المحاضرة الأولى / مقدمة في علم البيئة النباتية : -

علم البيئة : Ecology

يعد علم البيئة علم مرتبط بغيره من العلوم الأخرى ولا يمكن وضع حد فاصل بينه وبين العلوم الأخرى فهو العلم الذى يبحث ويدرس تأثير العوامل البيئية الكثيرة والمعقدة على النباتات الحية ويعتبر عامل الرطوبة من أهم هذه العوامل سواء كانت رطوبة أرضية أو جوية.

بالرغم من أن التخصص الدقيق أمر ضرورى للعاملين فى فروع العلوم إلا أن ما يتقابل عند نهايات بعض العلوم مع بدايات غيرها مما يشكل ذلك نسيجاً من المعرفة له ملامح خاصة وهو أمر يستحق الإهتمام فى وقتنا المعاصر. وعند دراستنا لما يعرف بالبيئة الحيوية سواء أشير إليه بما يعرف بأقلمة المحاصيل Crop adaptation أو جغرافيا المحاصيل Ecological crop geography أو بيئة المحاصيل Crop ecology فإن الفرصة تكون متاحة على أكبر الإحتمالات لظهور تداخلات بين العلوم المختلفة. ويعالج المشتغل ببيئة المحاصيل الطريقة التى يتلائم بها النبات مع ظروف البيئة تحت العديد من العوامل المحيطة منفردة ومجتمعة. وتتباين الأصناف والأنواع النباتية فى قدرتها على ذلك كما يختلف تأثير الإنتخاب الطبيعى على مجموعة نباتية معينة تعيش فى مجتمع واحد من الظروف البيئية ومن ناحية أخرى يحاول منتج المحصول أن يحول من الظروف البيئية ما إستطاع من ذلك سبيل بما يتلائم مع نمو المحصول. وترتبط أقلمة المحاصيل إرتباطاً وثيقاً بفرعين من العلوم هما علم الوراثة Heredity وعلم فسيولوجيا النبات Plant physiology لذلك فإن المعلومات الأساسية عن التطور البيولوجى والوراثى تعتبر حجر الزاوية فى فهم سلوك المحاصيل ومدى تأقلمها مع البيئة كما يعمل الإنتخاب الطبيعى عملاً أساسياً فى تحديد صفات ومميزات المحاصيل بالإضافة لذلك توجد علاقة وثيقة بين سلوك النبات (إستجابتها للعوامل البيئية) وبين العمليات الحيوية الدائرة بها. وتؤثر عوامل البيئة منفردة كالحرارة والرطوبة والإضاءة وغيرها وكذلك الفعل المتداخل لهذه العوامل مع الصفات الوراثية للمحصول فى تحديد سلوك النبات بما يدل على مدى إحتياج كل كائن حى لإحتياجات فسيولوجية معينة. ولا يعتبر التركيز الجغرافى للمحاصيل فى العالم من أهم مجالات علم بيئة المحاصيل فقط بل يتعداه إلى العلوم الأخرى مثل أمراض النبات والبساتين والإقتصاد الزراعى ووقاية النبات وغيرها إلا أن الأمثلة فى تأثير العوامل البيئية وسلوك الكائن الحى تتباين تبعاً لكل فرع من هذه الفروع.

الرطوبة وعلاقتها بإنتاج المحاصيل :

لا تحتاج الإشارة إلى أهمية الماء كعامل أساسى فى الحياة مصداقاً للآية القرآنية "وخلقنا من الماء كل شئ حى". كما أنه فى المناطق ذات درجات الحرارة المتشابهة فإن زيادة الرطوبة تكون ذات تأثير أعظم من غيرها من العوامل البيئية حيث تحدد نوع الكساء النباتى السائد وتؤدى إلى إثراء تلك المناطق بالمجموعات النباتية بما يخلق ظروف مناسبة للإختيار فى مدى واسع بين المحاصيل التى يمكن إنتاجها تحت ظروف تلك المناطق. ومن ناحية أخرى فإن نقص عامل الرطوبة فى منطقة ما يحدد القدرة الإنتاجية للمحاصيل النامية بها بالإضافة إلى خفض كفاءة تلك المحاصيل فى إظهار صفاتها المرغوبة الأخرى.

