بيئة ومناخ نظري

اعداد

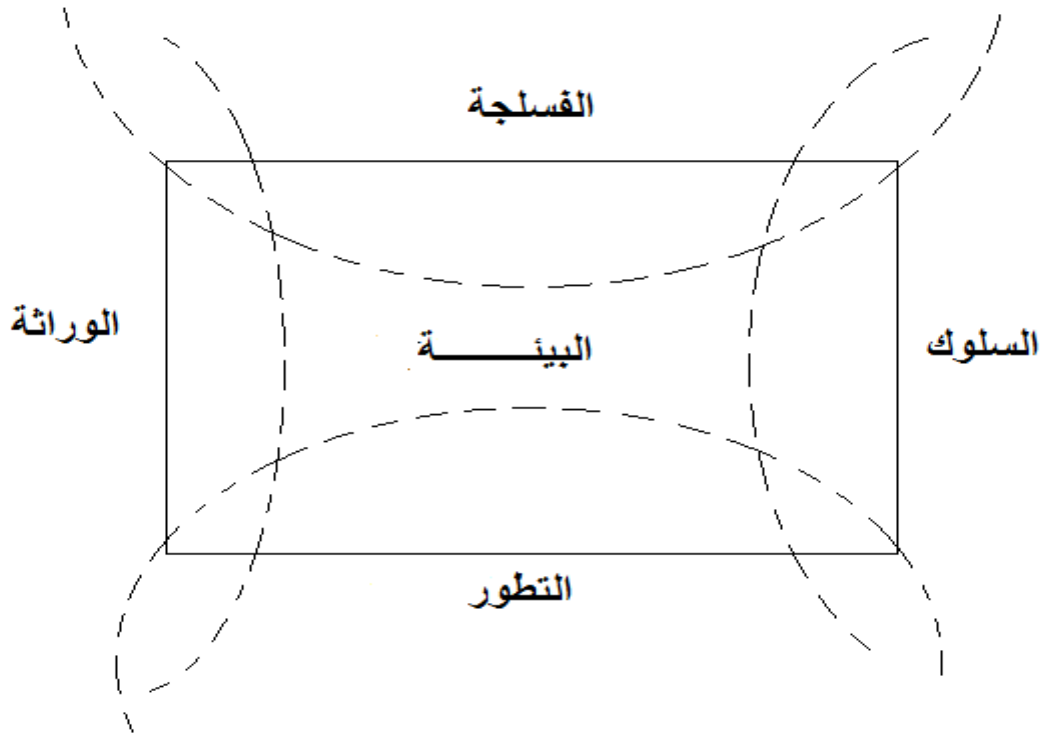
استاذ المادة

م.م شيماء ضياء قدو الصائغ

المحاضرة الاولى

- تعريف علم البيئة : Ecology
- يعد من العلوم الحديثة نسبيا وقد جائت تسميته من المصطلح
- Oecolog والذي اقترحه العالم Haeckel سنة ١٨٦٩ ، من دمجه لا صل الكلمة الاغريقية Oikos وتعني مسكن Loges
- و Logos وتعني دراسة او علم وقد اقترح العالم Reiter عام ١٨٨٥ المصطلح Ecology وكان مفهوم العالمان للمصطلح بانه (دراسة الكائنات في مساكنها والظروف التي تحيطها في محل اقامتها) . فالاعتبارات العامة لعلم البيئة تعني كائنات ومساكن والعلاقة التي تربطهما معا .
- وقد عرف العالم Haeckel سنة ١٨٨٦ هذا العلم بانه (دراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية ومحيطها الخارجي) والمحيط الخارجي يعني مجموعة القوى والتاثيرات الخارجيـــــــة (كدرجة الحرارة) التي تؤثر على حياة الكائنات .
- ان الدور المميز الذي والواضح لعلم البيئة اذن هو استخدام اية معلومات متوفرة عن الكائنات ومحيطها الخارجي وتوحيدها للوصول الى الفهم والتفسير الامثل للعلاقة بين الكائنات والمحيط الخارجي .
- فالمختص بعلم البيئة يجب ان يتميز بكفائة عالية بجمع وتوحيد المعلومات المطلوبة وقوة الملاحظة والخبرة . فهو يحاول جمع المعلومات وتوحيدها من مصادر متعددة كعلوم الوراثة والفسلجة والتصنيف والتربة وعلم المناخ ..... الخ . في محاولة منه لتوضيح سلوك الكائنات في الطبيعة .
- ولما كانت هناك اربعة فروع رئيسية من المعرفة او العلوم الحياتية لها صلة قريبة ومتداخلة بعلم البيئة كالوراثة والفسلجة والتطور والسلوك (شكل ١) :

شكل (١) : يبين تداخل علم البيئة مع العلوم الاخرى



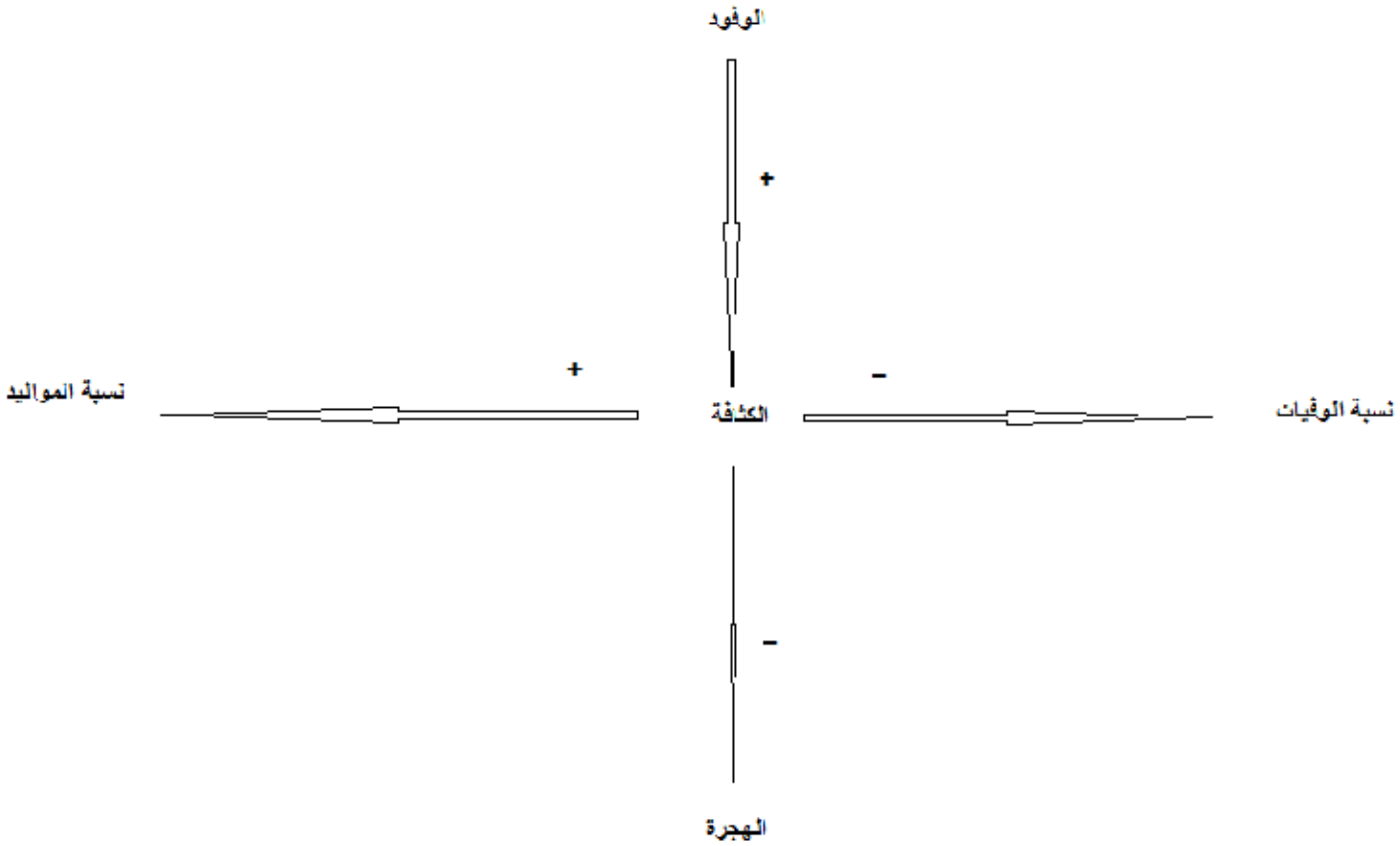
- وقد اقترحت تعريفات اخرى للبيئة تختلف بدرجة شموليتها في ربطها للعلاقات بين الكائنات ومحيطها الخارجي .
- فقد عرف Charles Elton سنة ١٩٢٧ البيئة في كتابه البيئة الحيوانية بأنها (علم التأريخ الطبيعي) وبالرغم من اهمية هذا التعريف في الاستدلال على اصل الكثير من مشاكلنا البيئية نجده مبهماً ولم يف بالغرض .
- ام العالم Eugene Odum ١٩٦٣ فقد عرف علم البيئة انه ((دراسة التركيب وتاثيرات الطبيعة)) وعلى الرغم ما لهذا التعريف من فضل في التاكيد عن فكرتي الشكل والتاثير والتي لها علاقة بعلم الاحياء فهو الاخر غير متكامل الصورة ولا يزودنا برؤية واضح من ربط العلاقات .
- وقد قدم العالم Andrewartha ١٩٦١ تعريفاً واضحاً نسبياً لعلم البيئة مفاده ان البيئة تعني ((الدراسة العلمية لتوزيع وغزارة الكائنات
- الا انه لم يؤخذ بنظر الاعتبار فكرة العلاقات المتبادلة بين الكائنات . لذا فقد حور Charles J.Krebs ١٩٧٢ هذا التعريف :
- ((الدراسة العلمية للتفاعلات التي تحدد توزيع وغزارة الكائنات)) .
- فهو تعريف شامل اكد على معرفة مكان الكائنات واعدادها وكيفية وجودها في منطقة معينة .
- كما ان العالم Billings ١٩٧٠ ضمن في تعريفه لعلم البيئة بانه ((محاولة فهم العلاقات بين النباتات والحيوانات والمحيط الذي يعيشون فيه)) وذل بالاجابة على الاستفسارات المتعلقة بمكان وكيفية معيشة هذه الكائنات .

اقسام علم البيئة

- يمكن تقسيم علم البيئة الى قسمين :
- ١ – علم البيئة الذاتي :
- وهو العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة بين انواع مفردة من الكائنات ومواطنها والتداخل بينهما .
- ٢ – علم البيئة الجماعي :
- وهو العلم الذي يهتم بدراسة المجتمعات وعلاقتها بالموطن ،
- كذلك تركيب هذه المجتمعات وتوزيعها وتطورها :
- وهناك تقسيمات او فروع حديثة اخرى لعلم البيئة وقد قسم بعض الباحثين علم البيئة الى اربعة اقسام او مستويات والتي عدت الحجر الاساس في علم البيئة وهي :
- ١ – الافراد ٢ – المجموعات ٣ – المجتمعات ٤ – النظام البيئي
- اولا -الافراد : Individules
- وتشمل على الكائنات المفردة من النباتات والحيوانات وتمثل وجود كامل ومنظم من الناحية الوراثية واتي تشكل مع محيطها الخارجي مستوى بيئيا مستقلا . منها مثل البيئة الفسلجية .
- ثانيا ً : المجموعات : Populations
- وتشمل النبات المفرد او الحيوان له علاقة بالكائنات الاخرى من ناحيتين :
- الاولى : وراثية او جينية وهي للأفراد الاخرين من نفس النوع .
- الثانية : بيئية – للنباتات او الحيوانات الاخرى من نفس المجتمع البايولوجي .

- **المجموعة المحلية : Loccal Population**
- وتشمل علي اي مجموعة من الكائنات المفردة والمعزولة نسبيا ً حصل بينها جينات واستمرارية هذه الكائنات في النمو لفترة من الزمن . ولذلك يمكن المجموعة المحلية بدلا من الكائنات المفردة الاساسية في التطور والسبب في ذلك ناتج عن سهولة التبادل بين الجينات لافراد هذه العشائر .
- **بيئة المجموعة Population ecolgy**
- وهي دراسة العلاقة بين مجاميع من الكائنات وتاثيراتها
- **خصائص ومميزات العشائر :**
- للعشائر خصائص ومميزات يمكن دراستها بطريقة احصائية لا يمكن تطبيقها على الكائنات المفردة وتشمل على ما ياتي :
- ١) حجم وكثافة المجموعة والتي تؤثر فيها العوامل التالية :
- أ - نسبة المواليد Natality الجدد وهي تزيد من كثافة المجموعة
- ب – نسبة الوفيات Mortelity والتي تقلل من كثافة المجموعة
- ج – الوفود Immigrations حيث تزيد من كثافة المجموعة
- د – الهجرة Emigration تقلل من كثافة المجموعة كما هو مخطط في الشكل التالي :

مخطط حول الكثافة



المحاضرة الثانية / بيئة ومناخ نظري

- ٢ – توزيع الكائنات حسب العمر
- ٣ – التراكيب الوراثية للأفراد ضمن المجموعة. ٠
- ٤ – توزيع الافراد ((طريقة توزيع الكائنات المفردة في الموقع المعين)) .
- ثالثا ؛ **المجتمعات : Communities**
- يطلق على الكائنات ت المفرد ة او فراد العشائر التي تعيش كجزء من مجموعة من العشائر في نفس المكان بالمجتمع ويعرف بانه (مجموعة من العشائر للكائنات الحية توجد في مكان معين او محدد ذات علاقة متبادلة فيما بينها) .
- **بيئة المجتمع Community ecology**
- وهي دراسة المجتمعات وعلاقاتها بالموطن التي تعيش فيه وقد عرف الكثير من علماء النبات والحيوان مصطلح المجتمع بطرق مختلفة في محاولة منهم لفهم الفكرة الخاصة لعمل هذه المجتمعات وعلى النحو التالي :
- **الفكرة الاولى** : وتعني تواجد عدة انواع مع بعضها في موقع معين او مساحة معينة ، ويمكن اعتبار هذه الفكرة تمثل الحد الادنى من الصفة المميزة لهذ المصطلح .
- **الفكرة الثانية** : ادعى بعض الباحثين ان المجموعات الفعلية لنفس المجاميع من الانواع تتكرر في نفس الزمان والمكان .
- **الفكرة الثالثة** : اعتقد بعض العلماء ان بعض المجتمعات لها ميل نحو للحركة المستمرة وهذا يعني ان المجتمعات تعود الى حالة التوان بعد كل اضطراب يصيبها ،اي ان للمجتمعات منظما ذاتيا Homeststasis .

ميزات المجتمع

- **للمجتمعات صفات مميزة تنفرد بها لايمكن لا يمكن ان نجدها في العشائر او الكائنات المفردة ، لما تتمتع به هذه المجتمعات من مستوى متكامل وهذه المميزات هي :**
- **١ – اختلاف الانواع :**
- **ويقصد به نوع الحيوانات او النباتات التي تعيش في المجتمع المحدد او المعين ، وتمثل مقياس بسيط يحدد عدد الكائنات الموجودة في المجتمع .**
- **٢ – شكل النمو والتركيب :**
- **ويمثل وصف او تحديد معالم المجتمع المدروس بفئات رئيسية**
- **لأشكال النمو مثل : الاشجار والشجيرات والاعشاب والاشنات .....الخ . ويمكن تقسيم هذه الفئات الى فئات اخرى ثانوية كاشجار عريضة الاوراق او الابرية ..... الخ . ويحدد هذا الاختلاف في اشكال النمو للطبقات العمودية**
- **Stratification من المجتمع المدروس**
- **٣ – السيادة :**
- **تدل هذه النقطة انه ليس لجميع الانواع الموجودة في المجتمع نفس الاهمية في تحديد طبيعة المجتمع .**
- **فبالرغم من كثرة الانواع في المجتمع لكن القليل منها (بفضل حجمه او عدد او فعالياته) حيث يمكنه ان يحدد طبيعة المجتمع المذكور .**
- **فالانواع السائدة يمكنها ان تتفاعل مع البيئة وتحدد الظروف التي تسمح بنمو الانواع الاخرى معها .**
- **٤ – غزارة الانواع :**
- **وهذه النقطة شبيه بسابقتها الا انها تؤكد على النسبة المئوية لمختلف الانواع التي تشكل المجتمع .**

- ٥) بنية التغذية :
- اي من يتغذى على من ، وبمعنى اخر فهي تؤكد على طبيعة العلاقة الغذائية للانواع المختلفة في المجتمع والتي تحدد مجرى سريان الطاقة والمواد الغذائية بين الانواع .
- رابعا ً- النظام البيئي : Ecosystem
- وهو تجمع كامل من كائنات نباتية وحيوانية راقية ودنيا ومواد غير حية تعيش في منطقة ما تربطها علاقات متبادلة ايضا يراعى اهمية العوامل الفيزيائية على المكونات المكونة لهذه المجتمعات ، فالكائنات تتفاعل مع بعضها البعض ومع الظروف الفيزيائية من جهة اخرى .
- لقد اقترح العالم Tansley المصطلح السابق الذكر Ecosystem
- سنة ١٩٣٥ الذي يمثل تداخل الالكائنات الحية مع البيئة غير الحية .
- بمعنى اخر دراسة جميع التداخلات بين عوامل المحيط اللاحيائي والكائنات الحية في اي منطقة وتحت مستوى من مستويات التغذية .
- مثال ١ : يمكن اعتبار الكائنات الحية الموجودة في بركة ماء اضافة الى تفاعلها مع العوامل البيئية الاخرى عبارة عن نظام بيئي لتلك البركة
- مثال ٢ : يمكن ان تعتبر المنطقة الصحراوية برمتها عن نظام بيئي لتلك المنطقة .....الخ .

- يمكن تقسيم النظام البيئي الى قسمين رئيسيين :
- ١ - المحيط الفيزياوي Physical environment
-))يشمل المركبات العضوية وغير العضوية في المحيط)) والذي يجهز مكونات المجتمع الحياتي بالطاقة اللازمة والمواد الاولية لاستخدامها لاغراض النمو والبقاء
- ٢ – المجتمع الحياتي Biological communities
- وهو المجتمع او الجزء الحياتي من هذا النظام فيمكن ان تقسيمه الى مكونان اساسيان من التغذية .
- أ – مكون ذاتي التغذية Autetrophic
- حيث يسود فيه تثبيت الطاقة الضوئية واستخدام المواد غير العضوية البسيطة لتكوين مواد معقدة مثل النباتات الخضراء وتسمى الكائنات المنتجة Producers .
- ب – مكون غير ذاتي التغذية Heterotrophes
- ويسود فيه استخدام واعادة ترتيب وهدم المواد المعقدة وهذا المكون ينقسم بدوره الى عدة مستويات من التغذية
- ١ – كائنات مستهلكة Consumers
- وهي الحيوانات التي تتغذى على غيرها من الكائنات وتشمل على :
- اولا - حيوانات تقتات على النباتات الخضراء Herbivores
- ثانيا - حيوانات اكلة اللحوم تقتات على غيرها من الحيوانات Carnivores
- ثانياً – كائنات التحلل (محللة) Decomposers

- وهي كائنات رمية غير ذاتية التغذية واهمها البكتريا والفطريات وقسم من البروتوزوا التي تحلل المواد العضوية المعقدة الى مركبات بسيطة .
- يمكن تقسيم المجتمع الحياتي الى مایاتي :
- ١ – الاحياء المنتجة
- ٢ – الاحياء المستهلكة
- ٣ – احياء التحلل
- وهذه المجموعات تؤكد او توضح طبيعة سريان المواد الغذائية بين مكونات النظام البيئي . فتنتقل الاجزاء غير الحية Abiotic subestance (كالمعادن والمواد الاولية الضرورية) الى الجزء الاول من المكونات (الكائنات المنتجة) Producers ثم تنتقل الى المستهلك الاول (اكلات الاعشاب) Herbivores ثم الى (اكلات اللحوم) او المستهلك الثاني Carnivores .
- ومن المعروف ان التجوية الكيميائية للصخور هي التي تؤدي الى تغذيتها وتجهيز المعادن والمواد الاولية الضروري للنبات ، الا ان هذه العملية لاتسير بسرعة كافية لتعويض النقص الحاصل في هذه العناصر من جراء امتصاصها من قبل النباتات الخضراء .
- فالمعادن الموجودة في التربة ستكون عرضة للنفاذ وسيقل تجهيز المواد الضرورية ، هنا ياتي دور كائنات التحلل فتقوم بتحليل المواد العضوية

- المعقدة في اجسام الحيوانات الميتة والنباتات الساقطة الى مواد دبالية وفي النهاية الى معادن وغازات وماء يمكن استخدامها ثانية من قبل النباتات الخضراء .
- اي بدون هذه الكائنات سوف تتجمع الاجزاء الميتة من الحيوانات والنباتات دون تحلل مما يؤدي الى قلة المواد الاولية . وهكذا فالمواد الغذائية الضرورية ستنتقل بشكل دائرة بين المكونات الرئيسية للنظم البيئي.

