها من الصناعات المهمة. وعلى الرغم من أهمية البلاستيك، إلّا أنّ طريقة التخلّص منه تشكّل مشكلة كبيرة، وخصوصاً بعض المواد البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد، والتي تُشكّل حوالي 40% من البلاستيك الذي يتمّ إنتاجه سنوياً، ومنها الأكياس البلاسيتيكة والأغلفة الغذائية، حيث تُستخدَم لمرة واحدة، لكنّها تحتاج إلى مئات السنين حتى تستطيع أن تتخلص منها البيئة، وفيما يأتي بعض الحقائق الرئيسية التي تتعلّق بالبلاستيك: تمّ صناعة نصف كمية المواد البلاستيكية خلال الخمسة عشر عاماً الماضية. زاد إنتاج المواد البلاستيكية بصورة مضاعفة، وتراوحت تلك الزيادة من 2.3 مليون طن عام 1950م إلى 448 مليون طن بحلول عام 2015م. يتسرّب حوالي 8 ملايين طن سنوياً من النفايات البلاستيكية إلى المحيطات من الدول الساحلية، ويُمكن تشبيه ذلك بوضع 16 كيساً مليئاً بالقمامة في كل متر واحد من الساحل حول العالم. عادةً يتمّ إضافة عدد من المواد إلى المواد البلاستيكية لجعلها أكثر قوة، ومرونة، وتزيد من ديمومتها، لكنها تزيد من المدّة التي يحتاجها البلاستيك للتحلل، وقد تصل إلى 400 عام.

## 7- التلوث الإشعاعي (Radioactive Pollution)

وهو من أنواع الملوثات الخطيرة التي يمكن ان تؤثر على صحة الإنسان والبيئة.

## 8- التلوث الحراري (Thermal Pollution)

إذ يُساهم في جعل البيئة البحرية بيئة غير ملائمة لعيش الكائنات الحية فيها، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة عن الحد الذي يمكن أن تتحمله تلك الكائنات.

# التضاد الكيماوى بين النباتات

# Fact Sheet: Mutual Harm between Plants (Allelopathy)


**إعداد**

**د./ محمد عبد الرحمن الوكيل**

**أستاذ أمراض النبات**

**رئيس تحرير دورية أمراض النبات الدولية**

**Editor in Chief – Plant Pathology Journal**

**رئيس تحرير دورية العلوم البيئية والتكنولوجية**

**Editor in Chief – Journal of Environmental Science and Technology**

**Web: www.mwakil.net**

**E-mail: mawakil@mans.edu.eg**


**سبتمبر 2013**

يطلق على ظاهرة التضاد الكيماوى الذى يحدث بين الكائنات الحية خاصة النباتات عدة إصطلاحات أهمها Allelopathy, Mutual harm between plants, Suffering in plants.

وهى ظاهرة ينتج فيها أحد الكائنات الحية مادة أو عدة مواد كيماوية تكون مسئولة عن نمو أو حياة أو تكاثر كائنات أخرى وتعرف بإسم الكيماويات المضادة Allelochemicals وهذه الكيماويات إما أن تكون إيجابية التأثير ينشأ عنها فائدة أو سلبية التأثير قد تؤدى إلى خسائر وتتكون هذه الكيماويات كناتج للمواد الأيضية الثانوية والتى لا يحتاجها النبات فى عمليات التمثيل الغذائى (النمو – النضج – الإنتاج).

وتلعب المجموعة السلبية من هذه الكيماويات دوراً هاماً فى حماية النباتات من الحيوانات آكلة العشب حيث لا تقترب منها هذه الحيوانات بطريقة تلقائية كما تتصف بعض النباتات بهذه الصفة حيث لا تستطيع النباتات من الأنواع الأخرى الإقتراب منها أو النمو بجوارها. ولا يتوقف هذا التأثير على النباتات الراقية بل يمتد إلى البكتيريا والفطريات.

ومن جانب آخر فإن هذه الصفات الأليلوباثية تمثل جانباً هاماً فى تحديد التوزيع الجغرافى للأنواع النباتية فى البيئات المختلفة. كما أنها (أى هذه الظاهرة) تعتبر عائلاً هاماً فى مدى نجاح وقدرة النباتات النازحة من أماكن بعيدة على الإستيطان فى بيئة معينة. وفى هذا المجال يجب عدم الخلط بين هذه الظاهرة وظاهرة التنافس على الغذاء Resource competition والتى يتنافس فيها النبات على الغذاء والماء والضوء من البيئة المحيطة دون حدوث أى تفاعل

كيماوى بالرغم من أن هذه الصفات تشترك مع الصفات الأليلوباثية السالبة فى أن كلاهما يشجع بقاء وحياة النوع النباتى فى البيئة المحددة.