ويمكن التأكد من أهمية الرطوبة بالإشارة إلى الوظائف الأساسية للماء والتى لخصها Kramer فى الآتي :

١- يدخل فى تركيب البروتوبلازم إذ يكون من ٨٥-٩٠% من الأنسجة الخضراء.
٢- يعتبر الماء عامل مســـاعد وضـــرورى لإتمام معظم العمليات الحيوية كالتمثيل الضـــوئى وعمليات الإنحلال المائى.
٣- يذيب الماء الأملاح والغازات وغير ذلك من مكونات الخلايا وهو وسيلة نقل هذه المواد داخل النبات وخلال الجدر الخلوية وأنسجة الخشب مكوناً مذيباً مستديماً لهذه المواد يعرف بالعصير الخلوى.
٤- الماء عنصـــر هام للمحافظة على إنتفاخ الخلايا والمحافظة على شـــكل الورقة وإنتظام عمل الثغور والتغيرات فى تركيب النبات .

ولزيادة توضـيح وتفهم الأهمية البالغة لدورة الماء فى بيئة المحاصـيل يلزم أن نشـير إلى علاقة الرطوبة بنمو النبات حيث يتضـــمن هذا العامل الرطوبة الجوية ومياه الأمطار والتأقلم لظروف نقص وزيادة الرطوبة والنتح والإستهلاك المائى.

- **التوتر الرطوبي Moisture tension:** هو عبارة عن القوى التى تؤدى إلى مســـك حبيبة التربة لجزيئات الماء وكلما زادت القوة الممســـوك بها الماء لســـطح حبيبة الطين زاد التوتر الرطوبى.
- **الإجهاد الرطوبي Water stress:** هو الإجهاد الذى يحدث فى النبات نتيجة نقص الرطوبة مما يجعله يبذل جهد من الطاقة (عن طريق التنفس) فى ســـبيل الحصـــول على الرطوبة من التربة .
- **الرطوبة الجوية Atmospheric Moisture:** يعبر عنها إما بالرطوبة الكلية Absolute humidity وهى عبارة عن كمية بخار الماء الموجود فى وحدة حجمية من الهواء. أو بالرطوبة النسـبية Relative humidity وهى عبارة عن كمية الماء الموجود فى الجو كنسـبة مئوية من الكمية القصـــوى التى يمكن لنفس الحجم من الهواء أن يحملها فى درجة حرارة وضـغط معينين. وعند نقطة التشـبع فإن عدد جزيئات بخار الماء الصـاعد من سطح مائى هو نفس عدد الجزيئات العائدة إلى نفس السطح.

تأثير درجة الحرارة على كمية الرطوبة الجوية :

يعتمد التركيز الحقيقى لبخار الماء على درجة حرارة الجو والماء والضـــغط البخارى فعندما تصـل درجة حرارة الماء درجة الصـفر المئوى فإن الضـغط البخارى لها يعادل ٤,٥٨ مم زئبق بينما يصـل هذا الضـغط عند ١٠٠درجة مئوية إلى ٧٦٠ مم زئبق (ضـغط جوى واحد).

ويمكن التعبير عن هذا التأثير لدرجة الحرارة بطريقة أخرى فعلى سـبيل المثال فإن كمية الماء الموجودة فوق قدم مكعب واحد من الأرض عند خط الإســـتواء يحتوى على ٥٠ رطل من بخار الماء بينما تحتوى على ١٨ رطل فقط عند خط عرض ٥٠ ° شـــمالاً وتنخفض هذه الكمية عند خط عرض ٧٠ ° شمالاً إلى ٤-٥ رطل.

ولا يكون إســـتخدام لفظ الرطوبة النســـبية الجوية كافياً للتعبير عن عامل الرطوبة فى الدراسات البيئية مما دعى العالم Costing عام ١٩٧٠ إلى إستخدام لفظ الضغط البخارى Vapor pressure للتعبير عن قيمـة الرطوبـة الموجودة فى الجو حيـث يعبر عنهـا الفرق بين الضـــغط الحقيقى لبخار الماء وبين بخار الماء اللازم لتشبع الهواء عند نفس درجة الحرارة بنقص الضغط البخارى vapor pressure deficit (V.P.D.). ويبلغ الضـغط البخارى عند تشـبع الهواء على ٢٠ درجة مئوية ١٧,٥٤ مم زئبق أما عند رطوبة نســـبية جوية ٦٠% ةعلى نفس الدرجة يبلغ نحو ١٠,٥ مم زئبق أى أن الفرق بين هاتين الحالتين نحو ٧ مم زئبق ويصل هذا الفرق عند ٣٠ درجة مئوية إلى ١٢ مم زئبق وذلك ما يوضـح التأثير الواضـح فى درجات الحرارة على عمليتى النتح والبخر.