- وينطبق الشيء نفسه على الطاقة ، فالكائنات الحية تحتاج الى الطاقة كي تحافظ على ديمومتها ومعيشتها .
- وهناك فرق بين سريان المواد الغذائية وسريان الطاقة في النظام البيئي ، فيمكن ان تسترد وتستخدم المواد الغذائية مرة بعد اخرى ، ولكن لايمكن استرجاع الطاقة ثانية ، فهي تسير خلال مكونات النظام وتفقد نهائيا ً خلال عملية التنفس في كل جزء وعلى طول السلسلة الغذائية .
- فتستخدم النباتات الخضراء الطاقة الشمسية وتحولها الى بعملية التركيب الضوئي الى طاقة كيمائية ، وتعتمد جميع المكونات على هذه النباتات لاستحصال الطاقة منها ، فالمستوى الثاني من التغذية (الكائنات اكلات الاعشاب) تحصل عل طاقتها من جراء هضمها للمواد النباتية ومن ثم تنتقل الطاقة الى المستهلك الثاني بعد تغذيته على المستهلك الاول وهكذا الى اخر السلسلةحيث تحصل كائنات التحليل على الطاقة المخزونة من جراء تحليلها وتغذيتها على الاجزاء الميتة من الكائنات الحية .

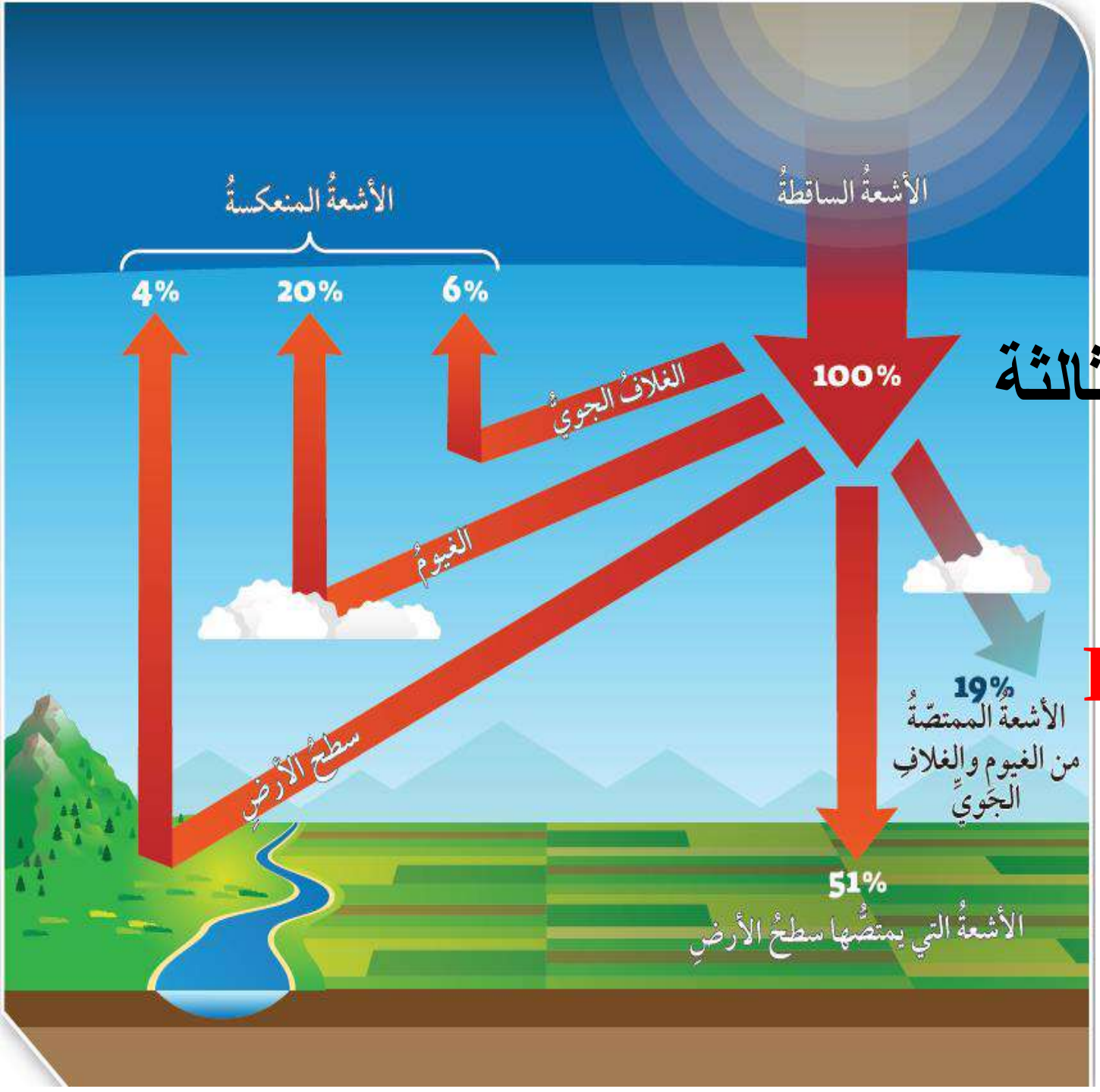
The environment المحيط

- يعرف بانه المواد والقوى الحية التي تحيط بكل الكائنات الحية التي تشكل محيطها الاحيائي والتي تاخذ منها احتياجاتها الضرورية .
- متطلبات الكائنات الحية في المحيط
- ١ – التجهيز بالطاقة
- ٢ – التجهيز بالمواد الاولية الضرورية
- ٣ – التخلص من النتجات الزائد ، فالمحيط يجب ان
- أ- يوفر الحد الادنى من المتطلبات الظرورية لبقاء الكائن الحي
- ب – يجب ان لاتصدر عنه اي تاثيرات تتعارض مع متطلبات الحياة
- فمثلا في الحالة الاولى فان قلة الماء في البيئة الصحراوية وقلة الاوكسجين في قمم الجبال او قلة العناصر الغذائية في المناطق الصخرية تجعل النباتات والحيوانات غير قادرة على الحصول على الحد الادنى من متطلبات الحياة في هذه المناطق .
- وفي حالة اخرى يمكن ان تكون لدرجة الحرارة العالية تاثيراً ضاراً على بقاء الكائن الحي على الرغم من توفر الغذاء والضوء بصورة كافية .
- ولمحيط الكائنات الحية قدرة كامنة لتجهيز الكائنات الحية بالمواد الضرورية ، واكثر هذه الكائنات قدرة في الحصول على هذه التجهيزات اكثرها نجاحا في المعيشة واحتلال هذا المحيط او ذاك .

- مكونات المحيط :
- ١ – مادة مثل التربة والماء
- ٢ – قوى مثل الرياح والجاذبية
- ٣ – ظروف مثل درجة الحرارة والضوء والكائنات الاخرى
- مكونات المحيط :
- ١- المحيط الفيزيائي
- المحيط البايولوجي

جدول رقم (١) : مكونات المحيط

العوامل الفيزيائية	العوامل البايولوجية
الطاقة	النباتات الخضراء
الاشعاع	النباتات غير الخضراء
الماء	المحللات
الرياح	المتطفلات
الحرائق	المتكافلات
الطبوغرافية	الحيوانات
الطبقات الجيولوجية	النسان
التربة	



المحاضرة الثالثة

الطاقة

الاشعاع

Radiation

- الاشعاع : عبارة عن طاقة قريبةً من سرعة الضوء ، وعمليا ً معظم الطاقة في المحيط مصدرها الاشعاع الصادر من الشمس والذي يطلق عليه بالاشعاع الشمسي Solar radiation ، ويمكن ايضا ً ان تدخل كميات قليلة من الاشعاعات ذات الطاقة العالية محيط الكرة الارضية من خارج المجموعة الشمسية ، لكنها لا تساهم كثيرا ً بسريان الطاقة خلال المحيط البيئي الا ان لها تاثير بايولوجي مهم بسبب تاثيرها التاييني على تركيب الكروموسومات وهذه الاشعاعات يطلق عليها بالاشعة الكونية Cosmic radiation . وهناك ايضا ً اشعاعات اخرى سببها بعض الصخور المشعة والغبار المتساقط ومنابع المياه المعدنية والبراكين تستلم في مواقع معينة محلية من محيطنا يطلق عليها بالاشعة المحلية Local radiation .

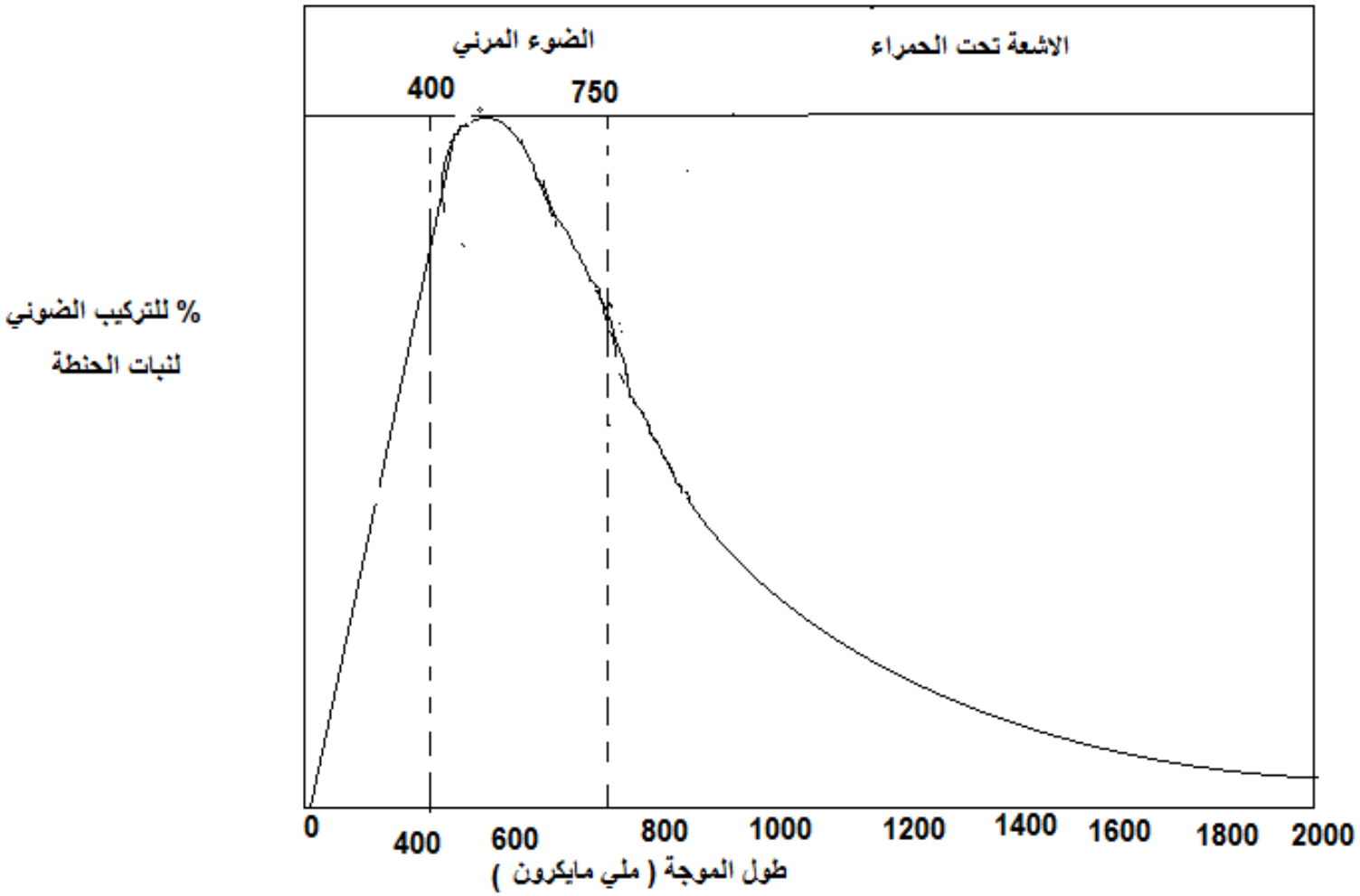
- وبشكل عام تعتبر معظم هذه الاشعاعات جزئية مقارنة بالاشعاعات الشمسية التي تقوم بتجهيز الطاقة الضرورية لتسخين المحيط وتمكين النباتات من القيام او تادية وظائفها الحيوية باستخدامها لهذه الطاقة المكتسبة بعملية التركيب الضوئي

- يتكون معظم الاشعاع الشمسي المستلم على سطح الارض من ما يلي :
- ١ - اشعاع مرئي او ضوء Visible radiation
-
- ٢ – الاشعة تحت الحمراء Infrared radiation or thermal radiation .

- ٣ – الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiation

- كما في الشكل (٤) .

شكل (٤) : انواع الطيف الشمسي



- وهناك اشعاعات اخرى نسبتها قليلة جدا يمكن ان تتواجد في طبقات الجو العليا مثل اشعة اكس x-Ray وبعض الجزيئات ذات الطاقة العالية (كالالكترونات والبروتونات) .
- ان معظم اشعة اكس تمتص من قبل الغازات في طبقات الجو العليا كما ويعلق مرور الجزيئات المشحونة الى جو الارض بواسطة حزام Van Allen الواقع على مسافة كبيرة من سطح الكرة الارضية .
- وبصورة عامة تختزل كميات الاشعاع الشمسي الذي يصل الى الارض بحوالي ٦-٨ % من جراء امتصاصها بواسطة الهواء الجوي وينعكس حوالي ٤٠% من قبل الغيوم . اما البقية الباقية من الاشعاعات التي تصل الى التربة او الماء يمكن ان تتغير نسبتها بعوامل اخرى كاختلاف درجات الحرارة وطول فترة الاشعاع وزاوية السقوط الاشعة الشمسية مع سطح الكرة الارضية ..... الخ .

- الاشعاع المرئي (الضوء) Visible radiation
- هو الاشعاع الذي يصل طول الموجة فيه محصورا (٤٠٠-٧٥٠) ملي مايكرون ، ويقع اللون البنفسجي في النهاية القصيرة من طول الموجة واللون الاحمر في النهاية الطويلة وقد سمي بالاشعاع المرئي لكونه يرى بالعين المجردة على عكس الاشعاعات الاخرى .
- والضوء اشعاع مهم ومؤثر في عملية التركيب الضوئي ، وضروري جدا ً في تسخين المحيط الاحيائي ، ويؤلف تقريبا ً ٤٠ -٦٠% من الاشعاع الشمسي الذي يصل الى سطح الارض ، اعتماداً على حالة الجو فيما اذا كان غائما ً او صحوا ً وعندما يمرر الشمس من خلال موشور زجاجي فانه ينتشر الى عدة الوان ذات اطوال امواج مختلفة وكما يلي :
- ١ – اللون الاحمر ينحصر من ٦٢٦ – ٧٥٠ ملي مايكرون
- ٢ – اللون البرتقالي ينحصر من ٥٩٥ – ٦٢٦ ملي مايكرون
- ٣ – اللون الاصفر ينحصر من ٥٧٤ – ٥٩٥ ملي ميكرون
- ٤ – اللون الاخضر ينحصر من ٤٩٠ – ٥٧٤ ملي ميكرون
- ٥ – اللون الازرق ينحصر من ٤٣٥ -٤٩٠ ملي ميكرون
- ٦ – اللون البنفسجي ينحصر من ٤٠٠ – ٤٣٥ ملي ميكرون

- ان كل تلك الالوان السابقة الذكر تؤلف الضوء المرئي تؤثر في عملية التركيب الضوئي حيث النباتات الخضراء تحول الطاقة الضوئية الى الى طاقة كيميائية لأتمام هذه العملية ومن المعروف ايضا ً ان الموجات الضوئية اعلاه لاتدخل جميعها في عملية التركيب الضوئي بصورة متساوية حيث ان معظم اللون الاخضر ينعكس او ينفذ خلال الاوراق الخضراء ولا يمتص منه الا الجزء القليل ، بينما تمتص معظم الموجات الحمراء من الضوء والتي تدخل في عملية التركيب الضوئي وكما هو مذكور في الشكل (٤) .
- ٢ – الاشعة تحت الحمراء او الاشعة الحرارية Infrared radiation وتشمل معظم الاشعة الباقية من الاشعة الشمسية الواصلة الى الارض وهي اشعة تحت حمراء تكون موجاتها اطول من ٧٥٠ ملي ميكرون ولاترى بالعين المجرد ة ، الا ان الانسان يمكن ان يحس بها بشكل اشعة حرارية ، وكلما طالت الموجة كلما كان تاثيرها الحراري اكثر وهذه الاشعة مهمة من خلال تاثيرها على الهرمونات التي تحدد الانبات واستجابة النبات لطول النهار .... الخ .

- ٣ – الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiation
- وهي الاشعة التي يبلغ طول امواجها ٣٩٠ ملي ميكرون فاقل ، وهي قصيرة جدا ً ولا ترى من قبل الانسان ، ولا تحتاج النباتات في نموها الى هذه الاشعة ولا تعتبر مضرة لها وذلك لوجودها بنسبة قليلة جداً على سطح الكرة الارضية تقدر بحوالي ١% من الاشعة الشمسية . فمعظم الاشعة فوق البنفسجية تمتص من قبل طبقة الاوزون في طبقات الجو العليا على بعد ١٦ ميل من سطح الارض . اضافة الى ذلك تعتبر بشرة النباتات معتمة لاستلام مثل هذه الاشعاعات . ولهذه الاسباب فالاشعة فوق البنفسجية ليست مهمة من الناحية العملية الا لقسم من النباتات الواطئة .
- ومنذ ان كانت الاشعة الضوئية هي التي تجهز الطاقة لعملية التركيب الضوئي وهي ايضا ً مصدراً ً لتسخين المحيط الاحيائي .

- **العوامل المؤثرة على الاشعة الضوئية :**
- **١ – نوعية الضوء ((تركيب طول الموجة)) Light quality**
- **٢ – شدة الضوء Light intensity**
- **((كمية الضوء المستلمة في وحدة المساحة ولفترة معينة من الزمن)) .**
- **٣ – طول فترة الاضاءة Photoperiod**

- **١– نوعية الضوء ((تركيب طول الموجة)) Light quality**
- ان التغيرات التي تحصل في نوعية الضوء تحت الظروف الطبيعية ليست واضحة تماما كما هو الحال بالنسبة لكمي الضوء وطول فترة الاضاءة وذلك للأسباب التالية :
- أ – على الرغم من 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 بأخر لجميع اطوال امواج الضوء ، ولهذا السبب نجد صعوبة في تفسير تأثير نوعية هذه الموجات من الناحية البيئية .

- ب – يختلف التأثير الناتج عن نوعية الضوء من نوع الى اخر من النباتات .
- ج – نظرا ً لان النباتات تنمو تحت الظروف الطبيعية فالاختلافات في نوعية الضوء لم تبرهن اهميتها الكافية كي تصبح من عوامل المحيط بالنسبة للنباتات .
- اضافة الى ان العوامل التي تؤثر في نوعية الضوء هي نفسها التي تؤثر على كميته ولهذه الاسباب نجد ان كمية وطول فترة الاضاءة هي المتغيرات المهمة من الناحية البيئية .
- تحد الكمية الممتصة والمنتشرة 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 من الموجات التي تستلمها المناطق الرطبة (تعليل) .**
- 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 .
-

- ان الاختلافات في الموقع الواحد مهمة كثيراً من الناحية البيئية وتؤثر ايضا ً في نوعية الضوء
- فمثلا ً الغابات ذات الطبقات Stratumالمختلفة تستلم فيها الاشجار العالية كمية كبيرة من الضوء مقارنة بالأعشاب التي تنمو في ارضية الغابة ، وتكون الاخيرة نامية في ظل الاولى فهي تستلم موجات الضوء التي لم تمتص او تنعكس .
- فهذه الاعشاب يجب ان تكيف فعالياتها لكميات قليلة من ونوعية مختلفة من الضوء مقارنة بالأشجار العالية التي تكون معرضة لكميات كبيرة من الضوء ((**حيث تختزل موجات اللون الاحمر والازرق من الضوء وذلك لامتصاص هذه الالوان بكميات كبيرة من الاشجار العالية لاهميتها في عملية التركيب الضوئي**)) ويمكن ايضا ً ملاحظة تكيف الكائنات النباتية في المحيط المائي لنوعية الموجات الضوئية التي تصل الى اعماق مختلفة . فنفاذية الموجات الضوئية الطويلة كالموجات الحمراء هي اقل بكثير من نفاذية الموجات القصيرة من الضوء كالموجات الزرقاء . وبذلك نجد ان النباتات الطحلبية الحمراء تكيفت للمعيشة
- في المناطق العميقة من البيئات المائية لقدرتها على الاستفادة من الموجات القصيرة الزرقاء من الضوء .