**تاريخ إكتشاف هذه الظاهرة**

كان العالم النمساوى Hans Molisch عام 1937 هو أول من أشار إلى هذه الظاهرة فى كتابه الذى نشر باللغة الألمانية حيث ذكر أن للنباتات تأثير من بعضها على البعض. وفى عام 1971 نشر Whittaker and Feeny تعريفاً لمعنى إصطلاح Allelochemicals بأنها كل الكيماويات التى تتفاعل مع الكائنات الحية ثم أمتد المصطلح عام 1984 بواسطة Elroy Leon Rice إلى كل التأثيرات الإيجابية أو السلبية الناشئة من نبات تجاه الآخر سواء كان نبات أو كائن حى دقيق وذلك عن طريق تحرير مواد كيماوية من النبات إلى البيئة الطبيعية المحيطة. وبعد عشر سنوات من ذلك التاريخ إستخدم باحثون آخرون هذا المصطلح ليمثل التفاعلات الكيماوية الحادثة بين كل الكائنات الحية.

وفى عام 1996 حسمت الجمعية الدولية للأليلوباثى The International Allelopathy Society (IAS) هذا التعريف ليشمل "أى عمليات تدخل فيها المنتجات الأيضية الثانوية الناتجة عن النباتات – الطحالب – البكتيريا – الفطريات وتكون مسئولة عن نمو وتطور فى النظام الزراعى والبيولوجى.

وحديثاً عاد الكثير من الباحثين إلى إستخدام هذا المصطلح للتعبير عن المركبات التى تنتج بواسطة نبات معين لتثبيط نمو نبات معين آخر. وكان كثير من الباحثين قد لاحظ تأثيرات سلبية لبعض النباتات على النباتات الأخرى منها تأثير نبات رجل الأوزة Pigweed على نبات البرسيم الحجازى Alfalfa إضافة إلى إكتشاف التأثير الإبادى لبعض النباتات على الأخرى والذى يؤدى إلى حدوث ظاهرة مرض التربة Soil Sickness ويصبح هذا المصطلح محدد فى التأثير السلبى على كائن حى يسبب إفراز كائن آخر لمادة كيماوية فى البيئة المحيطة.

وتتركز الأبحاث فى العصر الحديث حول تأثير الحشائش على المحاصيل أو المحاصيل على الحشائش أو المحاصيل على المحاصيل الأمر الذى لفت نظر الكثير من الباحثين حول إمكانية إستخدام هذه المواد المفرزة كمنظمات نمو أو مبيدات حشائش طبيعية من أجل تشجيع الزراعة المستدامة Sustainable Agriculture وقد تبع ذلك إنتاج تجارى من هذه الكيماويات (Allelochemicals) ومنها من هو فى طريقه إلى الإنتاج ومن هذه المركبات الموجودة على المستوى التجارى مركب Leptospermone والذى يستخدم لمقاومة Lemon bottlebrush إلا أن تأثيره الفعال ضعيف للغاية كمبيد حشائش.

أما المركب المعروف بـ Mesotrione فقد ثبت أن له تأثير فعال فى مقاومة الحشائش ذات الأوراق العريضة فى الذرة و Crab grass فى المسطحات الخضراء. وقد وجد أيضاً أن العديد من المحاصيل لها صفة التضاد Allopatic properties ومنها الأرز ومن ناحية أخرى فإن أصناف الأرز تتباين فى هذه الصفات فالأرز Japonica تظهر فيه هذه الصفة أكثر وضوحاً عن أصناف الأرز Indica والأرز Japonica-Indica hybrid.

وهناك العديد من النباتات النازحة Invasive plants تتداخل مع النباتات المستوطنة Native Plants فى هذه الظاهرة.

ويظهر ذلك جلياً فى الشجيرات الصحراوية Desert shrubs والتى يلاحظ عدم وجود نباتات نامية فى محيطها أو قريبة منها ربما حتى لا تنافسها فى مصادر الغذاء أو المياه الشحيحة فى الصحراء حيث تفرز تربينات طيارة Terpens تمنع نمو النباتات من الأنواع الأخرى فى دائرة نموها.

أما فى الغابات فظاهرة الأليلوباثى Allelopathy هى أكثر وضوحاً حيث بسببها يتحدد بناء المجتمع النباتى فى الغابة فتنحسر أنواعاً نباتية وتتعايش مع بعضها أنواعاً أخرى وتصبح كل غابة مميزة بمجتمع نباتى مخالف عن غيرها من الغابات ويمكن خلال ذلك تفسير العديد من العلاقات بين الأنواع النباتية.

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن مخلفات بعض الأشجار خاصة المستخدمة كسياج للمزارع قد يكون لها تأثير بالغ الخطورة على نمو الأشجار أو النباتات الأصلية فمثلاً مخلفات أشجار الكافور وإفرازات جذوره تنتج كيماويات مضادة تثبط نمو العديد من النباتات حيث ثبت أن إفرازات أشجار الكافور والخلاصات المائية للأوراق تسبب ضعف فى إنبات حبوب القمح وفى نمو الأوراق والجذور كما وجد أن نمو حشائش الراى (جاودار) Rye grass فى حقول بنجر السكر يؤثر تأثيراً سلبياً على الإنتاجية.

المراجع


- Allelopathy web sites.