الندى : Dew

تؤدى برودة الطبقات السطحية من الهواء الجوى ليلاً مع عدم وجود رياح إلى تكون قطرات من الندى أو حدوث صقيع إذا إنخفضت درجة الحرارة عن الصفر المئوى. ونتيجة لسرعة الإشعاع من سطح الأرض فإن طبقة الهواء الملامسة لها قد تنخفض درجة حرارتها إلى نقطة التشبع (نقطة الندى Dew point) وعندئذ يحدث تكثف condensation لبخار الماء وإذا كانت نقطة الندى فوق ٣٢ درجة يكون الماء المتكثف على هيئة ندى وإذا إنخفضت عن ٣٢ درجة مئوية فيكون الماء المتجمع على هيئة صقيع.

تتعرض أهمية الندى للنبات إلى عديد من الأراء المتعارضة ولقد أوضحت نتائج العديد من التجارب أن النباتات تمتص ماء الندى مباشرة عن طريق الأوراق كما عزى كثير من الباحثين استمرار حياة ونمو كثير من النباتات الصحراوية فى ظروف أرضية أدنى من الذبول الدائم (١٠-١٢% رطوبة فى الأراضى الطينية ، ٤-٥% رطوبة فى الأراضى الرملية) إلى إستفادة هذه النباتات من ماء الندى بالنتح السالبNegative transpiration حيث ينتقل الماء من على سطح النبات إلى داخله. ولقد قدر Angus ١٩٥٩ أقصى كمية لماء الندى المتكثفة بما لا يزيد عن ١٠% من كمية الماء التى يحتاجها النبات أثناء النهار إلا أن Shell 1959 قدر كميات الندى التى تسقط سنوياً بكميات ١٠٠-١٥٠ مم.

الضباب : Fogs

الجزيئات الأيكروسكوبية الدقيقة من بخار الماء لها القدرة على التكثف مكونة قطرات مائية دقيقة مشابهة لجزيئات الملح أو الدخان وعندما تبرد الكتلة الهوائية ذات المحتوى الرطوبى العالى والقريبة من سطح الأرض تكون ما يعرف بالضباب. وفى المناطق القريبة من خط الإستواء تكون الفرصة مهيئة على السواحل ويتكون الضباب بكثرة.

دورة مياه المطر : Precipitation cycle

تنقسم إلى أربع خطوات رئيسية:

١) التبخير Evaporation:

تعتبر المياه المتبخرة من المحيطات المصدر الأساسى للبخار الجوى.

٢) النقل Transpiration:

تنتقل الكتلة الهوائية الرطبة من المناطق الإستوائية التى تبرد أثناء إنتقالها تجاه القطب حاملة معها كميات كبيرة من بخار الماء. وفى الاتجاه الأخر ينتقل كثير من بخار الماء بواسطة الكتل الهوائية الغازية التى تمر فوق الأراضى الزراعية حيث تمتص الرطوبة المتبخرة من هذه الأراضى مكونة كتلاً هوائية إستوائية فوق المحيطات.

٣) التكثيف Condensation:

يتحول بخار الماء إلى الحالة السائلة عند إنخفاض درجة حرارة الهواء أو عندما تكون أقل من نقطة الندى وتسهل النويات الهيجروسكوبية كثيراً فى إتمام هذه العملية ويرتفع الهواء الساخن ويستمر فى الإرتفاع لأعلى إلى طبقة ذات حرارة منخفضة مما يساعد على تكثيف الأبخرة المائية حتى يحدث المطر.

٤) سقوط المطر Precipitation:

تطفو الأبخرة المائية المتكثفة فى الهواء فى صورة سحب عندا تتناقص درجة حرارتها عن نقطة الندى يتزايد حجمها ووزنها فتسقط فى صورة ماء أو صورة ثلج.

كمية وتوزيع الأمطار:

تختلف كمية المطر من منطقة لأخرى من مناطق العالم من حوالى ٠,٠٠٢ بوصة فى صحراء شيلى إلى نحو ٩,٥ بوصة فى المناطق الموسمية فى الهند. وتمثل المناطق القاحلة وشبه القاحلة حوالى ٥٥% من مساحة العالم وفى هذه المناطق يصل سقوط المطر إلى نحو ٢٠ بوصة سنوياً. أما المناطق الشبة رطبة تمثل ٢٠% من المساحة الكلية حيث يسقط المطر بمعدل ٢٠-٤٠ بوصة سنوياً. فى حين تمثل المناطق الرطبة حوالى ١١% من مساحة العالم حيث يسقط المطر بها بمعدل من ٤٠-٦٠ بوصة سنوياً. بينما المناطق المطيرة والتى يزيد فيها سقوط المطر عن ٦٠ بوصة تمثل ١٤% من مساحة العالم.