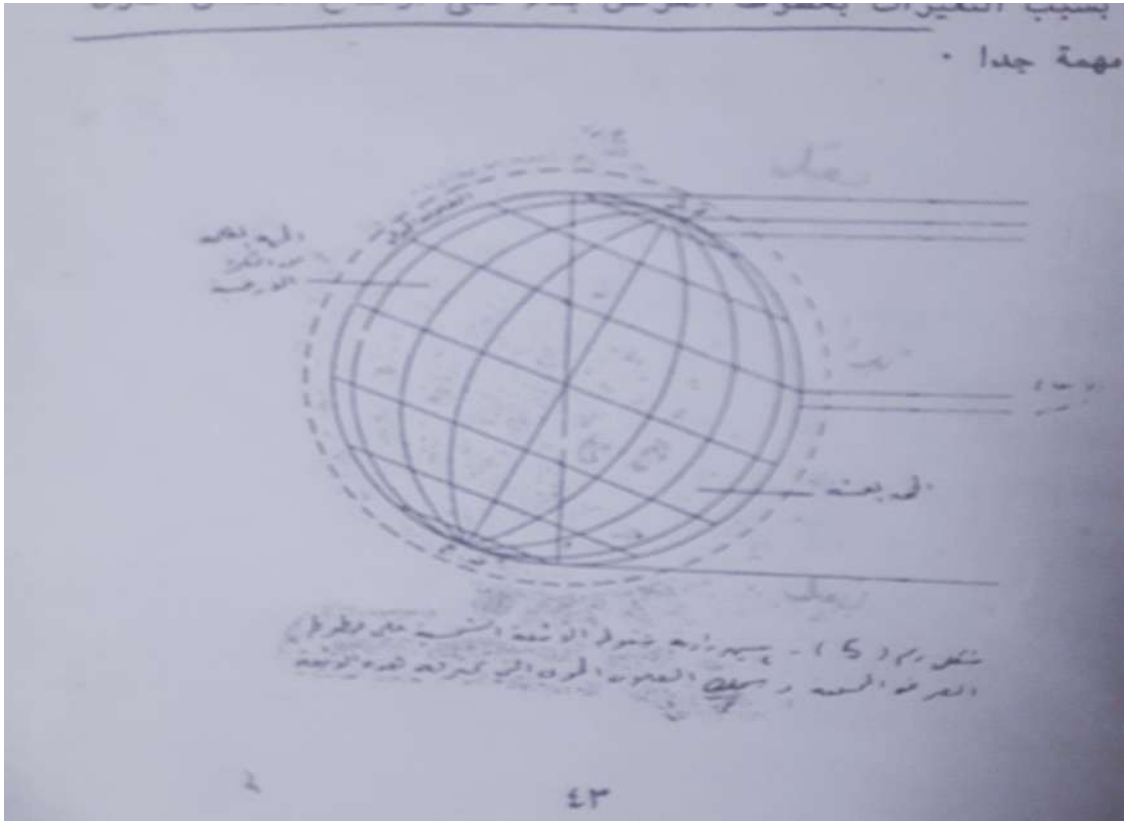
المحاضرة الرابعة / بيئة ومناخ

- **اولا : تأثير الهواء الجوي :**

- تمتص وتنتشر الغازات الجوية ، خاصة غاز النيتروجين والاوكسجين كميات قليلة من الاشعاعات ذات الموجات القصيرة من الضوء والتي تدخل من خلال طبقة الغازات التي تحيط بالكرة الارضية ((بسبب هذا الامتصاص نجد ان الاشعة فوق البنفسجية ذات اطوال امواج الاقل من ٢٩٠ ملي ميكرون لا يمكنها ابدا ً الوصول الى سطح الكرة الارضية)) وكلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر كلما قل سمك طبقة الهواء المحيط بالأرض وقل امتصاصها للضوء فتزداد شدة الاضاءة .
- فتقدر شدة الضوء على قمم الجبال التي ترتفع بمقدار كيلومتر عن مستوى سطح البحر بـ ١٢٩٠٠٠ لوكس Lux مقارنة بـ
- ١٠٧٠٠٠ لوكس عند مستوى سطح البحر .
- ((كل واحد قدم-شمعة = ١٠,٧٦٤ لوكس)) حيث اللوكس تمثل وحدة قياس شدة الضوء .
- وعلى خلاف النيتروجين والاوكسجين نجد ان رطوبة الهواء لها تأثير كبير ايضا ً على شدة الضوء ، فتكون كميته في المناطق الجافة اكبر بكثير مما عليه في المناطق الرطبة الملبدة بالغيوم والضباب . فتقل شدة الضوء بنحو ٤٠% في الايام الغائمة ، وتحت هذه تمتص كميات كبيرة من موجات الضوء الطويلة والاشعة تحت الحمراء ، في حين تنتشر وتتبعثر الموجات القصيرة من الضوء والاشعة فوق البنفسجية .
-

- **انواع الضوء :**
- ١ - الضوء المنتشر : Diffuse lightوهو الضوء المبعثر بواسطة جزينات وقطرات الماء ويطلق عليه بضوء السماء Sky lightوتصل نسبته في الايام الصباحية الى ١٠-١٥ % من كمية الضوء بينما تصل نسبته الى ١٠٠ % في الايام الغائمة .
- ٢ – الضوء المباشر : Direct light وهو الضوء المباشر الساقط على الارض مباشرة
- زاوية سقوط الاشعاع الشمسي : تؤثر ايضا ً زاوية سقوط اشعة الشمس مع سطح الارض على شدة الضوء . وذلك لانها تحدد المسافة التي تقطعها هذه الاشعة خلال الغلاف الجوي كي تصل الى المنطقة المعينة . وبالمثل فانها تجدد مساحة الارض التي تنتشر عليها هذه الكمية من الضوء . فكلما ازدادت المسافة التي تقطعها نتيجة انحراف زاوية سقوطها كلما مرت بطبقات اكثر من الغلاف الجوي وانتشرت على مساحة اكبر الام الذي يؤدي الى قلة شدة الضوء كما في الشكل رقم (4)
- وعلى هذا الاساس فالاخلافات في شدة الضوء بسبب التغيرات بخطوط العرض بناءا ً ارتفاع الشمس فوق الافق مهمة جدا ً .

شكل رقم (٤)



- فتكون شدة الضوء في المناطق الاستوائية عالية بسبب وضع الشمس العمودي ، وكلما تقدمنا نحو القطبين قلت شدة الضوء بسبب بعد المسافة بين الشمس والارض وازدادت نسبة الضوء المنتشر .
- ٢ – تاثير الجزيئات العالقة :
- الجزيئات الصلبة المنتشرة في الهواء (كالغبار والدخان) لها اهمية كبيرة في التاثير على كمية الضوء بسبب حجبها له ، حيث تعمل كعازل يقلل من شدة الضوء الساقط على الارض ، فالدخان في المدن الصناعية المتقدمة يحجب حوالي ٩٠% من الضوء ، والتاثير الاكثر خطورة من هذا هو الذي يحصل من جراء تراكم الدخان وترسبها بشكل طبقة او غشاء رقيق على اسطح النباتات ، فتحجب كمية الضوء الازم لعملية التركيب الضوئي خاصةبالنسبة للنباتات المغطاة بالزغب او مواد لزجة والحالة نفسها بالنسبة للاشجار الدائمة الخضرة حيث تكون اكثر تاثرا من المتساقط الاوراق بسبب استمرارتعرض اوراقها لهذه الاضرارعلى مدار السنة .
-

- **٣– تاثير طبقات الكساء الخضري :**
- يعمل الغطاء النباتي على تظليل سطح التربة ، فيقلل من شدة الضوء الساقط على السطح . وتلاحظ هذه الحالة بوضوح في منطقة الغابات . حيث تمرر اوراق الاشجار حوالي ١٠% فقط من كمية الضوء الساقط عليها ، بينما ينفذ معظم الضوء الى الاسفل بمروره بين الاوراق بشكل ضوء منتشر او على شكل بقع شمسية Sunflects تحدد كمية الضوء المستلم في المجتمعات النباتية الى درجة كبيرة موقع اي نبات بالنسبة الى النبات المجاور ، ففي الغابة مثلاً تستلم الاشجار الكبيرة العالية معظم الضوء الساقط عليها ، بينما تستلم الشجيرات القصيرة التي تنمو تحتها كمية اقل من الضوء ، في حين تستلم الاعشاب الصغيرة كميات قليلة جدا من الضوء ونتيجة لذلك نجد بعض النباتات لا تقوى على النمو لقلة الضوء اللازم لا تمام فعالياتها الحيوية .

- تقسم النباتات من حيث احتياجاتها الضوئية للقيام بفعالياتها الحيوية ال :
- ١ - Heliophytes : وهي النباتات التي لاتتحمل الظل ويطلق عليها ايضا ً Shade intolerant species
- ٢ – Sciophytes وهي النباتات التي تعيش في ظروف بيئية ذات كثافة ضوئية واطئة وتتحمل الظل ويطلق عليها ايضا ً Shade tolerant species
- ٣ – Faculative sciophytes : وهي نباتات الظل الاختيارية والتي تنمو بصورة جيدة في الشمس ويمكن ان تنمو بصورة حسنة في الظل .
- ٤ – Obligative Heliophytes : وهي نباتات الضوء الاجبارية والتي لاتستطيع النمو تحت الظل .
- ان اختزال كمية الضوء ٢٠% يعد عامل محدد بيئيا ً لنمو وتوزيع النباتات .
- ان نقطة التعويض لنباتات الضوء في اعلى حدودها هي ٤٢٠٠ لوكس في حين تكون لنباتات الظل تكون اقل من ٢٧ لوكس ، والملاحظ ان طحالب المياه العميقة والطحالب والحزازيات في الكهوف يمكن ان تنمو تحت ضوء خفيف جدا وغالبا َ تحت اضاءة ليس باكثر من ضوء القمر (٢٥و٠) لوكس
- **٤– تاثير طبوغرافية الارض :**
- يسبب اتجاه وميلان سطح الارض اختلافات واضحة في شدة الضوء
- فالمنحدرات المواجه للشمال في المرتفعات العالية تستلم كميات قليلة من الاشعة العمودية في وقت الظهيرة مقارنة بالمنحدرات المواجهة للجنوب شكل (٦) ،

- ولهذا السبب فان النباتات النامية فوق هذه المنحدرات تعتمد الى درجة كبيرة على الضوء المنتشر والذي يشكل ١٧% من شدة الضوء الكلي . وللحصول على اعلى حد ممكن من اشع الشمس لهذه النباتات هو نموها في اماكن خالية من عوارض طبيعية قد تتداخل مع الضوء المنتشر او تؤثر عليه ومن اي اتجاه يصل الى سطح الارض .
- شكل (٦) :

- **ثالثا ً طول فترة الاضاءة :**
- تختلف فترة بقاء الضوء باختلاف خطوط العرض فمثلا عند خط الاستواء يستمر ضوء النهار اثنتي عشرة ساعة ، بينما يستمر عند خطوط العرض العليا – وفي اثناء فترة من السنة – اربعا ً وعشرين ساعة .وعلى ذلك تتعرض النباتات الاستوائية الى ضوء يستمر نصف يوم ، بينما تنمو النباتات القطبية في فترة اضاءة تستمر بالتقريب طوال فصل الصيف لذلك سميت النباتات التي تنمو في هذه المنطقة بنباتات النهار الطويل . واذا زرعت انواع نباتية من خطوط العرض الدنيا لمدة شهرين تحت ظروف من الاضاءة المستمرة في المنطقة ذات النهار الطويل فان فترة نموها الخضري سوف تقصر بدرجة كبيرة . ويبكر فصل الازهار في هذه النباتات بمعدل ثابت نتيجة للزيادة التدريجية في طول النهار .

- **تاثير طول النهار :**
- لاتتم عمليتا الازهار والاثمار في نباتات المناخ المعتدل الا في اوقات معينة من السنة ، فمثلا نباتات البنفسج تزهر مبرا ً في الربيع وعند اقتراب فصل الصيف يزهر السوسن والخشخاش بينما نباتات الداليا تزهر في الخريف .
- ان هذه الاختلافات لاترتبط بدرجات الحرارة قدر ارتباطها بالفترة اليومية للضوء والظلام .
- وعلى هذا الاساس تم تقسيم النباتات حسب تاثير طول النهار الى ثلاثة مجاميع رئيسية وهي :
- **١ – نباتات النهار الطويل :**
- وتمثل النباتات التي تحتاج الى ايام ذات نهار طويل لكي تتم عمليتا الازهار والاثمار بنجاح بالرغم من نموها خضريا في الايام ذات النهار القصير مثل نباتات اللفت والبرسيم الاحمر والسوسن والسبانج ، حيث تزهر هذه النباتات في اواخر الربيع وبداية الصيف ، ومع ذلك يمكن حملها على الازهار في منتصف الشتاء بعد تعريضها ال ضوء صناعي لفترة ١٥ و١٦ ساعة .
- **٢ – نباتات النهار القصير :**
- وهي النباتات التي تنمو وتزهر في حالة تعرضها الى النهار القصير مثل الرز والدخن والتبغ وبعض اصناف فول الصويا ولا تزهر اذا تعرضت الى نهار طويل بل تنمو خضريا ً فقط .

- **٣ – النباتات الوسطية او المحايدة :**
- وهي نباتات اقل حساسية لفترة الاضاءة النهارية حيث ان عملية التكاثر تبدو لا ترتبط فيها بطول نهار حرج وفي حال كون الظروف مناسبة تزهر في معظم خطوط العرض وكذلك كل فصول السنة . ويبدو ان عدد هذا النوع من النباتات يفوق كلا المجموعتين السابقتين .
- وقد اثبتت التجارب ان طول الفترة الخضرية للنباتات يقل كلما اتجهنا نحو الشمال اي ان الفترة اللازمة للازهار تقل في بعض النباتات بزيادة طول الفترة الضوئية وتزيد في نباتات اخرى . فمثلا سرعة ازهار نباتات الذرة الصفراء كلما اتهنا نحو خط الاستواء لقلة الفترة الضوئية التي تتعرض لها النباتات خلال النمو

المحاضرة الخامسة / بيئة ومناخ

اهمية الضوء في عملية التركيب الضوئي

- من المعروف بان الضوء هو مصدر الطاقة المطلوبة لعملية التركيب الضوئي ، وهذه الطاقة متوفرة في الطبيعة وبكميات كبيرة بحيث ان معظم النباتات المزروعة لاتستخدم في عملة التاركيب الضوئي سوى ١% من الاشعاع الكلي . ولكي يستمر النبات في الحياة يجب ان تكون المواد الغذائية التي ينتجها النبات في عملي التركيب الضوئي اكثر من التي يستهلكها في عملية التنفس . ان كمية الضوء التي يحتاجها النبات في التركيب الضوئي لكي تعادل او تعوض عما يستهلكه في التنفس تسمى نقطة التعادل الضوئي Compensation point اي بمعنى اخر ان سرعة التركيب الضوئي تساوي نقطة سرعة التنفس .
- ان هذه النقطة تتغاير في معظم النباتات الراقية من ٢٧ -٤٢٠٠ لوكس اي حوالي ٢٧و٠ – ٤٢٠ قدم – شمعة كما وقد لوحظ في معظم النباتات التي تحتوي على اوراق كثيرة والتي تظلل بعضها البعض تحتاج الى الاشعة الشمسية الكلية الساقطة عليها لاجل القيام بعملية التركيب الضوئي بالكفاءة المطلوبة وبذلك تعتب الكميو الكلية هذه الاشعة امرا ً مناسبا ً .

تاثير الضوء على النباتات

- فيما يلي ندرج اهم التاثيرات للضوء على النبات وتشمل :
- ١ – تكوين الكلوروفيل Chlorophylle formation
- تمثل صبغة الكلوروفيل من اهم الصبغات في النبات وبعض النباتات من البكتريا وكذلك الكائنات الفطرية لاتستجيب للضوء والسبب في ذلك يعود اما ان هذه الكائنات لم تنل القدرة على تكوين الكلوروفيل او انها فقدت قدرتها نتيجة لخاصية التطفل او للخاصية الرمية . في حين نجد ان بعض النباتات مثل السرخسيات والحزازيات والطحالب ووحيدة الخلية تكتسب لونا ً اخضرا ً بغياب الضوء والنباتات التي تحتوي على البلاستيدات باستثناء النباتات السابقة حيث لا تكون الكلوروفيل الا في وجود الضوء وبالرغم ان هذه الصبغة قد تتكون احيانا ً في الظلام فانها لاتعمل في بناء المواد الكربوهيدراتية في غياب الضوء

- تختلف كمية الكلوروفيل في النوع النباتي الواحد او الانواع الاخرى من سنة الى سنة باختلاف مجموعة من العوامل وهي :
- ١- بتقدم العمر
- ٢ - باختلاف الظروف البيئية
- ٣ – تعاقب الليل والنهار
- لقد وجد بالتجربة ان تركيز هذه الصبغة لكل وحدة مساحة او لوزن في النباتات المختلفة ، يزيد بانخفاض شدة الضوء الى ان تبلغ الشدة حدا من الانخفاض تتعرض فيها حياة النبات الى الخطر. وفي الانواع النباتية التي لها القدرة على احتمال بيئات مختلفة تزيد فيها كمية الكلروفيل، كما وتزيد هذه الصبغة ايضا في النباتات التي تعيش في الشمس .
- **٢ - تاثير الضوء على عدد ووضع البلاستيدات الخضراء**
- يمكن تفسير التركيب الداخلي للورقة الى حد كبير على اساس علاقتها بالضوء ، فتمتص وتستغل البلاستيدات الخضراء في عملية التركيب الضوئي كمية صغيرة فقط من الطاقة الاشعاعية ، اما الكمية الكبيرة منها فتتحول الى طاقة حرارية تستهلك في عملية تبخر الماء . وتعمل هذه العملية على احتفاظ الورقة بدرجة حرارة منخفضة . ولا يظهر تاثير هذه العملية في الظل بسبب تعرضها لفترات قصيرة للشمس . فعلى السطح العلوي للورقة – حيث توجد البلاستيدات الخضراء بغزارة – الذي يستقبل ضوء الشمس كاملاً ، تترتب هذه البلاستيدات في صفوف موازية لاتجاه الاشعة الضوئية شكل (٧) .

- ٣ – التغيرات التي تحدث في تركيب الورقة .
- غالبا ً ما يتحدد شكل الاوراق بتاثير الضوء على البلاستيدات الخضراء ، وما يتبع ذلك من تغيير في شكل خلاياها ، والاتجاه التي تستطيل فيه . فتعمل الخلايا الاسفنجية على استطالة الورقة في الاتجاه العمودي على الضوء الساقط .

- وتعمل هذه العملية على الاحتفاظ للورقة بدرجة حرارة منخفضة ، ولا يظهر تاثير هذه العملية في الظل بسبب تعرضها لفترات قصيرة للشمس فعلى السطح العلوي للاوراق توجد البلاستيدات الخضراء بغزارة والذي يستقبل ضوء الشمنس كاملاً تترتب هذه البلاستيدات بصفوف نوازية لاتجاه الاشعة الضوئية شكل رقم (٧) ويذلك يعمل كل منها كستار واقي ماتحته من العرض للتاثير الكامل للطاقة الاشعاعية . وبهذه العملية تهبط كمية الماء المفقود ، فقد ثبت بالتجربة ان طبقة واحدة من من البلاستيدات الخضراء تمتص نحو ٢٠% من الضوء عليه ، وبقل لامتصاص في الطبقة الثانية الى ٢١% وفي الثالثة ١٥%وفي الرابعة الى ١٠% .اما طبقات البلاستيدات الاكثر عمقا ً فانها تمتص كمية قليلة جدا من الضوء .وقد وجد بالتجربة ان الضوء لايمر الا من خمسة طبقات في نبات الفاصوليا ويمر في تسع طبقات في نبات الخروع .
-

- وفي الظل يقل الخطر الناشئ عن فقد الماء بكثرة ، في حين تتطلب الحاجة الى الحصول على الكمية الممكنة من الضوء ونتيجة لذلك تترتب البلاستيدات بوضع قائم للضوء حتى يتسنى لها استلام اكبر كمية ممكنة من الضوء الساقط كما واضح في الشكل (٧) .
- **٣ – التغيرات التي تحدث في تركيب الورقة :**
- ان التحورات التي تحدث في الورقة ، نتيجة لاستجابتها للضوء ، تفوق غيرها من التحورات التي تتم في اي عضو نباتي اخر ، وغالبا ً ما يظهر اختلاف واضح في سمك الاوراق التي تنمو في الشمس والظل . فيقل سمك الاوراق التي تنمو في الظل عن الاوراق المعرضة لضوء الشمس
- ويكون الفرق واضحا ً بحيث يمكن التمييز بينهما بسهولة عن طريق اللمس وتحتوي الاوراق التي تنمو في الظل عل طبقة واحدة من الخلايا العمادية مقارنة بالاوراق التي تنمو تحت ضوء الشمس (قارن شكلي ٧و٨) . حيث وجد بالتجربة زراعة نباتات مختلفة في ظروف تبلغ فيها شدة الضوء ١- ٢٠ % لا تكون الا طبقة واحدة من النسيج العمادي ، في حين تكون النباتات التي تزرع تحت شدة اضاءة تبلغ ٧٠% طبقتين متميزتين من النسيج العمادي .

- **٤- التغيرات في شكل الاوراق**
- غالبا ً ما يتحدد شكل الاوراق بتاثير الضوء على البلاستيدات الخضراء وما يتبع ذلك من تغيير في شكل خلاياها والاتجاه التي تستطيل فيه ، فتعمل الخلايا الاسفنجية على على استطالة الورقة في الاتجاه العمودي على الضوء الساقط ، بينما تعمل الخلايا العمادية على استطالتها في اتجاه الضوء . ونتيجة لذلك تنبسط نسبيا ً ، الاوراق التي تحتوي على كمية كبيرة من النسيج الاسفنجي ، بينما يزداد نسبيا ً سمك الورقة التي يغلي فيها النسيج العمادي ، فقد يزيد سطح اوراق الخوخ بمقدار ٦٥% ، كما يزيد سطح اوراق التفاح بمقدار ٢٢٤%اذا ما زرعت هذه
- هذه النباتات في بيئة تبلغ فيها شدة الضوء ١٥% ، مقارنة بسطوحها عند زراعتها في ضوء الشمس الكامل . فنمو وتكوين النسيج الاسفنجي يعني زيادة في السطح الماص للضوء . والخلايا التي تكون في الاحوال الاعتيادية نسيجا ً عماديا ً في الشمس تتحول وتكون خلايا اسفنجية في الظل وبالعكس ، فان الخلايا الاسفنجية وتحت ظروف من الاضاءة الشديدة تتحول الى نسيج عمادي .

شکل (۸و ۹)

- **٥ – انبات البذور:**
- ان للضوء تاثير مهم على انبات البذور فبذور معظم النباتات تتحسس للضوء عندما تكون رطبة ومهيأة للانبات .
- فبذور نبات الخس لايمكنها الانبات دون ان تعرض للضوء ويفضل ايضا ً تعريض نباتات الجزر والتبغ الى الضوء لغرض تحفيزها على الانبات (في حين ان بعض بذور النباتات لاتستطيع الانبات بوجود الضوء كانواع من العائلة البصلية والقثائية) ، ولهذا السبب يفضل زرع بذور النباتات التي تحتاج الى كميات مناسبة من الضوء لغرض الانبات في الطبقات السطحية من التربة . على العكس من النباتات التي لاتستطيع الانبات بوجود الضوء الا ان العلاقة المتبادلة بين الضوء وانبات البذور تتاثر بعوامل محيطية اخرى فمعظم البذور التي تحتاج الى كمية مناسبة من الضوء نجدها تفتقد هذه الحاجة تدريجياً ً تحت ظروف الخزن الجافة كما وان هذه الحاجة تتغير ايضا ً بفعل عامل الحرارة او زيادة الاوكسجين ..... الخ .

- **٦ – الاجزاء التكاثرية :**
- ان ظهو الاجزاء التكاثرية تتاثر كثيرا ً بعامل الضوء . فعدم توفر الضوء الكافي يعيق نمو وظهور الازهار وتبقى النباتات في طور النمو الخضري . فالمحاصيل التي تزرع من اجل الحصول على اوراقها وسيقانها بفضل زراعاتها في بيئات تقل فيها شدة الاضاءة بينما يستحسن زراعة المحاصيل التي تحصد لغرض الحصول على ازهارها وثمارها في مناطق ذات شدة اضاءة عالية . ويمكن ملاحظة تاثير شدة الاضاءة على الازهار حتى في الموقع الواحد او الشجرة الواحدة . اذ ان الجوانب المعرضة الى شدة ضوئية عالية هي التي تظهر فيها الازهار بكميات اكبر .

- ٧– شكل النمو :
- ان شدة الاضاءة تؤثر كثيرا ً على الصفات المورفولوجية للنبات فشدة الاضاءة العالية تؤدي الى جعل النبات يتميز بسيقان سميكة قوية وقصيرة السلاميات ، واوراق صغيرة ذات انصال سميكة عديدة الثغور تتميز بغلظ جدرانها الخلوية كما ان الجذور تتاثر ايضا ً بشدة الاضاءة فالنباتات التي تعيش تحت كثافات ضوئية عالية تتميز بطول جذورها وتفريعاتها الغزيرة . وقد وجد ايضا ً ان جذور النباتات البقولية تحتوي على اعداد كبيرة من العقد البكتيرية تحت ظروف الاضاءة العالية .

المحاضرة السادسة

- **٨ – تكوين الهرمونات :**
- يؤثر الضوء على انتاج بعض الهرمونات في النبات . فالضوء يمنع تكوين الاوكسينات (وهي مواد تسيطر على النمو) . ونتيجة لذلك يتاثر نمو وشكل وسريان واتجاه الاعضاء النباتية باختلاف كمية واتجاه الضوء الساقط . فالنباتات التي تعيش في الظلام تنتج كمية كبيرة من الاوكسينات مما يجعلها تتميز بالسيقان الطويلة وباحتوائها على كمية قليلة من الانسجة الدعامية . وهذه الصفات تختص بها معظم النباتات التي تعيش في الظل او تحت قمم الاشجار العالية في الغابة . حيث تتميز بطول سيقانها ونحافتها وقلة اوراقها .
- فالضوء الساقط عاى جهة معينة من النبات . يزيد من انتاج مادة الاوكسين في الجهة الاخرى المظلمة مما يحفز هذه الجهة الاخيرة على النمو والطول ودفع الساق باتجاه الضوء ..

- فعلى سبيل المثال نرى ان محصول عباد الشمس حساس جدا لاختلاف الضوء الساقط حيث نجد ان الاعضاء الزهرية تتحول من الشرق الى الغرب مع تحول موقع الشمس طيلة النهار نتيجة للتغير الحاصل في في طول الساق في الجهة المظلمة
- **٩ـ عملية النتح وفتح وغلق الثغور :**
- يعتبر الضوء ذو اهمية كبيرة في السيطرة على عملية النتح لذلك يتحكم هذا العامل بطريق غير مباشرة في عملية امتصاص الماء . وقد يلعب الضوء دوراً مهما في تنظيم حركة الثغور . فيتوقف فتح الثغور في معظم النباتات على وجود الضوء اذا كانت الظروف البيئية الاخرى مناسبة شكل رقم(١٠) ، اما اذا اصبحت تلك الظروف غير مناسبة فان تاثير الضوء يتحور تحت تاثير العوامل الاخرى الى ان يختفي تماماً . ان الضوء يزيد من قيمة للخلايا الحارسة وذلك يؤدي الى تحويل النشا الى المركب Glucose 1 Phosphate من خلال تاثير انزيم
- Starch Phosphorylase .

- اما في الظلام فيقل ال pHويتحدد التفاعل السابق . ان زيادة نسبة الكاربوهيدرات الذائبة للخلايا الحارسة ينتج عنه زيادة في الضغط الازموزي بينما يؤدي نقص الكاربوهيدرات الذائبة الى حدوث تاثير عكسي ..
- وعلى العموم فان الضغط الازموزي للخلايا الحارسة يكون عاليا ً نسبياً خلال ساعات النهار ويقل خلال فترة الليل . ان هذه الزيادة في الضغط الازموزي تؤدي الى نقص ضغط التشبع مقارنة بالخلايا المجاورة والذي يعمل على انتقال الماء الى داخل الخلايا الحارسة فيزيد من انتفاخها وبالتالي اتساع فتحة الثغور .
- **١٠- تاثير الشدة الضوئية في مقاومة البرد والجفاف :**
- ان الضوء يساعد الشتلات المزروعة على مقاومتها للبرد و الجفاف وكذلك الحشرات والامراض وذلك بزيادة كمية المواد الكاربوهيدراتية المخزونة ونسبة الانسجة الدعامية لذا فان بادرات الشوح *Abies eilcica* تحتاج الى شيء من الضوء في اول حياتها .
- **١١ – تاثير الضوء في تكوين الاصبغة والمواد الراتنجية :**
- للضوء تاثير ايجابي في تكوين المواد الدباغية والمواد الراتنجية والزيوت الاساسية في النبات وهذه لها اهمية اقتصادية .

درجة الحرارة

- ١ – تاثيرها على عملية النتح
- ٢ – التنفس
- ٣ – الانبات
- ٤- النمو
- ٥- التكاثر

التغيرات في درجات الحرارة

- تختلف درجة الحرارة وتتغير اثناء الليل والنهارخلال المواسم والفصول ووطوال السنة ، ومن اهم العوامل التي تؤثر فيها هي :
- **١ – موقع المكان بالنسبة لخط العرض**
- اذ انه يحدد زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح الارض ويحدد طول الليل والنهار في الفصول المختلفة . فخطوط العرض العليا تستقبل اشعة الشمس بزاوية اكبر من الزاوية التي يستقبل بها عند خط الاستواء ، ونتيجة لذلك تزداد كمية الحرارة التي يمتصها الهواء الجوي ، ولايترك منها الا كمية قليلة تصل الى سطح التربة ، في حين نجد ان الاشعاع الشمسي في المنطقة الاستوائية لايختلف كثيراً خلال فصول السنة لان زاوية سقوط الاشعة الشمسية لاتنحرف كثيراً خلالها . فتزداد تبعاً لذلك كمية الاشعاع الشمسي التي تصل الى الارض .

- **٢ – الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر :**
- تنخفض درجة الحرارة بصفة عامة كلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر والمعدل الذي تتناقص فيه درجة الحرارة وهذا بالارتفاع هو درجة مئوية واحدة لكل ١٥٠م ((وهذ المعدل تقريبي وذلك لان تناقص درج الحرارة بالارتفاع تتاثر بعوامل كثيرة اهمها سرعو الرياح ونسبة الرطوبة في الهواء وكمية السحب وكثافتها .....الخ)) لذلك فان سطوح الجبال تتعرض الى طبقات من الهواء البارد مما يجعلها ابرد دائماً من السهول والوديان المنخفضة . على الرغم من ان الجبال العالية تمتص كمية من الحرارة اكبر مما تمتصه الاراضي المنخفضة وذلك بسبب زيادة فقدان الحرارة عن طريق الاشعاع المنعكس في هذه المناطق مقارنة بالاراضي المنخفضة التي تقع على نفس خط العرض ويرجع ذلك الى قلة سمك الهواء الذي يسمح بمرور الحرارة خلاله بسهولة .

- ، اضافة الى ذلك ذلك فان شدة الرياح تعمل على ازالة الهواء الساخن بشكل سريع في المناطق الجبلية
- **٣ –السحب :**
- تعتبر السحب من العوامل المهمة التي تؤثر على درجات الحرارة على درجة الحرارة ، ففي اثناء النهار ينعكس جزء كبير من اشعة الشمس على السطوح العليا للسحب ، ونتيجة لذلك تنخفض درجة الحرارة على سطح الكرة الارضية ، وفي الليل تقف السحب حائلا ً فتعيق اشعاع الحرارة من سطحها ويؤدي ذلك الى انخفاض قليل في درجة حرارة سطح التربة والهواء الملامس لها ، وهذه الظاهرة واضحة جدا في المناطق الصحراوية ((حيث الغيوم قليلة والسماء صافية والجو صحو)) ففي خلال النهار تكون درجة الحرارة للتربة عالية نتيجة لكثافة التربة والحرارة النوعية واطئة لها ، ((خاصة الترب الجافة))

- **٣ – الرياح :**
- تلعب الرياح واتجاهها دورا مؤثرا ايضا في درجة حرارة الجو للمنطقة ، فالرياح التي تهب من مكان دافئ تسبب ارتفاعا في درجة الحرارة ، في حين تعمل الرياح الهابة من المناطق الجبلية او القطبية على خفض درجة الحرارة . كما وتعمل الرياح التي تأتي من المناطق البحرية على تلطيف الجو في المناطق الساحلية والقريبة . ولما كان معدل تسخين سطح الارض باشعة الشمس يعادل اربع مرات قدر معدل تسخين الماء بها . ولما كان سطحها يبرد بسرعة كبيرة اثناء الليل ، فانه يتضح كيف تعمل المسطحات المائية الكبيرة من الماء ((كالبحيرات الكبيرة)) على تثبيت درجة حرارة الاراضي القريبة منها .

- **٥ – المحتوى المائي للتربة :**
- تتاثر درجة الحرارة التي تعمل على تغيير الهواء فوق سطحها ، تاثيرا ً كبيرا ً بالمحتوى المائي . فالاراضي الرطبة ، ترتفع درج حرارتها ببطأ مقارنة بالترب الجافة وذلك لان الحرارة النوعية للماء هي اعلى من الحرارة النوعية للتربة ، وعلى ذلك فالاراضي الرطبة تعمل على خفض درجة حرارة الهواء الملامس لها انخفاضا ً جزئيا ً بسبب زيادة الرطوبة ، التي تعيق بدورها اشعة الشمس المباشرة على عكس الحال في الترب الجافة .
- **٦ – الغطاء النباتي :**
- يعمل الغطاء النباتي على التقليل من الاشعة علي الساقطة على سطح التربة . فالحرارة فوق الاراضي المفتوحة الجرداء هي اعلى من حرارة الاراضي المغطاة بغطاء نباتي . فالنباتات تقوم
- بامتصاص جزء من الطاقة الحرارية فتقلل من درجة الحرارة

- حرارة التربة التي تنمو فوقها فدرجة الحرارة في الغابة مثلا ً في منتصف الصيف هي اقل بحدود ١٠مئوية مقارنة بدرجة الحرارة في الاراضي المفتوحة نهارا ً واكثر ١٠ درجة مئوية ليلاً . كما ان درجة حرارة التربة في الغابة هي اقل ايضا ً من درجة حرارة التربة في الاراضي المفتوحة .
- **٧ – اتجاه المنحدر :**
- تختلف درجة الحرارة باختلاف المنحدر ، ويرجع ذلك الى سقوط اشعة الشمس بزاوية مائلة على السطح . وكلما ازدادت زاوية السقوط عن ٩٠ درجة كلما قلت كمية الاشعاع الساقط على وحدة المساحة . فالمنحدرات الجنوبية والغربية تستقبل اشعة الشمس بصورة اكبر وتكون اكثر دفئا ً ، كما ان درجة حرارتها اكثر انتظاما ً من المنحدرات الشمالية . لذلك فدرجات الحرارة الدافئة للمنحدرات المقابلة للجنوب سوف تسمح للنباتات بالنمو والازهار
- بصورة مبكرة مما لو كانت عليه في المنحدرات المواجه للشمال .

- ولزراعة اشجار الفاكه والمحاصيل الاخرى في المناطق ذات التضاريس الوعرة ، يوجب الاهتمام باتجاه المنحدر فمثلاً نبات الشليك يزهر ويثمر مبكراً عدة ايام ، اذا مازرع في منحدر مواجه للجهة الجنوبية حيث التربة والهواء اكثر دفئاً . ولزراعة البساتين تفضل المنحدرات الشمالية حيث لاتبكر النباتات في تزهيرها وبذلك تتلافى من الضرر الناشئء من الصقيع المتاخر .

المحاضرة السابعة
الانقلاب الحراري

- تعريف الانقلاب الحراري Temperature inversion
- تحدث هذه الظاهرة في المناطق الجبلية ، حيث ينساب الهواء البارد من قمم الجبال – بسبب كثافته العالية وثقل وزنه – الى اسفل المنحدرات ، خاصة خلال اوقات الليل عندما يكون الجو صحوا والرياح هادئة . فيدفع الهواء الدافئء الموجود في اعماق الوادي الى الاعلى وعند ذلك ستتكون طبقة من الهواء الدافئء الموجود في اعماق الوادي الى الاعلى وعند ذلك ستتكون طبقة من الهواء الدافيء في الوسط وطبقتين من الهواء البارد في اسفل الوادي واعلى الجبل ، وتسمى هذه الظاهرة بالانقلاب الحراري ولهذه الظاهرة اهمية بالغة في دراسة توزيع النباتات في المناطق الطبيعية ، كما وان معرفة هذه المنطقة سوف يساعد على ايجاد الموقع الصحيح لزراعة بعض اشجار الفاكهه . ويمكن استغلال هذه المنطقة ايضا ً للاغراض السياحية لدفء هوائها .

درجات الحرارة المفضلة وغير المفضلة للنباتات

- ١ - درجة الحرارة العظمى : Maximum temperature
- ٢ - درجة الحرارة الصغرى :Minimum temperature
- ٣ - درجة الحرارة المثلى :Optimum temperature
- ١- درجة الحرارة العظمى : Maximum temperature
- وهي اعلى درجة حرارية يمكن للنبات ان يتحملها دون حدوث ضرر له . وتختلف درجة تحمل النباتات للحرارة العظمى تبعا ً لعوامل عديدة الا انها مرتبطة الى حد كبير في الطبيعة بتغيير كمية الماء . فتتأثر كثيرا ً العلاقة بين كمية الماء المتوفرة للجذور والمفقودة عن طريق الاوراق بدرجات الحرارة . ففي درجات العالية وبسبب الماء او التاثيرات الاخرى يقل معدل النمو الى درجة كبيرة حتى يصل الى نقطة او د رجة حرارية معينة عند تجاوزها يتعرض النبات الى الهلاك اوالموت .
فالتغيرات التي تحدث تبدأ فعلا ً في البروتوبلازم عند حوالي ٤٠درجة مئوية وهذه التغيرات مضرة بالنبات . وتنمو معظم النباتات بين ٤٥ - ٥٥ درجة مئوية .