فعالية الأمطار : Effectiveness of precipitation

ليست كمية الأمطار فى منطقة ما هى المعدل الحقيقى للإستفادة من هذا المطر بل يجب معرفة توزيع المحاصيل وكذلك مدى فعالية هذه الأمطار وإستخدامها فى مجال الزراعة أو فى المجالات الأخرى ويعبر عن ذلك بلفظ هو إقتصادبات الماء Water economy. حيث يمكن ممارسة بعض الوسائل التى تؤدى إلى الإستفادة والتحكم فى كمية المطر الساقط حتى تتلاءم مع طريقة الزراعة وغيرها من الظروف المختلفة. حيث تتميز بعض المناطق بإرتفاع كمية وإستمرار نزول الأمطار فى حين توجد مناطق أخرى تعانى من نقص الماء وتتميز منطقة ثالثة بهطول الأمطار فى موسم دون الأخر مثل منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وفى هذه المناطق يمكن للإنسان أن يساهم فى تحسين إقتصاديات الماء لإنتاج محاصيل وفيرة.

ولقد حاول العديد من علماء البيئة وضع قياسات للتعرف على مدى فعالية الأمطار ولقد إقترح Thranswal عام ١٩٠٥ معادلة لقياس نسبة الأمطار إلى نسبة البخر كما يلى:

$$R = P / E \times 10$$

حيث أن:

R = فعالية المطر P = كمية المطر E = معدل البخر

ولقد إستخدمت نسبة P/E فى دراسة الظروف الجوية وعلاقتها بتوزيع الغطاء الخضرى ويمكن الحصول على قراءة البخر بقياس الفقد فى الماء من خزانات قياسية سواء التى توجد فوق سطح الأرض أو التى توجد تحت سطح الأرض وتسمى Sinked. ومن المعروف حالياً أن دقة قياسات التبخير تتوقف عل كثير من الإعتبارات مثل: حجم الخزان – إرتفاع الحافة الغير مغطاة – لون الخزان وغير ذلك من العوامل.

ولقد وجد أن معدل التبخير له تأثير مباشر على تأقلم المحاصيل وإنتاجيتها فى ظروف معينة وكان Thranswal من أوائل الناس الذين حاولوا الربط بين حاجة المحاصيل من الماء وإنتاجيتها ولقد تعرف على نقاط الضعف فى حساب P/E . وكانت من نتيجة إستمراره فى دراسته أن تعرف على طريقة صحيحة لتوضيح فعالية المطر مستغلاً المفهوم الخاص بالإحتياج المائى Water requirement (وهو كمية الماء المستخدمة فى إنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة أو كمية الماء المفقودة من دورة المطر تحت الظروف البيئية فى منطقة معينة) أو البخر والنتح Evapotranspiration (وهو مجموع كميات الماء المفقودة بالنتح والبخر من سطح مغطى تماماً بكساء خضرى وفى وجود كمية زائدة من الرطوبة). ولقد حسبت طاقة إمكانية البخر والنتح بمعادلات تجريبية متضمنة المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة وطول النهار يبدو أن عامل الرياح والرطوبة والإشعاع الشمسى تختلف جميعها نتيجة هذا العامل. وتقارن كمية الماء الواصلة إلى منطقة ما بالإحتياج المائى لها فى نفس الفترة وذلك للحصول على جهد البخر والنتح Potential evapotranspiration (PET).

ولقد دلت الدراسات المكثفة التى أجريت فى ١٥ عام الماضية أن قيمة النتح والبخر تتوقف على العوامل الآتية:

١- الإمداد الخارجى من الطاقة للأسطح المعرضة للبخر وهى طاقة أشعة الشمس بصفة رئيسية.
٢- قدرة الهواء على تحريك بخار الماء .
٣- طبيعة الكساء الخضرى خاصة قدرته على عكس الأشعة الساقطة ودرجة شغله لسطح التربة وتعمق مجموعه الجذري.
٤- طبيعة الأرض خاصة محتواها المائى فى منطقة إنتشار المجموع الجذري.

وقد لاحظ Thorth Mother عام ١٩٥٥ أن لعامل الإشعاع الشمسى أهمية عظمى فى تأثيره على بقية العوامل ويرتبط وثيقاً بالعامل الثانى أما العامل الثالث والرابع فأقل أهمية من العاملين الأولين وعلى أى الأحوال فإن الرطوبة الأرضية تعتبر عاملاً هاماً إذا كانت عند محتوى أقل من السعة الحقلية (٣٠-٣٥%) وفى الأراضى الجافة فأن الجزء الصافى من الإشعاع وهو الطاقة التى تستخدم فى التبخير تنقص نقصا حادا وينعكس الجزء الأعظم منها.