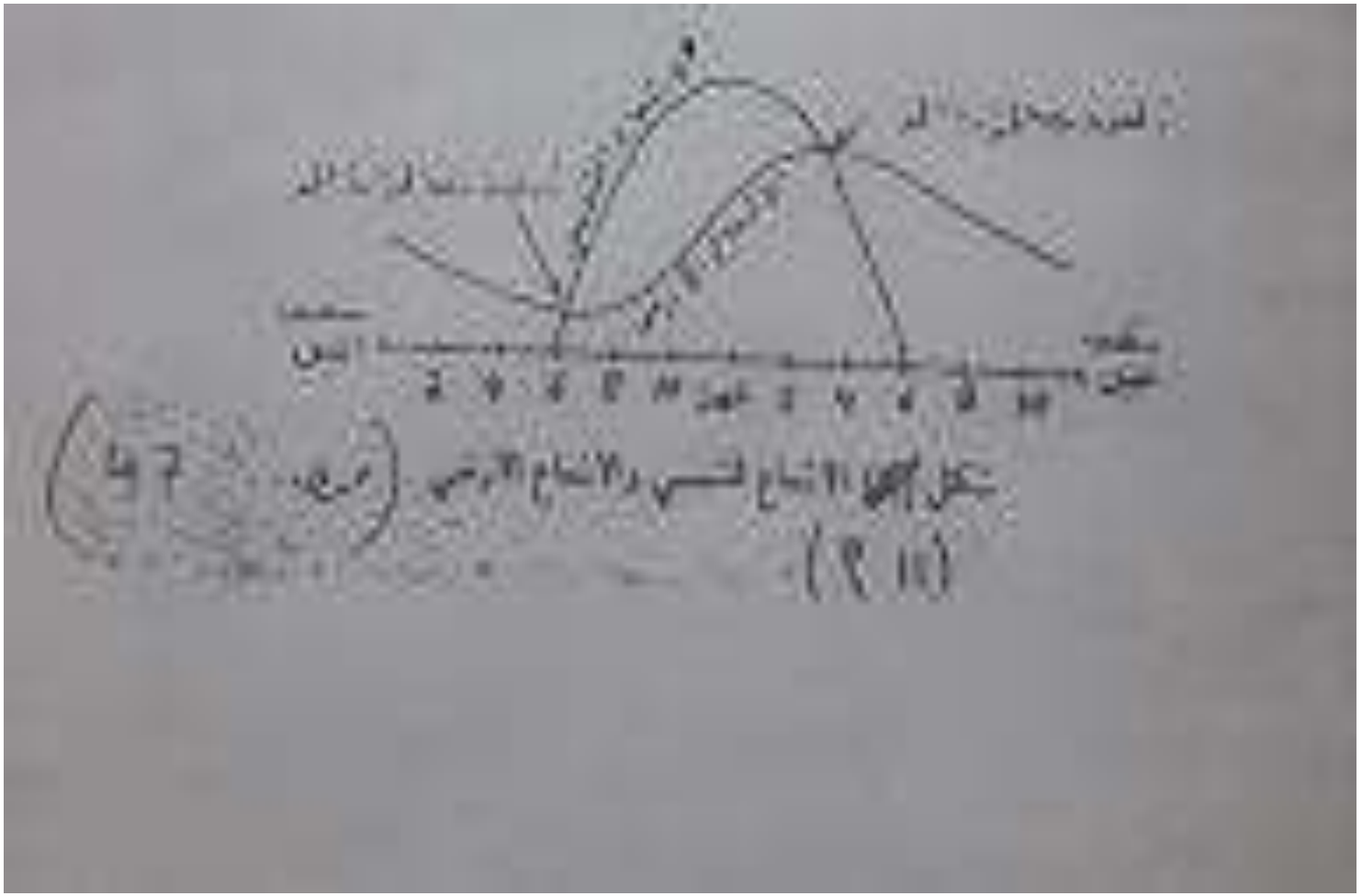
- ويمكن لبعض النباتات ان تتحمل درجات الحرارة المتطرفة في فترات معينة من اطوار حياتها عنها في فترات اخرى ، فهي اقل تحملا ً عند فترة النمو النشط عندما تكون انسجتها مملوءة بالماء ، واكثر تحملا ً في فترات السكون ، التي تتميز به البذور والكورمات وغيرها . فتتحمل البذور الجافة درجات حرارة اعلى من ١٠٠ د.م ، ولكنها تقتل بسهولة في درجة ٧٠ د. م. اذا كانت مبتلة .
- ٢ – درجة الحرارة الصغرى :
- هي اقل درجة حرارية يمكن عندها للنبات ان يستمر في فعاليته الحيوية . تختلف النباتات في درجة تحملها لدرجة الحرارة الصغرى . فيمكن لقسم من النباتات القطبية النموو التزهير في درجات حرارة منخفضة جدا ولكن قد يتوقف نمو بعض نباتات المنطقة الاستوائية او تقل فعالياتها الحيوية في حدود ال ٢٠ درجة مئوية عندما تصل درجة الحرارة الى ١٠ درجة مئوية او اقل .
-

- **اضرار الانجماد :**
- ١- تجمد البروتوبلازم الذي يؤدي الى موت الخلية بسبب ترسيب البروتينات
- ٢ - الجفاف الخلوي Cell dehydrationوهو تجمد الماء بين الخلايا مما يسبب خروج الماء خارج الخلايا
- ٣ – الحرق الشتوي : Winter burnيحدث نتيجة ارتفاع مفاجئ في درجات الحرارة والماء متجمد في التربة فتموت الاوراق وتصبح بلون بني .
- ٤ – الصقيع : Frostتكون طبقة ميتة من البلورات فوق النبات او في داخله او على التربة ويقسم الى قسمين :
- أ – الصقيع الابيض White frost
- ب – الصقيع الاسود black frost
- تقاوم البذور الجافة والاجزاء غير الفعالة تحت سطح التربة التاثيرات المستمرة لدرجة الحرار ة المنخفضة الى حدود -٣٠ م او ٤٠ م كما وقد تقاوم بعض البذور الجافة درجة الحرارة المنخفضة حتى -١٩٣ م الى – ٢٥٠ م .

- **٣ – درجة الحرارة المثلى :**
- هي الدرجة الحرارية التي يقوم عندها النبات بفعالياته الحيوية على احسن ما يكون . الا انه من الصعب تحديد درجة الحرارة المثلى لمختلف العمليات الفسيولوجية كالتركيب الضوئي والتنفس والتكاثر ..... الخ لان كل منها يتوقف على مجموعة من العوامل الكيميائية والفيزيائية . وعموما ً لاتتطابق درجة الحرارة المثلى لكل عملية من هذه العمليات الفسيولوجية . فالدرجة المثلى لعملية التنفس مثلا ً هي اعلى بكثير من عملية صنع الغذاء لذلك فانه يظهر ومن وجهة النظر البيئية ان درجة الحرارة المثلى لا يمكن ان تكون درجة محددة وانما هي عبارة عن مدى معين من الدرجات .
- **ظاهرة التأقلم (Acclimatization) :**
- ظاهرة اختلاف درجة الحرارة المثلى فيه لعملية التركيب الضوئي باختلاف الظروف المناخية .
- **ظاهرة التكيف (Adaptation) :**
- ظاهرة الاختلاف في درجات الحرارة المثلى لعملية التركيب الضوئي خلال الفصل الواحد والتي تعود الى الاختلافات الوراثية .

- **النظام اليومي لدرجة الحرارة :**
- يصل الاشعاع الشمسي الى الارض حيث يقوم سطحها بامتصاص هذه الاشعة ولكنه يقوم برد جزء منها الى الجو على هيئة اشعاع ارضي ، وان هذه الاشعه هي التي تسخن الهواء بصفة اساسية اكثر مما يسخن ماشرة من الشمس .
- ويختلف الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي في ان الاول اشعته مظلمة تحمل الحرارة فقط بينما الثاني يحمل الضوء والحرارة معا لذلك فدرجة حرارة الهواء هي اولاً نتيجة للاشعاع الارضي الذي ترده الارض الى الجو ، وثانياً للاشعاع الشمسي يسخن سطح الارض والهواء الملامس له . ويصل الاشعاع الشمسي اقصاه وقت الظهيرة بينما يبلغ الاشعاع الارضي اقصاه بعد الظهر بساعتين تقريباً مع ملاحظة ان الاشعاع الشمسي يبدأ بشروق الشمس وينتهي بغروبها بينما الاشعاع الارضي يظل طول اليوم ويبلغ اقصاه بعد الظهر وادناه قبل شروق الشمس وان انعكاسات الاشعاع الشمسي والارضي على درجات الحرارة تكون اعلى مايمكن بحدود الساعة الثالثة ظهراً وادنى درجة حرارة قبل شروق الشمس بقليل كما موضح في الشكل (١١ أ) .

شكل ١١ الاشعاع الشمسي والاشعاع الرضي



- **المدى اليومي لدرجات الحرارة :**
- يقصد به الفرق بين ادنى واعلى درجة حرارة تسجلان اثناء اليوم وهما النهاية الصغرى Minimum temerature
- والنهايةِ العظمى Maximum temerature . وهذا الفرق قد يختلف كثيراً من مكان لاخر ومن فصل لاخر حسب الظروف الخاصة بالمنطقة فيقل الفرق في الاماكن القريبة من البحر ذات الامطار الكثيرة ويزداد في المناطق الصحراوية الجافة .
- خطوط الحرارة المتساوية Isotherme
- هي خطوط ترسم على الخريطة لتوصيل الاماكن التي تتساوى معدلاتها الحرارية سواء كانت تلك المعدلات الاصلية لشهر معين او للسنة باكملها . وذلك بعد تعديل المعدلات التي تنشرها المراصد المختلفة لكي تمثل درج الحرارة عند مستوى سطح البحر ويجري هذا تعديل عادة باضافة درجة واحدة لكل ١٥٠ متر ، ولكن يجب أن نلاحظ ان هذا المعدل تقريبي لان تناقص درجة درج الحرارة بالارتفاع يتعرض للتغير من وقت الى اخرومن مكان الى اخر طبعاً لعوامل عديدة

- ومعظم الخطوط تتجه بصفة عام بين الشرق والغرب ولكن لابشترط مع ذلك ان تكون الخطوط موازية لخطوط العرض حيث انها تتعرج وتلتوي في مواضع مختلفة وتتاثر بالعوامل التالية :
- ١ – توزيع الماء على اليابسة :
- في فصل الشتاء تكون اليابسة عموما ً اشد برود من الماء بينتما يحدث العكس صيفا ً ونظرا ً لاتساع اليابسة في نصف الكرة الشمالي واختلاطه بالبحار فان خطوط الحرارة المتساوية تبدو كثيرة التعاريج والالتواء اما في نصف الكرة الجنوبي فتسود البحار والمحيطات ولهذا تكون خطوط الحرارة المتساوية اقل تعرضا َ للتغير من الشمال ، كما تبدو انها تمتد موازية لخطوط العرض تقريبا ً .

- ٢ – التيارات البحرية :
- تعمل التيارات البحرية التي تمر بسواحل القارات على تدفئة هذه السواحل اذا كانت اتية من جهات ادفأ او على خفض درجة حرارتها اذا كانت اتية من جهات ابرد منها .
- ٣ – الرياح :
- توثر احيانا ً على سير خطوط الحرارة المتساوية بطريقة مشابهة لتاثير التيارات البحرية
- **عيوب الاعتماد على خطوط الحرارة المتساوية ومعدلاتها :**
- ان دراسة درجة الحرارة على اساس خطوطها المتساوية لم تعد لها تلك الاهمية التي كانت لها من قبل فهي ان افادت بعض الشيء في المقارنات المناخية فانها لاتفيدنا كثيرا في دراسة المناطق التي تحتاج الى شيء من التفصيل ودراسة التوزيع الواقعي لدرجة الحرارة كما هي موجودة في الطبيعة والذي يتحكم في حياة النبات والحيوان .

- **المناطق الحرارية في العالم :**
- قسمت المناطق الحرارية في العالم الى :
- أ – التقسيم اليوناني القديم :
- ويعتمد هذا التقسيم على اساس درجة ميل اشعة الشمس على سطح الارض ويشمل التقسيمات التالية :
- ١ – منطقة حارة ما بين مداري السرطان والجدي .
- ٢ – المنطقتان المعتدلتان الشمالية بين مدار السرطان والدائرة القطبية الشمالية ، والجنوبية مابين مدار الجدي والدائرة القطبية الجنوبية .
- ٣ – المنطقتان الباردتان ، الى الشمال من الدائرة القطبية الشمالية ، والى الجنوب من الدائرة القطبية الجنوبية .
- ب – المناطق الحرارية التي اقترحها كوبن W-koppen
- ويبني هذه التقسيم على اساس طول الفصل الدافيء او الفصل البارد في كل منطقة وعلى اساس متوسط درجة الحرارة في كل فصل من هذين الفصلين .ويقسم الى خمسة مناطق حرارية وهي :
-

المحاضرة الثامنة

- المناطق الحرارية التي اقترحها كوبن :
- ١ – منطقة مدارية حارة :
- وفيها لاتقل متوسط درجة الحرارة في اي شهر عن ١٨ درجة مئوية .
- ٢ – منطقة شبه مدارية :
- وفيها فصل طوله نحو ٣-٨ شهور متوسط الحرارة اثنائها اعلى من ١٠ مئوي واقل من ١٨ مئوي اما الشهور فلا ينخفض متوسط درجة الحرارة عن ١٨ مئوي .
- ٣ – منطقة معتدلة :
- وتتميز بوجود فصل دافيء طويل يشمل ٤ شهور على الاقل (وربما يشمل السنة بأكملها) ويتراوح متوسط درجة الحرارة اثناء مابين ١٠ – ١٨ مئوي اما باقي الاشهر فينخفض متوسطها الحراري عن ١٠ مئوي
- ٤- منطقة باردة :
- ويكون فيها الفصل الدافيء اقصر منه من المنطقة المعتدلة ويتراوح طوله مابين ١ – ٤ شهور ومتوسط درجة حرارته مابين ١٠-١٨مئوي .
- ٥ – منطقة قطبية :
- وفيها يكون متوسط درجة الحرارة في جميع الشهور اقل من ١٠ مئوي .

- ج – المناطق الحرارية التي اقترحها اوستن ملر Austin miller
- وتيعتمد فيها على تحديد فصل البرودة في العروض الوسطى على المتوسط الحراري ٦ مئوي لان معظم النباتات في المنطقة المعتدلة لايمكنها النمو الا اذا كان المتوسط اليومي لدرجة الحرارة اعلى من ٦ مئوي .
- ١ – مناطق حارة : لا ينخفض المتوسط الشهري لدرجة الحرارة عن ١٨ مئوي في اي شهر .
- ٢ – مناطق معتدلة (شبه مدارية) :لا ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة في اي شهر عن ٦ مئوي .
- ٣ - مناطق معتدلة باردة : وتتميز بوجود فصل شديد البرودة يتراوح من ١ – ٥ شهور ويكون متوسط الحرارة اثناءه اقل من ٦ مئوي .
- ٤ – مناطق باردة : وفيه طول الفصل البارد من ٦ -٩ شهور ومتوسط الحرارة فيها اقل من ٦ مئوي .
- ٥ – مناطق قطبية : ويوجد في بعضها فصل دافئ قصير لايزيد عن ٣ شهور ويزيد فيها متوسط الحرارة عن ٦ مئوي ، اما بعضها الاخر فشديد البرودة طوال السنة بحيث لايرتفع المتوسط الحراري في اي شهر عن الصفر المئوي وتتغطى الارض غالبا ً بطبقة من الثلج الدائم .
-

- **درجات الحرارة وقيمتها الفعلية بالنسبة لحياة النبات :**
- الحرارة ضرورية لقيام اي نوع من انواع الحياة فوق سطح الارض ولكن يلاحظ ان اثرها على تنوع فصائل النباتات يكون اوضح من اثرها على المظهر العام للحياة النباتية ، ويمكن تقدير القيم الفعلية لدرجات الحرارة المختلفة بالنسبة لحياة النبات بطريقتين :
- أ – طريقة تحديد فصل النمو :
- وتتم بتقدير مجموع الوحدات او الدرجات الحرارية التي تتجمع خلاله فوق ادنى درجة حرارة ملائمة لنمو النبات وهي الدرجة الحرارية التي يطلق عليها عادة اسم صفر النمو Zero point of growth والتي تكون فيها الفعالية الحيوية للنبات مقدارها صفر مئوي .
- الحارة المجتمعة Accumulated temrature :
- وتشمل مجموع الدرجات الحرارية التي تتجمع فوق هذا الصفر المئوي .
- وتعد بمقياس المئوي ٦ مئوي والفهرنهنايت ٤٣ درجة فهرنهايتية حيث
- تكون فيها الفعالية الحيوية صفرا ً لمعظم نباتات المنطقة المعتدلة ويقل صفر النمو هذا في مناطق المناخ البارد عن هذا المعدل ويزيد عن ذلك

- في المناطق الحارة ، حيث يختلف باختلاف نوع النبات ومن فصل لاخر تبعا ً لاختلاف الظروف البيئية .
- ويمكن على هذا الاساس حساب درجات الحرارة المتجمعة ليوم او شهر او لاية فترة زمنية ، وذلك بتقدير الفرق بين متوسط درجة الحرارة ودرجة حرارة (صفر النمو) لعدد ايام الفترة التي تحسب فيها الحرارة المتجمعة . فعلى سبيل المثال لو كان معدل درجة الحرارة ليوم ما هو ٢٢ مئوي فتكون الحرارة المجتمعة عندئذٍ لذلك اليوم
- ٢٢-٦ = ١٦ مئوي ومجموع درجات الحرارة لبقية الايام تزيد عن ٦ مئوي والتي تمثل الحرارة المتجمعة لفصل النمو لذلك النبات . وبمعرفة درجة الحرارة المتجمعة يمكن معرفة فترة النمو للانواع المختلفة من النباتات في تللك المنطقة .
-

- ويلزم ايضا ً معرفة الحرارة المتجمعة لكل فترة من فترات حياة النبات لاكتمالها كفترة الانبات والنمو الخضري ... الخ.
- فوائد التعرف عل الحرارة المتجمعة :
- ١ – التنبؤ بميعاد وصول النباتات لطور البلوغ .
- ٢ - .الاستفادة منها في الاعداد المناسب للحصاد وتجهيز مصانع الحفظ لاستقبال الثمار .
- ولا يوضع في الحسبان عند حساب الحرارة المتجمعة احتياجات بعض النباتات لشدة الاضاءة وطول فترة النهار ، الامر الذي يؤدي الى عدم الدقة حساب الحرار المتجمعة .
- ب – الطريقة التجريبية :
- وتتم باجراء تجارب معينة على انواع مختلفو من النباتات لتقدير سرعة نموها في درجات الحرارة المختلفة .
- ويبين قانون فانت هوف Van t hoff سنة ١٨٢٢ م الخاص بالعلاقة بين حياة النبات والبيئة الطبيعية – ان التفاعلات الكيميائية في النبات يزداد نشاطها كلما ارتفعت درجات الحرارة ويتبع ذلك زيادة في سرعة النموبحيث تتضاعف هذه السرعة كلما زاد متوسط بمقدار ١٠ مئوي حتى تصل اقصاها في ظروف معينة هي التي يمكن اعتبارها اصلح درجة لنمو النبات . فاذا ما ارتفعت اكثر من ذلك اخذت سرعة النمو في التناقص من جديد .

- وبناءً على هذا القانون يمكن حساب القيمة الفعلية لاي متوسط يومي لدرجة الحرارة مابين ٦ مئوي (وهي الدرجة التي يبدأ عندها النمو) من جهة والدرجة التي تصل عندها سرعة النمو الى اقصاها من جهة اخرى بالمعادلة التالية :
- ق = (ح - ٦) ٢
- ———
- ١٠
- حيث ق = القيمة الفعلية لدرجة الحرارة او (دليل الكفاية لدرجة الحرارة لعملية النمو)
- ح = المتوسط اليومي لدرجة الحرارة المستحصلة للاس ٢

محاضرة بيئة / ٩

- الرطوبة الجوية
- يقصد بالرطوبة الجوية Atmospheric moisture بانه بخار الماء الذي يحتويه الهواء في حالة غير مرئية ، وهو بذلك يختلف عن الابخرة المائية المرئية التي تكون السحاب او الضباب او الامطار ، وهذه الرطوبة تلعب دوراً مهماً في الطقس والمناخ فهي عامل اساسي في تكوين السحب ومظاهر التساقط Precipitation المختلفة مثل المطر والثلج والبرد والضباب والندى والصقيع ، وهذه المظاهر تحدث نتيجة لتكاثف الرطوبة الجوية عندما نتخفض درجة حرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى Dew point، ذلك بفعل الارتفاع او انتقال الهواء الرطب من منطقة دافئة الى اخرى باردة او فقدانه لحرارته بفعل الاشعاع المنعكس وخاصة اثناء الليل .
- وبالاضافة الى اهمية بخار الماء العالق بالجو في تكوين مظاهر التكاثف المختلفة، فان له اهميته ايضا في انتقال الاشعاع الحراري من والى سطح الارض ، حيث يعتبر العنصر الرئيسي في الغلاف الغازي في امتصاص الاشعاع والاشعاع الارضي .

- والرطوبة الجوية او بخار الماء العالق بالجو يأتي عن طريق عمليات التبخر من المسطحات المائية من عملية التبخر والنتح Evapotranspirationوعملية التبخر من التربة .
- *نقطة الندى : هي الدرجة التي اذا ما انخفضت درجة الحرارة الهواء الى اقل منها فانها يصبح غير قادر على حمل كل ما به من بخار الماء فيتكاثف الجزء الزائد منه ويتحول من الحالة الغازية الى الحالة السائلة . ويطلق عليها درجة حرارة التكاثف . Condensation Temperatures

- هناك تعبيرات مختلفة عن الرطوبة الجوية فيما يلي :-
- ١) الرطوبة المطلقة absolute humidity (A.h)

- وهي عبارة عن وزن بخار الماء التي يحتويها حجم معين من الهواء ويعبر عنها بالغرامات في المتر المكعب ، وهي تمثل الكمية الحقيقية لبخار الماء بالهواء .
- ٢) ضغط بخار الماء vapour pressuve
- وهو عبارة عن الضغط الذي يسببه وجود بخار الماء بالهواء ويصل هذا الضغط اقصاه في حالة تشبع الهواء ببخار الماء وفي هذه الحالة يعرف بضغط بخار المتشبع Saturation vapour pressure، ويكون الهواء في هذه الحالة عند نقطة الندى التي تحدث عندها تكاثف بخار الماء .
- ٣) الرطوبة النسبية Relative humidity (R.h)
- ويقصد بها النسبة المئوية لكمية بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء الى الكمية التي يمكن ان يحملها الهواء في درجة حرارة وضغط معينين .

- الرطوبة النسبية (R.H %) = **كمية بخار الماء في حجم معين من الهواء / كمية بخار الماء في نفس الحجم عند درجة**
- **التشبع في نفس الدرجة الحرارية الرطوبة المطلقة**
- **× ١٠٠**
- **الرطوبة النسبية % = الرطوبة المطلقة / الكمية الحقيقية لبخار الماء عند درجة الشبع × ١٠٠**
- **الرطوبة النسبية % = ضغط بخار الماء / ضغط بخار الماء المتشبع عند نفس درجة الحرارة × ١٠٠**
- ويلاحظ ان مقدرة الهواء على حمل بخار الماء تتناسب طردياً مع درجة حرارته ، وبمعنى اخر انه كلما ارتفعت درجة حرارة الهواء زادت مقدرته على حمل مقادير جديدة من بخار الماء ، فاذا فرضنا ان بخار الماء الموجود فعلاً في ١ م٣ من الهواء بدرجة الحرارية ان يحمل ١٦٠ غم فان الرطوبة النسبية لهذا الهواء تساوي

- الرطوبة النسبية = ٤٠/ ١٦ × ١٠٠ = ٢٥%
- ولكن اذا فرضنا ان درجة الحرارة لم تبق ثابتة بل ارتفعت فسيؤدي ذلك الى زيادة مقدرة الهواء على حمل كميات اكبر من بخار الماء ، لنفرض حمل ٢٠٠ غم فتصبح رطوبته النسبية عندئذ
- = ٢٠/٤٠ × ١٠٠ = ٢٠%
- اما اذا ارتفعت درجة الحرارة فان مقدار بخار الماء الذي يستطيع الهواء حمله سينخفض من ١٦٠ الى ٨٠ مثلا وفي هذه الحالة تكون الرطوبة النسبية
- = ٨٠/ ١٦٠ × ١٠٠ = ٨٠%
- واذا استمرت درجة الحرارة بالانخفاض حتى يصبح مقدار بخار الماء الذي يحمله الهواء فعلا ٤٠ غرام وهو نفس المقدار الذي لا يمكن لهذا ان الهواء ان يحمل اكثر منه فالرطوبة النسبية تصبح هذه الحالة .
- = ٤٠/٤٠ ×١٠٠ = ١٠٠ %

- وعندئذ يقال ان الهواء وصل حالة التشبع ويطلق على درجة التي يصل عندها الهواء الى هذه الحالة اسم درجة التشبع وهي تتفق مع درجة حرارة الندى .
- كما ويجب ان نذكر هنا ان درجة حرارة الندى والرطوبة النسبية للهواء تتناسبان تتناسباً طردياً ، فكلما كانت الرطوبة النسبية مرتفعة كانت نقطة الندى مرتفعة كذلك العكس صحيح . وبعبارة اخرى ان الهواء الذي يحتوي على نسبة صغيرة من الرطوبة يجب ان تنخفض درجة حرارته كثيراً كي تبدأ رطوبته بالتكاثف خلاف الحال بالنسبة للهواء الذي يحتوي على نسبة عالية من الرطوبة .

- العوامل التي تؤثر على الرطوبة الجوية
- تتأثر الرطوبة الجوية كثيراً بمختلف عوامل البيئة كدرجة الحرارة والرياح والكساء الخضري والمحتوى المائي ..... الخ فارتفاع درجة الحرارة تؤدي الى السعة المائية للهواء وبذلك تهبط الرطوبة النسبية اما انخفاضها فيؤدي بالهواء ان يتسع لقدر من بخار الماء ولذلك تزداد رطوبته النسبية .
- وللرياح ايضا تأثير بالغ على رطوبة الجو ، فالرياح الجافة تنقص الرطوبة ، لطردها الهواء الرطب المحيط بالنبات وخلطه بالهواء الجاف البعيد ، اما الرياح الرطبة فذات تأثير المضاد حيث تسمح الرياح الهابة من مسطحات المائية واسعة امكانية نمو نباتات وسطية Mesophytesفي مناطق التي لولاها لما انتجت غير نباتات جفافية
- كذلك تؤثر درجة التعرض للشمس على الرطوبة الجوية ، فالسفوح المقابلة للجنوب والتي تتعرض لاشعة الشمس لفترة طويلة تأخذ نصيباً وافراً من الحرارة وبذلك تكون رطوبتها اقل من رطوبة السفوح الشمالية .

- كذلك تؤثر درجة التعرض للشمس على الرطوبة الجوية ، فالسفوح المقابلة للجنوب والتي تتعرض لاشعة الشمس لفترة طويلة تأخذ نصيباً وافراً من الحرارة وبذلك تكون رطوبتها اقل من رطوبة السفوح الشمالية .
- وفي الوقت نفسه تكون السفوح الجنوبية اكثر تعرضاً لهبوب الرياح الجافة عليها. وبذلك فأن التعرض الكثير للشمس والرياح الجافة تعمل على خفض الرطوبة النسبية في بيئة السفوح الجنوبية .
- ويزيد الكساء الخضري من الرطوبة النسبية من خلال تقليل تأثير درجة الحرارة والرياح وبأمداده الهواء بالرطوبة عن طريق النتح من سطوح النباتات التي يتكون منها الكساء الخضري .

- وتتوقف الرطوبة بشكل عام في منطقة من المناطق على مناخها وموقعها وغطاءها النباتي ، فمناطق الغابات الطبيعية تكون درجة رطوبتها عادة عالية بينما تكون رطوبة الصحاري منخفضة ، كذلك تكون المناطق القريبة من المسطحات المائية الكبيرة والمناطق الساحلية اكثر رطوبة من المناطق الجافة البعيدة عن السواحل .

- وفي الوقت نفسه تكون السفوح الجنوبية اكثر تعرضاً لهبوب الرياح الجافة عليها. وبذلك فأن التعرض الكثير للشمس والرياح الجافة تعمل على خفض الرطوبة النسبية في بيئة السفوح الجنوبية .
- ويزيد الكساء الخضري من الرطوبة النسبية من خلال تقليل تأثير درجة الحرارة والرياح وبأمداده الهواء بالرطوبة عن طريق النتح من سطوح النباتات التي يتكون منها الكساء الخضري .
- وتتوقف الرطوبة بشكل عام في منطقة من المناطق على مناخها وموقعها وغطاءها النباتي ، فمناطق الغابات الطبيعية تكون درجة رطوبتها عادة عالية بينما تكون رطوبة الصحاري منخفضة ، كذلك تكون المناطق القريبة من المسطحات المائية الكبيرة والمناطق الساحلية اكثر رطوبة من المناطق الجافة البعيدة عن السواحل .
- التبخر

- يعني التبخر Evaporationالتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية اما التبخر الكلي Total evaporationاو Evapotranspirationفهو مجموع ما يضيع من مياه اية منطقة من المناطق نتيجة للتأثير المشترك للتبخر (من سطح المياه والتربة) والنتح (من النباتات) وهما اهم عاملين يتحكمان في تحديد القيمة الفعلية للامطار وعلى العموم هناك عدة عوامل تؤثر على قوة التبخر منها
- اولا : عوامل مناخية
- ١- الاشعاع الشمسي : أذ توجد علاقة طردية بين قوة الاشعاع الشمسي والتبخر .
- ٢- درجة الحرارة : أذ توجد علاقة طردية بين الحرارة والتخبر .
- ٣- الرطوبة النسبية : اذ يتناقص التبخر كلما اقتربت الرطوبة النسبية من حدها الاقصى هو ١٠٠%

- ٤- الرياح : أذ انها تزيح الهواء الرطب وتأتي بدلا عنه هواء اكثر جفافاً وتؤدي هذه الحالة الى زيادة التبخر .
- ٥- الضغط الجوي : اذ يؤدي ارتفاعه الى تقليل سرعة انطلاق الجزئيات الماء او التربة الى الجو بينما يساعد انخفاضه على زيادة سرعة التبخر كما انه يؤثر على قوة الرياح او ضعفها وبالتالي يؤثر على التبخر بطريقة غير مباشر ايضا ً.

المحاضرة العاشرة / بيئة

- ثانيا : عوامل متعلقة بحالة المياه
- ١- الملوحة : فزيادتها تؤدي الى تناقص سرعة التبخر (بمقدار ١ % لكل ١ % في درجة الملوحة).
- ٢- عمق المياه : اذ أن تأثير اشعة الشمس ودرجة الحرارة يكون اقوى واسرع على المياه الضحلة وبالتالي زيادة في سرعة التبخر .
- ٣- مساحة سطح الماء : اذ ان تأثير الرياح تكون اقوى على المساحة الصغيرة.
- ثالثا : عوامل متعلقة بالتربة
- يتأثر التبخر من سطح التربة بنفس العوامل المناخية التي تتحكم في التبخر من سطح المياه المكشوفة بالاضافة الى :
- ١- ابتلال التربة : اذ يتناقص التبخر من التربة بتناقص رطوبة التربة ويتوقف عندما تصبح التربة جافة تماما.
- ٢- انسجة التربة : اذ ينشط التبخر في التربة الناعمة لان دقة مسام الطين تساعد على ارتفاع الماء في التربة من الاسفل الى الاعلى بالخاصية الشعرية .
- ٣- لون التربة : اذ يكون التبخر اسرع في الترب الداكنة لانه يساعد على امتصاص الحرارة وبالتالي نشاط التبخر.
- ٤- الغطاء النباتي : اذ ان وجوده يحمي التربة من التبخر.

- علاقة التبخر بتوزيع النباتات
- لا يقتصر تأثير التبخر على قفد الماء من النبات عن طريق النتح سبب لكنه يعمل ايضاً على انقاص المحتوى المائي للتربة وهذا له اهمية بالغة في المناطق الجافة بشكل خاص . فكلما زاد التبخر في منطقة من مناطق زادت كمية المطر او المياه لتكوين نوع معين من الكساء الخضري او نجاح زراعة محاصيل معينة ولشدة التبخر الجوية علاقة وثيقة ايضاً مع احتياجات النباتات المائية ، اي بكمية الماء اللازمة له طول حياته لانتاج . قدر معين من المحصول ولها كذلك علاقة بما يسمى كفاية النتح وهي مقدار ما ينتجه النبات طول حياته مقابل كيلو غرام ينتجه من الوزن الجاف ، اذ ان هذه الكميات من الماء تتوقف على شدة النتح ، ويتوقف الاخير بدوره على شدة عوامل التبخر الجوية .

- النسبة بين النتح والتبخر
- تعتبر هذه النسبة كاشفاً دقيقاً لدرجة جفاف منطقة من المناطق وتعطي فكرة لا بأس عن العلاقات المائية السائدة في الوسط الخارجي الذي يعيش فيه النبات وتختلف كثيراً منطقة الى اخرى ومن تكوين نباتي الى اخر ، فهي اعلى ما يمكن في المستنقعات القصبية ثم في الغابات ثم اراضي الحشائش (البراري) واقل ما يمكن في الصحاري .
- التكاثف Condensation
- يتكاثف بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية الى الحالة السائلة عندما تنخفض درجة الحرارة للهواء الى دون نقطة الندى كما سبق القول ، ويمكن ان نخلص اهم العوامل تكاثف بخار الماء بالجو فيما يلي :-

- ١- فقدان الهواء الرطب لحرارته بفعل الاشعاع المنعكس وهذا قد يؤدي الى حدوث الضباب والسحب .
- ٢- فقدان الحرارة من سطح الارض .
- ٣- اختلاط الهواء الرطب بهواء ابرد منه .
- ٤- انتقال الهواء من منطقة دافئة الى اخرى باردة .
- ٥- مرور الهواء الساخن المحمل ببخار الماء فوق سطح الارض منطقة مغطاة بالجليد او فوق سطح تيار مائي .
- ٦- ارتفاع الهواء الى اعلى الجو مما يؤدي الى تكوين السحب .

- يختلف تكاثف بخار الماء الموجود في الجو حسب :

- ١- فقدان الهواء الرطب لحرارته بفعل الاشعاع المنعكس وهذا قد يؤدي الى حدوث الضباب والسحب .
- ٢- فقدان الحرارة من سطح الارض .
- ٣- اختلاط الهواء الرطب بهواء ابرد منه .
- ٤- انتقال الهواء من منطقة دافئة الى اخرى باردة .
- ٥- مرور الهواء الساخن المحمل ببخار الماء فوق سطح الارض منطقة مغطاة بالجليد او فوق سطح تيار مائي .
- ٦- ارتفاع الهواء الى اعلى الجو مما يؤدي الى تكوين السحب .

- يختلف تكاثف بخار الماء الموجود في الجو حسب :

- ١- نسبة الرطوبة بالهواء وكميتها .
- ٢- مقدار الانخفاض الذي يطرأ على درجة الحرارة .
- ٣- المستوى الذي يحدث فيه التكاثف والذي على اساسه تقسم مظاهر التكاثف الى :
- أ- تكاثف في طبقات الجو العليا مثل السحب والامطار والثلج والبرد.
- ب- تكاثف فوق سطح الارض مثل الضباب والندى والصقيع .
- السحب Clouds
- هي تجمعات وقد تختلط بها كذلك من بخار الماء المتكاثف في الجو بشكل قطرات مائية دقيقة كذلك جزيئات صغيرة من الثلج أذا كانت درجة الحرارة في مستوى الذي تسبح فيه السحب دون درجة التجمد . و المكونة من قطرات مائية لا تختلف عن الضباب كثيرا ف ي با وتركيبها والفارق الرئيسي بينهما هو أن السحب تتكون في طبقات اور متباينة الارتفاع عن سطح الأرض، بينما يتكون الضباب فوق سطح الأرض أو البحر مباشرة .

- ويتميز السحاب عن الضباب أيضا في أنه يتكون في كثير من الأحيان نتيجة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة الى الجو . وعندما تكون هذه التيارات قوية تتميز السحب بتكومها وبسمكها الهائل و تعرف عندئذ السحب ((الركامية)) على حين أن السحب التي تحدث نتيجة لصعود الهواء الى أعلى ببطء فأنها تتكون في طبقات و تعرف بالسحب ((الطباقية)).

- الضباب Fog
- يقصد بالضباب بالمعنى الواسع وجود أي مواد عالقة بالطبقات السفلى من الجو في صورة يترتب عليها تقليل مدى الأبصار والرؤية Visbilitgالى اقل من (١) كم سواء كانت هذه المواد عبارة عن ذرات من بخار الماء المتكاثف او ذرات من الأتربة والدخان او خليط من هذه المواد . ولكن النوع الشائع والذي نقصده هو الذي يحدث نتيجة تكاثف بخار الماء بالقرب من سطح الأرض على شكل ذرات صغيرة متطايرة. ويختلف حسب كمية بخار الماء المتكاثف ، فمنها ما يكون كثيفاً بدرجة تمنع الرؤية الى أبعد من بضعة أمتار، ومنها ما يكون خفيفا بحيث يمنع الرؤية الى مسافات بعيدة أي بعيدة الى أبعد من كيلومتر واحد وهذا النوع الخفيف يطلق عليه Mist

- وينشأ الضباب عادة نتيجة الى
- ١– انتقال هواء دافيء الى منطقة سطحها أبرد منه قليلا
- ٢- اختلاط الكتل الهوائية الباردة بالكتل الهوائية الدافئة .
- ٣ - سرعة فقدان الأرض للحرارة بالاشعاع أثناء الليل في بعض الليالي الساكنة الصحوة.
- ٤- وجود ذرات من الأتربة والدخان في الجو تساعد على تكوين الضباب . أن تكون بمثابة نوايا يتكاثف فوقها بخار الماء
- ٤- انتقال هواء دافئ فوق سطح مائي بارد نسبيا ، ويحدث أيضا عندما يلتقي تياران مائيان أحدهما بارد و الاخر دافئ. ويسمى في هذه الحالة بضباب البحر Sea fogواكثر أنواع الشباب شيوعا هو الضباب الذي يحدث نتيجة لفقدان الحرارة بالاشعاع الارضي ، ويساعد الجو الساكن على تكوين هذا الضباب لان الرياح السريعة تعمل على تشتيت بخار الماء المتكاثف ، ولهذا فانه غالبا لا يتكون اذا كانت الرياح تبلغ سرعتها اكثر من ((٦)) ميل في الساعة ويتكون هذا الضباب اثناء الليل ويأخذ في التكاثف من اسفل الى اعلى ، ولكنه يتلاشى في الصباح عندنا ترتفع الشمس وتعمل على تبخير ذرات الرطوبة العالقة ، واكثر المناطق التي يتكون فيها هذا النوع من الضباب هي الجهات المجاورة للمدن الكبيرة حيث يكون الهواء محملاً بذرات الغبار والدخان ، كما ان هذا الضباب لا يتكون اذا كانت هناك تيارات هوائية صاعدة .

- الصقيع frost
- يحدث في بعض الليالي التي تنخفض فيها درجة الحرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى (عندما تكون هذه النقطة اقل من الصفر المئوي) اذ يتحول بخار الماء العالق به الى بلورات صغيرة من الثلج فوق النباتات الاجسام الصلبة المعرضة للهواء ، كثيراً ما يحدث ان يكون الانخفاض في درجة الحرارة فجائياَ وسريعاً فيؤدي الى تحول بخار الماء من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة مباشرة ، وهو من اخطر الظواهر الجوية على حياة النباتات خصوصاً الانواع الحساسة كالازهار والفواكه والخضروات وكثيراً ما يعمد الزراع الى ايقاد النيران في حدائقهم تلافياً لبعض من اخطاره .
- وينتشر الصقيع في جميع المناطق المعتدلة والباردة من العالم في فصل الشتاء ، وقد يظهر كذلك في فصلي الربيع والخريف والاول هو اكثرها واخطرها لانه يأتي في الوقت الذي تكون فيه النباتات قد بدأت نموها وخاصة في السنوات التي يكون شتاؤها دافئاً نسبياً لان النباتات تبدأ نموها مبكراً في هذه السنوات .

- الثلج Snow
- وهو عبارة عن بلورات رقيقة جداً من الثلج لا يزيد قطرها غالبا عن انج واحد ، وتسقط نحو الارض نتيجة لانخفاض درجة الحرارة في طبقات الجو التي تسبح فيها السحب الى ما دون درجة التجمد ، وعند سقوط الثلج على الارض يكون طبقة هشة وعادة ما تتماسك بسبب ثقل الثلج فتتحول الى طبقة من الجليد Ice
- وتسقط كميات من الثلج في خطوط العرض تحت المدارية ولكن الثلج في هذه المناطق لا يبقى طويلاً وانما يذوب بعد سقوطه بفترة قصيرة ، اما في المناطق الاستوائية فان الثلج لا يسقط الا على الارتفاعات العالية ، وكذلك يسقط الثلج في المناطق المعتدلة الباردة ، غير انه لا يبقى بصفة دائمة هناك الا في مناطق المرتفعات ، حيث يوجد ما يسمى ((بخط الثلج الدائم)) هو الارتفاع الذي يظل فوقه الثلج دون ذوبان طول السنة سواء في الشتاء او الصيف ، وارتفاع هذا الخط يكون عاليا في المناطق الاستوائية ثم يقل كلما اتجهنا نحو القطبين حتى يصل الى مناطق يظل الثلج فوقها طول العام حتى ارتفاع سطح البحر

- البرد Hail
- عبارة عن كرات صغيرة من الجليد تتساقط على شكل امطار عند حدوث عواصف الرعد ، ويتراوح قطر الواحدة منها حوالي ١.٥ سم ولو ان بعضه يزيد قطره عن ذلك ، وتتكون هذه الكرات نتيجة لتكاثف بخار داخل السحب الركامية الى نقطة مائية ، فاذا كانت درجة الحرارة اقل من درجة التجمد فان هذه النقط تتحول الى كرات صغيرة من الثلج ، ويأخذ حجم هذه الكرات في الازدياد تدريجيا لانها عندما تبدأ في السقوط نحو الارض قد تعود فترتفع مرة اخرى بتأثير التيارات الهوائية الصاعدة التي تحملها ثانية داخل السحب فتتكاثف حولها طبقة جديدة من الجليد ، وبتكرار هذه العملية يتزايد عدد الطبقات المتراكمة على الكرة الصغيرة ، قد يترتب على سقوطها بكميات كبيرة وبسرعة عظيمة تلف الكثير من المحاصيل .

المحاضرة الحادية عشر / بيئة

- وهناك عدة شروط يجب توافرها لظهور البرد وهي :
- ١- انخفاض درجة الحرارة في طبقات الجو التي توجد بها السحب الى ما دون نقطة التجمد .
- ٢- وجود تيارات هوائية صاعدة (كما هو الحال في المناطق الاستوائية والمعتدلة) على عكس المناطق القطبية التي تتميز بعدم وجود تيارات هوائية صاعدة فيعتبر سقوط البرد فيها من الظواهر النادرة جداً
- ٣- عدم ارتفاع درجة حرارة الطبقات السفلى من الهواء بشكل يؤدي الى ذوبان كرات الثلج قبل وصولها الى سطح الارض كما هو الحال في المناطق الاستوائية .

- الندى Dew
- هو قطرات . الماء التي تظهر في الصباح الباكر على أوراق الأشجار وزجاج النوافذ و سطح الأرض وكثير من الأجسام الأخرى المعرض للجو لان مثل هذه الاجسام تفقد حرارتها بسرعة أثناء الليل بسبب الاشعاع ، فاذا ما هبطت حرارتها إلى ما دون نقطة الندى الخاصة بالهواء الملاصق لها فأن جزء من بخار الماء العالق بهذا الهواء يتكاثف فوق سطحها ويظهر على شكل نقط صغيرة من الماء

- فيعتبر الندى نوعا من أنواع التكاثف الذي يتعرض له بخار الماء . ولا يستلزم تكاثف الندى دائما أن يكون الهواء مشبعاً بالبخار وقد وجد أن ترسب الندى على سطح الأرض يمكن أن يحدث في رطوبة % ٦٠ قرب سطح الأرض.
- حيث تعتمد العملية على وجود فرق في درجة الحرارة بين السطح الذي يتكاثف عليه الندى والهواء الملامس له . وقد يكون السبب في برودة السطح - الذي يحدث عليه التكاثف - هو فقد الحرارة بالاشعاع أثناء الليل . والدليل على ذلك أن ترسب الندي يكون عادة أكثر على المواد كثيرة الاشعاع ، كالأوراق النباتية مثلاً .

- ومن أهم العوامل التي تساعد على ظهور الندى هي :-
- ١- صفاء الجو وعدم وجود السحب اثناء الليل ، أذ أن ذلك يساعد على فقدان الأرض لحرارتها بالاشعاع
- ٢- سكون الهواء حتى تكون هناك فرصة للأبخرة كي تتكاثف .
- ٣- انخفاض درجة حرارة الاجسام الصلبة إلى ما دون نقطة الندى .

- اهمية الندى
- فقد وجد أن الى اعتبار الندي موردا مائيا مهما من موارد الماء بالنسبة للنباتات وخاصة الصحراوية منها ، كما ويعتبر أيضا مورداً مائياً بالنسبة للحزازيات وغيرها من النباتات اللازهرية . فقد وجد ان بعض الحزازيات يزداد محتواها المائي من ٢٠-٣٠٪ من الوزن الجاف أثناء النهار الى ١٠٠٪ بعد ليلة غزيرة بالندى . كما ويعتقد بعض الباحثين أن أوراق كثير من النباتات الوعائية تستطيع أن تمتص بعض من ماء الندي المتكاثف على سطوح أوراقها . كما وأن بعض الاشعار يمكنها أن تمتص الماء من خلال القلف .

- على أن الندى يكون دائما من القلة في المناطق الجافة لدرجة انه لا يمكن أن يساهم بنصيب يذكر في زيادة المحتوى المائي للتربة ، ولكنه مع ذلك يعمل بتبخره على زيادة الرطوبة الجوية ، فيقلل بذلك تبخر الماء من التربة ومن النباتات لفترة من الوقت .
- **علاقة الندى بالنباتات**
- عرفنا ان تكاثف الندى يتأثر بوجود النباتات ، ونود بعد ذلك ان نعرف دور الندى في حياة النباتات وأمدادها بالماء . وأول سؤال يتبادر الى الذهن فيما اذا كان الندى يستطيع أن يمد النبات بقدر من الماء يحفظ عليه حياته وهو سؤال ذو أهمية كبيرة فيما يتعلق بالمناطق الجافة وشبه الجافة فيرى البعض أنه لا يصح أن يعزى الى الندى دورا هاما في أمداد النبات في الماء في مثل هذه المناطق وذلك لسقوطه بكميات ضئيلة كل مرة . والسؤال الثاني هو ما اذا كان النبات يستطيع أن يمتص ماء الندى اسطة أجزائه الهوائية ، وهو سؤال أختلفت الآراء كثيرا في الاجابة عليه فإذا كانت النباتات تستطيع حقا أن تمتص الماء بأجزائها فان تلك الظاهرة تكون ذات أهمية بيئية بالغة بالنسبة لنباتات الاقطار التي يكثر فيها سقوط الندى بينما تقل الأمطار .

- أما إذا اقتصر مراد الندى على التربة وحدها فأن امتصاص الجذور له عن طريقها يكون مقصورا على النباتات ذات الجذور السطحية التي لا يزيد عمقها على العشرة سنتيمترات ، ومن بينها عدد كبير من النباتات التي تعيش في المناطق الساحلية الشمالية . ويعتقد الكثيرون أن قلة ضئيلة جدا من النباتات هي التي يمكنها أن تعيش على الندى وحده ، فقد توجد ف ي بعض مناطق العالم نباتات تحتوي على قشرة خارجية تؤدي وظيفتي الوقاية من التبخر وامتصاص الندى والضباب بسرعة وهناك أيضا بعض النباتات العالقة التي تعيش على نوع الأشجار الكبيرة بالغابات تستطيع أن تمتص الماء بأوراقها وجذورها العريضة ، أو بأعضاء خاصة لهذا الغرض ، والأمر الذي لا جدال فيه أن من أهم فوائد الندي أنه يعمل على موازنة المستوى المائي في أنسجة النباتات، وذلك بتعويض بعض النقص الحاصل فيه من جراء عملية النتح . ويبدو أن أهمية الندى في تقليل النتح أقل في الصيف منها في الشتاء وذلك لاشتداد النتح صيفا . وق د تكون هذه الموازنة للنتح من أهم فوائد الندى

- **الامطار Rainfall**
- يحصل النبات على ما يحتاج اليه من ماء عن طريق المطر والندى خاصة في البيئات غير مائية ، ويعتبر طريقة توزيع المطر في الاوقات المختلفة من السنة اهم العوامل في تحديد بالملاحظة ان هناك عدة امور تدخل في كمية الاستفادة من الماء المتساقط على شكل امطار او ثلوج من قبل النبات في المناطق المختلفة نذكر منها :
- ١- نوعية الامطار
- ٢- تكرار الامطار
- ٣- نوع التربة التي يسقط عليها .
- ٤- نوع الغطاء النباتي
- ٥- وجود او عدم المادة العضوية
- ٦- انجماد الماء (وجود او عدم وجود الثلوج في المنطقة)
- ٧- كما وان دراسة العوامل المحيطية الاخرى كالحرارة والضوء تعتبر مهمة ايضا في تحديد مقدار الاستفادة من الماء الساقط من قبل النبات .
- ويعرف التساقط Precipitationبأنه الماء في حالته السائلة او اشكاله الصلبة الذي يسقط على الارض ، واهم مظاهر التساقط هي المطر Rainوالرذاذ Drizzleوهي قطيرات دقيقة من الماء يحركها الهواء الخفيف والثلج Snowهو المطر Sleetالمطر الثلجي المختلط بالثلج والبرد Hail .

- ويعتبر المطر اهم مظاهر التساقط وهو عبارة عن سقوط الماء الذي يتكاثف في اعلى الجو نحو الارض على شكل نقاط مائية ، ومن اهم اسباب سقوط المطر وهي :
- اولا : ان يكون الهواء محملاً بكميات مناسبة من بخار الماء .
- ثانيا : ان يرتفع هذا الهواء الى أعلى الجو حتى تنخفض درجة حرارته الى ما دون نقطة الندى .
- **اهم انواع المطر :**
- ١- مطر التيارات الصاعدة convectional rainfall
- وهو الذي يسقط نتيجة لتمدد الهواء القريب من سطح الارض بتأثير حرارة الشمس وارتفاعه الى الاعلى على شكل تيارات صاعدة فيتكاثف بخار الماء في طبقات الجو العليا وتتكون منه سحب كثيفة ثم. يسقط المطر بغزارة ويكون مصحوباً غالبا بعواصف رعد شديدة Thunderstormsكما هو الحال في المناطق الاستوائية ، وكلما كان الفرق كبيراً بين درجة حرارة الهواء عند سطح الارض ودرجة حرارة الطبقات التي تسبح فيها السحب كانت الامطار اشدة غزارة.

- ٢- مطر التضاريس orographic rainfall
- ويقصد به المطر الذي يسقط نتيجة لاعتراض حافة هضبة مرتفعة او سلسلة من الجبال طريق الرياح المحملة ببخار الماء حيث تضطر هذه الرياح للارتفاع الى اعلى فتبرد ويتكاثف ما بها من بخار ويسقط المطر ، وتكون منحدرات الجبال المواجهة لهبوب الرياح دائمة اكثر مطراً من المنحدرات المحمية منها لان معظم بخار يتكاثف عند صعود الرياح ويسقط على المنحدرات المواجهة لها حتى اذا ما عبرت الجبال ووصلت الى الجانب الاخر فانها تكون قليلة الرطوبة ويطلق الجانب القليل المطر من الجبال اسم (منطقة ظل المطر . (Rain shadow
- 3- مطر الاعاصير ومطر الجبهات Cyclonic and Frontal rain
- ويسقط هذا المطر عندما تتقابل كتلتان من الهواء احدهما باردة والاخرى دافئة فترتفع الكتلة الدافئة والاقل كثافة فوق كتلة الهواء الباردة ، مما يؤدي الى تكاثف الرطوبة العالقة بالهواء الدافئ وتحولها الى سحب وامطار ، ويحدث ذلك عادة في مناطق الانخفاضات الجوية حيث تلتقي جبهات هوائية باردة بأخرى دافئة ، كما هو الحال في حوض الابيض المتوسط في فصل الشتاء .

- توزيع الامطار في العالم
- هناك على الاقل ثلاثة نقاط هامة يجب اخذها في الاعتبار عند الكلام عن توزيع الامطار في العالم وهي :
- اولا كمية المطر السنوي الساقط :
- تختلف كمية المطر السنوي اختلافاً كبيراً من منطقة الى اخرى على سطح الكرة الارضية فهناك مناطق يقل فيها سقوط الامطار بينما يسقط في مناطق اخرى بكميات عالية جداً ، حيث تبلغ الامطار اقصاها في المناطق الاستوائية ثم تتناقص عموماً نحو الشمال والجبوب الى ان تصبح ضمن البيئات الجافة وبعد ذلك تزداد الامطار الى المناطق المعتدلة وبعدها تقل نحو القطبين .
- وتوزيع الماء واليابسة له اثره الكبير في توزيع الامطار فالمناطق البعيدة عن مصادر الرطوبة تقل فيها كمية الامطار عن المناطق الساحلية كما وتكثر الامطار على السفوح الجبلية المواجهة للرياح عن الجبهات المحمية منها

- هذا ويجب ان نأخذ في الاعتبار ما تسببه التيارات البحرية من تعديلات في نظام سقوط الامطار وكمياتها ، فالتيارات الدافئة التي تمر بجوار السواحل تؤدي الى زيادة الرطوبة التي تحملها الرياح مما يؤدي الى زيادة سقوط الامطار فيها .
- ولنظام هبوب الرياح واتجاهها اثره الكبير ايضا في توزيع الامطار فالرياح التجارية مثلا هي رياح شرقية وبذلك تسقط امطارها على الجهات الشرقية للقارات في خطوط العرض التي تهب عليها بينما تصل جافة الى الجهات الغربية وهذا ما يفسر لنا موقع الصحاري الحارة الجافة في العالم في غرب القارات.

- ثانيا : التوزيع الفصلي للامطار :
- ان لتوزيع الامطار على مدار السنة جانب كبير من الاهمية لان الاهمية لا تكمن فقط في مقدار كمية الامطار الساقطة ولكن ايضا في مدى توزيع سقوطها على فصول السنة المختلفة فمثلاً الامطار الساقطة في خطوط العرض الوسطى خلال فصل الصقيع ليس لها اهمية كبيرة في استفادة النبات منها ، كما انه من الواضح ايضا ان الامطار الساقطة في فصل النمو لها اهميتها عن الامطار الساقطة مثلاً في فصل نضج المحصول .
- لكن الظروف التي تسبب سقوط الامطار في منطقة ما قد لا يستمر على وضعها خلال السنة بسبب انتقال نطاقات الضغط والرياح من فصل الى اخر تبعاً لانتقال الشمس الطبيعي باستثناء النطاق الاستوائي الذي يقع تحت تأثير امطار التيارات الصاعدة حيث تكون الامطار غزيرة طول السنة .

- ثالثا : الاعتماد على المطر :
- يرتبط مدى الاعتماد على الامطار باختلاف معدل المطر السنوي الساقط على العموم فان درجة الاعتماد على الامطار تكون اكثر نسبياً في المناطق المناخية الرطبة ذات الامطار الغزيرة وتقل تدريجياً نحو المناطق الجافة التي ينخفض فيها معدل المطر السنوي وبمعنى اخر يزداد معدل الاختلاف في كمية المطر السنوي الساقطة في المناطق ذات المناخ الجاف بينما يقل هذا الاختلاف في المناطق المدارية الرطبة ، وكقاعدة عامة فان معدل التغير يزداد كلما نقصت كمية المطر ، اي هناك علاقة عكسية بين معدل التغير في المطر وكميته .
- ومدى الاعتماد على المطر مسألة في غاية الاهمية خاصة بالنسبة للمزارعين على الخصوص في المناطق شبه الجافة حيث يسبب نقص الامطار عن معدلها السنوي او الفصلي ضرراً بالغاً في المحصول ، ومن جهة اخرى فان الامطار لو زادت كثيراً عن معدلها او اختلف نظام توزيعها الفصلي اختلافاً كبيراً فان ذلك يؤدي احيانا الى تلف المحصول او اعاقة نموه او تأخر حصاده .
- عامل الماء وعلاقته بالنبات

- من المعتقد ان حياة النبات نشأت في الوسط المائي ، حيث لا يوجد المشاكل التي تعانيها النباتات الارضية ، كالنتح والذبول والجفاف وغيرها ، وفي هذا الوسط المائي يكون البروتوبلازم بطبيعة الحال مشبعاً بالماء ، ثم اخذت الحياة النباتية بعد ذلك تزحف على اليابسة ، وعندئذ بدأت تعاني المتاعب في احتفاظها بالمحتوى المائي للبروتوبلازم فوق ادنى حد يسمح لها بأداء وظائفها الحيوية على احسن وجه ، وذلك لان النباتات في البيئة الارضية ملزمة بتوطين نفسها على احتمال فقد مائي مستمر من انسجتها الى الجو وتطورت تحت الظروف الارضية اساليب الملائمة التي تكفل تحقيق توازن مائي بين فقد الماء وامتصاصه في اتجاهين منفصلين فمن ناحية تغلفت سطوح الاعضاء الناتجة بأغلفة غير نفاذة من مواد كيوتينية او فلينية من شأنها ان تقلل من فقد الماء بدرجة كبيرة ، ومن ناحية اخرى تكونت جذور واشباه جذور ذات كفاية لاستنزاف ماء التربة وامتصاصه .
- فمن ناحية الوقاية من النتح فان للكيوتين اثره الفعال في تقليل فقد الماء من سطح النبات ولكنه في نفس الوقت من شأنه – لعدم نفاذيته ان يعطل تبادل الغازات بين البروتوبلازم الحي والجو ، وهي عملية ضرورية لوظيفتي التركيب الضوئي والتنفس ، وقد تغلبت النباتات الارضية على هذه الصعوبة بتكوين الثغور على سطح اعضائها الناتجة فيتصل خلالها الهواء الجوي بالانسجة الداخلية ، ويتم عن طريقها التبادل الغازي المطلوب بيد ان وجود الثغور يعرض النباتات لفقد كميات كبيرة من الماء خلالها ، اذ ٩٠ % من ماء النتح يفقد خلال الثغور ، ولكنه يتعرض النتح عن طريق الثغور في النباتات الارضية لتنظيم دقيق وفق احتياجات النبات وذلك بالتحكم في درجة تفتح الثغور ، فاذا اختل التوازن المائي بين النتح والامتصاص انغلقت الثغور ولا تعود الى النتح الا عندما يعتدل ميزان الماء .

المحاضرة الثانية عشر / بيئة

- العوامل التي تؤثر على التوازن المائي
- لما كانت النباتات الوعائية تمتص الماء بجذورها في نفس الوقت التي تفقده عن طريق مجموعها الخضري ، فان النسبة بين عمليتي الامتصاص والنتح تحدد الحالة المائية في انسجة هذه النباتات وتسمى النسبة بين الماء الممتص والماء المفقود بالنتح ((التوازن المائي)) .Water balance
- لما كان النتح والامتصاص يتحدان جزئياً بعوامل تتصل بالوسط الخارجي وجزئياً بعوامل تتصل بالنبات نفسه ، لذلك يتأثر بالوسط الخارجي وجزئياً بعوامل تتصل بالنبات نفسه ، لذلك يتأثر التوازن المائي بعوامل خارجية وهي :
- ١- كمية الماء المتاح لاعضاء الامتصاص .
- ٢- شدة العوامل المنشطة للنتح .
- وبعوامل داخلية تتوقف على الخصائص التركيبية والفسيولوجية التي تتجه الى موازنة تأثير العوامل غير المواتية بالوسط الخارجي والعمل على التغلب عليها .
- ويمكن تخليص مميزات النباتات التي تعيش في ظروف غير ملائمة من وجهة التوازن المائي بمقارنتها بتلك التي تعيش تحت ظروف الدرجة المثلى من الرطوبة فيما يلي :

- اولا : صفات تركيبية
- ١- كبر حجم المجموع الجذري.
- ٢- صغر حجم المجموع الخضري .
- ٣- صغر حجم خلايا الورقة وينتج عن ذلك
- أ- صغر حجم النصل وسمكه .
- ب- صغر حجم الثغور وتقاربها ، أي زيادة عدد الثغور في وحدة السطح .
- جـ - صغر مساحة المسافات البيئية التي بين العروق .
- د- زيادة عدد الشعيرات في وحدة السطح .

- ٤- زيادة سمك الكيوتكل والجدران الخلوية .
- ٥- النسيج العمادي جيد التكوين .
- ٦- صعف تكوين النسيج الاسفنجي .
- ٧- صغر حجم الفراغات البينية .
- ٨- صغر حجم العناصر الخشبية وارتفاع نسبة انسجة اللكنين (الخشبين).

- ثانيا: صفات فسلجية
- ١- ارتفاع معدل النتح بالنسبة لوحدة السطح ولو ان مقدار النتح من النبات قد يكون اقل من نباتات البيئة الرطبة .
- ٢- ارتفاع معدل التركيب الضوئي بالنسبة لوحدة السطح .
- ٣- ارتفاع الضغط الازموزي .
- ٤- تبكير الازهار والاثمار .
- ٥- الثغور بطيئة الفعالية وقد تبقى مغلقة في اغلب اوقات النهار .
- وقد يتعرض النبات كثيراً اثناء دورته حياته لظروف غير مواتية من ناحية التوازن المائي ، كما تختلف درجة احتماله للجفاف في مراحله المختلفة فالبذور تستطيع غالباً احتمال اقصى درجات الجفاف أما البادرات خاصة بادرات النباتات النجيلية فتتحمل درجة كبيرة من الجفاف حتى تبلغ من العمر بضعة ايام ثم تصبح شديدة الحساسية بعد ان تنتج اوراقها الاولى ، وتفقد جانباً من تلك الحساسية عندما تقترب من النضج .
- ومن الممكن في الاستغلالات التطبيقية لعلم البيئة تحسين حالة التوازن المائي في النباتات ذات الاهمية الاقتصادية بطريقة او اكثر من الطرق التالية :

- اولا: تحسين ظروف الوسط الخارجي .
- ١- بزيادة الامداد المائي للنباتات .
- ٢- بأنقاص سرعة فقد الماء ، وذلك باتقان العمليات الزراعية التي تقلل من فقدان الماء من التربة وتشمل العرق السطحي ومكافحة الادغال وتغطية سطح الارض بالقش او الورق وزراعة مصدات الرياح .... لتقليل التبخر.

- ثانيا : العمل على زيادة المقاومة للجفاف وذلك باتباع طرق التربية والتحسين لانتاج سلالات مقاومة للجفاف .

- تقسيم النباتات على اساس احتياجاتها المائية
- (التكيف النباتي للماء)
- يمكن تقسيم النباتات على اساس رطوبة الوسط الذي تعيش فيه الى الاقسام الثلاثة الرئيسية التالية :
- ١- النباتات المائية Hydrophytes
- وهي النباتات التي تنمو في المحيط المائي او التي يكون نظامها الجذري متصل بالمحيط المائي او تربة مبتلة (مشبعة بالماء)
- ٢- النباتات الوسطية Mesophytes
- وهي النباتات التي تنمو في البيئة متوسطة الرطوبة وتشمل معظم النباتات الطبيعية على اليابسة والزراعية .

- ٣- النباتات الجفافية Xerophytes
- وهي النباتات التي تعيش في البيئات الجافة ويكون احتياجها للماء قليل وتكيفت للمعيشة تحت الظروف القاسية .
- وكثيراً ما يضاف الى الاقسام الثلاثة السابقة قسمان اخران هما :
- ٤- نباتات الرطوبة Hygrophytes

- وهي نباتات عادة تعيش في الظل في ظروف رطوبة جوية وارضية مائية ومن امثلتها النباتات المستوطنة ارضية الغابات .
- ٥- النباتات الملحية : Halopytes
- وهي نباتات تعيش في الاراضي الملحية اي التي تحتوي على نسبة عالية من الاملاح القابلة للذوبان في الماء

- ١- النباتات المائية
- تعيش النباتات المائية في المستنقعات والبحيرات العذبة وفي الترع والمبازل وعلى جوانب الانهار ذات التيار البطيء ، وفي الاراضي المشبعة بالماء ، ويمكن تقسيمها الى الاقسام التالية :
- ١- النباتات المغمورة Submerged plants
- 2- النباتات الطافية Floating plants
- 3- النباتات البرمائية Amphibious plants
- لما كان الوسط المائي شديد الانتظام والتجانس في جميع اجزائه فان النباتات المائية وخاصة المغمورة منها والطافية لا تظهر بها سوى تكيفيات قليلة وخاصة المغمورة منها والطافية لا تظهر بها سوى تكيفيات قليلة اذ ما قورنت بالنباتات الارضية التي تعيش تحت ظروف بيئية اكثر تعقيداً واقل انتظاماً وتجانساً ، والتي تتمثل بالتكيفات التركيبية من حيث استجابتها لوفرة الماء ، وما تنطوي عليه تلك الوفرة من نقص في كمية الاوكسجين اللازم للتنفس ، ولذلك فان الصفات التشريحية لهذه النباتات تتخلص في نقص الانسجة الواقية من فقد الماء من الاضرار الميكانيكية ، وفي نقص انسجة التوصيل والتدعيم ، وفي زيادة ظاهرة في اجهزة التهوية مع نقص الانسجة العمادية .

- النباتات المغمورة
- وهي النباتات التي تعيش مغمورة غمراً تاماً بالبيئة المائية ، وبعض من هذه النباتات قد تكون متصلة بالقاع Elodeaاو قد تظل معلقة داخل الماء ولا تتصل بالقاع ومن امثلتها طحلب Sargassumهو احد الطحالب البنية .
- ومن التكيفات التي تتميز بها هذه النباتات ما يلي :
- ١- اختزال في الانسجة الدعامية والتوصيلية (اي خشب ولحاء مختزل) .
- ٢- نقص في الانسجة العمادية (ولذلك تتميز انسجة هذه النباتات بشكل عام بانها مكونة من خلايا اسفنجية)
- ٣- يلاحظ زيادة الفسح الهوائية Inter Cellular airspaces
- 4- اوراقها تكون رفيعة عادة وذات شكل خيطي او شريطي سمكها مكون من بضعة خلايا فقط.
- ٥- البلاسيدات كبيرة وكثيرة العدد والثغور اما معدومة او اثرية .
- ٦- التكاثر الخضري هو الشائع في هذه النباتات .

- النباتات الطافية
- تظهر نباتات هذا القسم تحورات هامة في الشكل والتركيب وتطفو معظم الانواع التابعة لهذا القسم بحرية على سطح الماء ، وبعضها تتصل بالقاع وتثبت جذورها في الطين ، ولا تطفو منها سوى الاوراق والازهار ، ومن امثلة النباتات الطافية بصورة حرة ولها جذور اثرية عدسة الماء Lemnaاما النباتات التي تكون متصلة بالقاع وقسم من اوراقها طافية او ظاهرة فوق سطح الماء فمثالها هو زنبقة الماء Nyrophaea
- وعلى العموم تشبه الاجزاء السفلى لهذه النباتات والملامسة للماء (من حيث الشكل والصفات) اجزاء النباتات المغمورة ، اما الاجزاء العلوية الهوائية فهي اقرب شبها لاوراق النباتات البرمائية منها لاوراق النباتات المغمورة ، فهي عادة مغطاة بطبقة من الشمع على سطحها العلوي ، تمنع ابتلال ذلك السطح ويسد ثغوره بالماء ، ويلاحظ ايضا وجود ثغور نشيطة على السطح العلوي وحده ، كما ويوجد فيها نسيج عمادي حسن التكوين الا ان النسيج الاسفنجي اوسع منه وممتلئ بالفسح الهوائية الواسعة .

- النباتات البرمائية (نباتات الاهوار والمستنقعات)
- تنمو هذه النباتات Marsh or Swamp plantsفي المياه الضحلة وترسل فروعها في الهواء لمسافة بعيدة فوق سطح الماء ومن امثلتها نبات القصب Phragmitesوالبردي Typhaوقد يوضع نبات الرز Oryza Sativaتحت هذه المجموعة ايضاً
- توجد هذه النباتات بوفرة في الترع والانهار وفي الاماكن التي تتعرض لاختلاف منسوب المياه وهي اماكن يغمرها الماء في بعض الاوقات وينحسر عنها في اوقات اخرى وتكيف هذه النباتات نفسها لاحتمال هذه الظروف المتباينة ولذلك سميت نباتات برمائية .
- والنباتات البرمائية مهيأة لتعيش جزئياً في الماء وجزئياَ في الهواء وتستجيب الاعضاء المغمورة والاعضاء الهوائية لظروف هاتين البيئتين على التوالي استجابة واضحة ولمعظم انواع النباتات البرمائية سيقان الارضية وتمتد مسافات طويلة في وضع افقي او مائل اما تحت الارض او زاحفة على سطحها مرسلة بجذورها في الطين ، اما المجموع الخضري فمعظمه يمتد في الهواء ، النسيج الدعامي والتوصيلي جيد التكوين وهي بذلك تستطيع النمو بوضع قائم .

- ولجذور هذه النباتات الصفات المعتادة الخاصة بجذور نباتات الاراضي المشبعة بالماء ، وتختلف امتداد هذه الجذور ودرجة تفرعها اختلافا يتناسب مباشرة مع نقص المحتوى المائي للتربة وزيادة التهوية .
- الكيوتكل في الاوراق عادة رقيق ، والشعيرات السطحية غير موجودة والثغور عديدة ، ويزداد عددها على السطح العلوي للورقة منها على السطح السفلي والنسيج العمادي جيد التكوين وهو عادة اقل سمكاً من النسيج الاسفنجي .
- ولجذور هذه النباتات الصفات المعتادة الخاصة بجذور نباتات الاراضي المشبعة بالماء ، وتختلف امتداد هذه الجذور ودرجة تفرعها اختلافا يتناسب مباشرة مع نقص المحتوى المائي للتربة وزيادة التهوية .
- الكيوتكل في الاوراق عادة رقيق ، والشعيرات السطحية غير موجودة والثغور عديدة ، ويزداد عددها على السطح العلوي للورقة منها على السطح السفلي والنسيج العمادي جيد التكوين وهو عادة اقل سمكاً من النسيج الاسفنجي .

- وتشمل النباتات الوسطية تلك الانواع التي لا تستطيع استيطان الماء او الاراضي المبتلة كما لا تستطيع استيطان الاماكن الجافة التي تنقص فيها كمية الماء اللازم للنمو نقصاً كبيراً
- وتشغل النباتات الوسطية مكاناً وسطاً بين النباتات المائية والنباتات الجفافية ومن امثلة النباتات الوسطية نباتات عباد الشمس والقطن والقمح والذرة والبرسيم .....الخ
- وتتميز هذه النباتات بالصفات التالية :-
- ١- وجود نسيج وعائي بشكل مناسب .
- ٢- وجود النسيج العمادي اضافة الى النسيج الاسفنجي .
- ٣- الثغور غزيرة بوجه عام ، واكثر عدداً على السطح السفلى منها على السطح العلوي .
- ٤- الضغط الازموزي متوسط بين النباتات المائية والنباتات الجفافية .
- ٥- النظام الجذري الى النظام الخضري Root to shoot Systemمتناسق في هذه النباتات بينما النظام الجذري في النباتات المائية شبه مفقود في حين نجده كبير مقارنة بالنظام الخضري في نباتات الجفاف .

- ٣- النباتات الجفافية
- تبلغ التحورات او التكيفات الخاصة بملائمة النبات اقصى درجاتها في النباتات الجفافية وهي نباتات تعيش في جفاف من التربة والجو ، واكثر اعضاء النباتات الجفافية تجوراً هي الاوراق ، اذ هي انشط الاعضاء جميعا واكثرها تعرضاً لعوامل التجفيف الجوية ، اما الجذور فاقل و ذلك لمحدودية نشاطها وللانتظام النسبي لحالة الوسط الارضي الذي تعيش فيه ، اما السيقان فتوقف كمية ما يحدث فيها من تحورات على مدى قيامها بوظائف الاوراق ، حيث يحدث في كثير من النباتات الصحراوية ان تختزل الاوراق كي يختزل النتح وتحل السيقان محلها في اداء وظائفها كعملية التركيب الضوئي والتنفس والنتح وغير ذلك .
- ويمكن تقسيم نباتات الجفاف الى :-

المحاضرة الثالثة عشر / بيئة

- ويمكن تقسيم نباتات الجفاف الى :-
- ١- النباتات الحولية Annual plants
- وهي النباتات التي تكمل دورة حياتها في فترة نمو واحدة قصيرة جداً حيث ينشط نمو هذه النباتات فقط خلال فصل الامطار والذي فتره قصيرة وكمية الامطار قليلة ويحل عادة بجميع الصحاري تقريباً ، فاذا لم يتوفر ذلك الفصل الممطر في سنة من السنين فلا يظهر اي كساء خضري يستحق الذكر من النباتات الحولية في تلك السنة .
- وتتحمل هذه النباتات فترة الجفاف القاسية عن طريق تكوينها للبذور والتي تبقى في التربة الجافة لفترات طويلة الى ان تتوفر الظروف المحيطية المناسبة للانبات ، فاذا ما هطلت الامطار وتوفرت الظروف الاخرى تنبت البذور ويتبع انباتها تتابع سريع في ظهور الاوراق ثم الازهار فالثمار ، وسرعان ما تكتمل دورة الحياة ، وتجف جميع اعضاء النبات عندما يحل الجفاف فلا يبقى منها حيا سوى بعض البذور المنتشرة في التربة .
- لما كانت هذه النباتات تتجنب الجفاف اكثر مما تتحمله فالكثير يطلق عليها بالنباتات المتفادية للجفاف .

- ب- النباتات العصارية Succeulent plants
- تعتبر ظروف اختزال النتح صفة تكيفية تلجا اليها نباتات الجفاف في محاولتها المحافظة على توازنها المائي ، وهذه النباتات كيفت نفسها للمعيشة تحت ظروف الجفاف القاسية عن طريق الاستفادة من الماء المخزون في انسجتها ومن امثلها الصبيربات وهذه النباتات ذات سطح ضئيل جداً بالنسبة لوزنها ، وتحتوي على نسبة عالية من الماء المخزون في انسجتها تفي باحتياجاتها شهوراً طويلة وتزداد في النباتات العصارية نسبة الانسجة البارنكيمية الى الانسجة الدعامية وكبر فجواتها مع اختزال حجم الفراغات البينية ، اذ هذه الصفة تساعد على سرعة امتصاص الخلايا لقدر كبير من الماء اثناء فصل المطر القصير ، ويتوقف مدى هذا الاختزان على قابلية الخلايا والانسجة للاتساع ، فعندنا تتوفر الرطوبة تنتفخ الاعضاء العصيرية سريعاً ، ثم تبذل جانباً من مائها المخزون اثناء فصل الجفاف التالي ، فالاعضاء المخزنة للماء يمكن ان ينظر اليها على انها وسيلة التي يتغلب النبات فيها على عدم انتظام سقوط الامطار في البيئة الجافة .

- جـ - نباتات الجفاف الحقيقة True Xerophytes
- وتتميز هذه النباتات بقدرتها في المحافظة على توازنها المائي تحت ظروف الجفاف وذلك باختزال المجموع الخضري القائم بالنتح مقرونا بحسن تكوين المجموع الجذري الماص ، يضاف الى ذلك تباعد النباتات عن بعضهما البعض مما يزيد من الحيز الذي تشغله جذورها ويزيد من ماء التربة المتوفر للنبات بالامتصاص الجذري وتتكيف النباتات التي تعيش تحت ظروف الصحارى الجافة من خلال الاعتماد على مائها المخزون والتقليل من فقدان الماء من جهة اخرى ولذلك فهي تعمل على ان تحقق لنفسها خصائص تمكنها من استمرار والبقاء في فترة الجفاف القاسية والطويلة .
- تمتاز النباتات الجفافية ببعض الصفات التركيبية والفسلجية ومن اهم صفاتها التركيبية او الشكلية هي :

- ١- طبقة الكيوتكل فيها سميكة وتعمل كمادة عازلة ويصاحب وجود هذه الطبقة عادة تلجن خلايا البشرة فيضفي عليها القوة والصلابة وظاهرة وجود الكيوتكل تشترك فيها جميع نباتات الجفاف الحقيقية فتساعد على اختزال النتح .
- ٢- الشعر السطحي الغزيز : حيث تتغطى السطوح الناتجة للاوراق والسيقان في كثير من النباتات الجفافية بشعيرات كثيفة تحفظها من التعرض المباشر لعوامل التبخر الجوية وبذلك تعمل على تقليل النتح .
- ٣- غزارة الانسجة العمادية : تزداد نسبة الانسجة العمادية وتتعدد طبقاته .
- ٤- تحور الاعضاء الخضرية الى اشواك : من الصفات الظاهرية التي يتميز بها عدد كبير من نباتات الصحراء تحور الاعضاء الخضرية الى اشواك لتقليل الماء المفقود عن طريق النتح .
- ٥- اختزال الاوراق : معظم النباتات الجفافية تعمد على التخلص من اوراقها في موسم الجفاف لموازنة محتواها المائي .
- ٦- غزارة عناصر اللكتين (الخشبين) : تتميز هذه النباتات بوفرة عناصر اللكينين

- ٧- تتميز بنقص كبير في حجم الخلايا .
- ٨- هناك نباتات صحراوية عديدة يتغطى سطحها الناتج بطبقة رقيقة من الشمع اضافة الى طبقة الكيوتكل .
- ٩- الثغور غائرة وغير بارزة على السطح .
- اما من حيث صفاتها الفسلجية فتتصف بالاتي :
- أ- نقص المحتوى المائي للنبات :
- تتميز نباتات الجفاف بصفة عامة بنقص كبير في محتواها المائي من المسلم به ان جانباً من هذا النقص يرجع الى وفرة العناصر الميكانيكية وتغلظ جدران الخلايا ، ولكن من المحتمل ايضا ان يكون بعض هذا النقص راجعا الى قلة الماء في البروتوبلازم نفسه . وان تلك القلة تكسب البروتوبلازم مقاومة واحتمالاً لتأثير نقص الماء الضار ، ومما يشير الى وجود علاقة بين المحتوى المائي المنخفض والقدرة على مقاومة الجفاف واحتماله ان بعض النباتات الواطئة كالاشنات ، وهي ذات محتوى مائي منخفض تستطيع احتمال جفاف شديد يستمر وقتا طويلاً دون ان تفقد حيوتها او تصاب بأي ضرر .

- ب ارتفاع نسبة الماء المقيد Bound water
- تحتوي نباتات الجفاف عادة على نسبة عالية من الماء المقيد هو ماء يرتبط بقوة المواد الغروية التي توجد في الخلايا الحية ، وكلما نقص المحتوى المائي للخلية زادت القدرة التي تربط الماء بتلك المواد ووجود الماء هذا المقيد يجعل البروتوبلازم دائما في حالة التميؤ تحفظ عليه حيويته في ظروف الجفاف القاسية وتمنعه من التعرض لجفاف ويهلكه وتلك هي من اهم الخصائص الفسلجية لنباتات الجفاف .
- جـ - ارتفاع الضغط الازموزي :
- من الخصائص الفسلجية التي تتصف بها هذه النباتات ايضاً ارتفاع الضغط الازموزي للعصير الخلوي ، من الملاحظ ان الضغط الازموزي المرتفع صفة ملازمة لظروف الجفاف فقد وجد ان الضغط الازموزي لاي نبات يزداد كلما قل المحتوى المائي للتربة التي يعيش فيها .
- ويبدو ان ارتفاع الضغط الازموزي ناشئ اساساً من تقيد جانب كبير من الماء وارتباطه بالمواد الغروية بقوة تحول دون اشتراكه في اذابة المواد القابلة للذوبان العصير .
- د- النتح في النباتات الصحراوية الجفافية :
- تختلف شدة النتح في النباتات الجفافية حسب الظروف والاحوال ولايمكن اعتبار اي من النتح السريع او البطيء صفة فسلجية مميزة لتلك النباتات وذلك لانها لا تتصف من هذه الناحية وفق ما تقتضيه احتياجات توازنها المائي والمقدرة الحقيقية التي تتميز بها هذه النباتات هي انقاص معدل النتح الى اقل حد ممكن في وقت الجفاف عندما تكون هناك ضرورة ملحة لحفظ البقية الباقية من ماء النبات ابقاءاً على حياته .

- ٤- نباتات الرطوبة
- تعتبر هذه النباتات من اقسام النباتات الارضية ، تعيش باستمرار في ظروف بيئية رطبة من حيث الجو والتربة او جفاف الجو ، لذلك تظل أنسجتها رقيقة خالية من اي نوع من أنواع التحورات الشكلية التي تساعد النباتات عادة على احتمال الجفاف . كما تظل في درجة عالية من التشبع بالماء ، وتذبل أذا نقص محتواها المائي ولو قليلا . ومن امثلتها نباتات الظل العشبية التي تعيش في أرضية الغابات .وتشبه النباتات المائية من حيث عدم احتياجها الى احتياطات لاختزال النتح ولكنها على العكس تحتاج الى وسائل للتخلص من الماء الزائد عن حاجتها عن طريق اجزائها الهوائية ومن هذه الوسائل :
- ١- تكون اتصال الاوراق فيها مفلطحة ورقيقة .
- ٢-وجود الثغور على نتؤات بارزة معرضة.
- ٣-سهولة خلصها من ماء المطر الساقط على سطوح اوراقها وذلك بسبب قمة الورقة وتدليها الى الاسفل حتى تسمح بانحدار الماء عليها وتساقطه.
- ٤-قد تتغطى اوراق قسم من هذه النباتات بطبقة رقيقة من الشمع تجعل سطحها غير قابل للابتلال.
- ٥-قد تتغطى اوراقها بشعيرات كثيفة تعمل على توزيع الماء في شكل غشاء رقيق لا يثبت ان يتبخر سريعا.

- ٥-النباتات الملحية
- وهي نباتات تعيش في الاراضي الملحية، سواء كانت جافة كما في بعض المنخفضات الصحراوية . او مبتلة الماء ، او مشبعة ، او مغمورة تكون مستنقعات ملحية.
- وفي هذه الاراضي يكون لتركيز محلول التربة تاثير كبير على امتصاص الجذور للماء. اذ يكون كل زيادة في كمية الاملاح الذائبة في التربة تعمل ازموزيا على تعطيل الامداد المائي للنباتات الي تنمو بالتربة . ولذلك اختصت الاراضي الملحية الطبيعية بنوع من الكساء الخضري يلائم محتوى ملحيا عاليا بالتربة.
- وقد اثبتت التجارب ان الازدياد في تركيز محلول التربة في حدود معينة ليس عقبة لا يمكن التغلب عليها في سبيل امتصاص النباتات الملحية لماء التربة. حيث تستطيع التغلب على هذه الصعوبة برفع درجة تركيز عصيرها الخلوي . فهي تستطيع ان تزيد ضغطها الازموزي بدرجة كبيرة تكفي للتغلب على مقاومة محلول التربة للامتصاص.

- وليس الضغط الازموزي المرتفع وسيلة من وسائل الملائمة الفسلجية بين النباتات وظروف الوسط المحيط به فحسب. ولكنه نتيجة حتمية لهذه الظروف البيئية ، والدليل على ذلك ان معظم النباتات اذا زرعت في اراضي متفاوتة الملوحة فان ضغط عصيرها يزداد باضطراب كلما زادت نسبة الاملاح في التربة
- وتتميز النباتات الملحية ايضا بمحتوى عال من الماء المقيد في خلاياها وهي صفة يرجح انها تساعد على مقاومة الجفاف وتعزى الى وجود نسبة عالية من الغرويات الملحية للماء في البروتوبلازم كذلك اثب قياس درجة التوصيل الكهربائي لعصير النبات ان النباتات الملحية تعمل على امتصاص نسبة عالية من ايونات الاملاح الذائبة في التربة وتجميعها في العصير الخلوي مما يؤدي الى ارتفاع الضغط الازموزي لهذه النباتات