ومن ناحية أخرى أقترح Penman عام ١٩٤٨ معادلة لقياس البخر والنتح يمكن الإعتماد عليها عن مثيلتها التى تقدم بها Thranswal وفيها إعتمد فى حساباته للإحتياج المائى على أساس كمية الطاقة الساقطة على سطح الماء وتأثير هذه الطاقة على تسخين الهواء الجوى والتبخير لذلك فأن هذه المعادلة تتضمن الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة والضغط البخارى وسرعة الرياح على أن يأخذ على معادلة Penman صعوبة تطبيقها وأن كثير من العوامل المطلوبة غير متوفرة إلا فى محطات الأرصاد الجوية الرئيسية.

أدلة الرطوبة : Moisture Index

ترجع أهمية أدلة الرطوبة والمتحصل عليه بمقارنة الإحتياج المائى لمكان معين بالرطوبة الفائضة أو الناقصة بة فى تحديد أقسام المناخ. فعندما يكون الجو معتدل تتساوى كمية المطر مع الإستهلاك المائى طوال الوقت تكون المياه متاحة عند الحاجة إليها وعندئذ لا يحدث فائض أو نقص أما عندما يصبح الجو أكثر جفافاً ويكون رطباً يحدث العكس. وعندما يتواجد فائض من الماء يمكن حساب دليل الرطوبة index of humidity (i-h) أما عندما يحدث نقص مستمر يمكن حساب دليل الجفاف index of aridity (i-a). ومن ناحية أخرى فى كثير من الأماكن يحدث نقص فى الماء فى أوقات كثيرة خلال العام الأمر الذى يمكن معه حساب كلا الدليلين وذلك تبعاً للمعادلة:

$$Im = \frac{S^{100}\ D^{60}}{n}$$

حيث أن: n = الإحتياج المائى ، و S = الماء الفائض ، و D = الماء الناقص.

ويكون التعبير عن الفترات الجافة بكمية أقل منها فى الفترات الغير جافة نظراً للرطوبة الأرضية المخزونة وفى الظروف الرطبة تكون القيم موجبة أما فى الظروف الجافة تكون سالبة.

** ويمكن حساب دليل الرطوبة ودليل الجفاف منفردين كما يلى:

- **دليل الرطوبة:** $i.h = S^{100} / n$
- **دليل الجفاف:** $i.a = D^{60} / n$

وقد وجد أن هذين العاملين يوضحان الملامح المناخية وبالتالى نوع الكساء الخضرى السائد فى منطقة ما.

علاقة النتح بالإستخدام المائي : Transpiration Water use

لا تنافس أى مادة من المواد التى يحتاجها النبات أثناء نموه عامل الماء من حيث الكمية والأهمية ويمتص النبات معظم إحتياجاته المائية عن طريق الجذر ولا يحتفظ النبات بالكمية الممتصة كلها ولكن يتبخر معظمها فى الهواء الجوى من الأوراق وبقية الأعضاء الهوائية الأخرى فيما يعرف بعملية النتح ويحدث فقد الماء بالنتح نتيجة تلامس الأسطح المبتلة لخلايا ميزوفيل الورقة والتى تكون المسافات البينية بها ممتلئة بالهواء الجوى الجاف ويحل الماء الممتص الماء الموجود فى خلايا ميزوفيل الورقة محل الماء المفقود من الثغور والذى يفقد بدوره إلى الهواء الجوى الجاف فى صورة بخار ماء.

وعموما تتضمن العلاقات المائية للنبات إمتصاصه للماء وارتفاع العصارة ثم فقده عن طريق النتح ويرجع لعملية النتح فقد الماء على صورة بخار وتتحكم العوامل البيئية كالضوء والمحتوى المائي للأوراق والحرارة فى غلق وفتح الثغور وبالتالى فى عملية النتح.

وعموماً تفتح الثغور فى الضوء مما يساعد CO_2 الموجود فى الغرف الهوائية لخلايا ميزوفيل الورقة عملية التمثيل الكربونى فعندما ينقص $C\ O_2$ لإستهلاكه فى التمثيل الكربونى مثلاً تنفتح الخلايا الحارسة نتيجة لزيادة النقص فى ضغط الإنتشار Difusion pressure deficit D.P.D وأمتصاص الماء الأمر الذى يؤدى إلى فتح التغور وبالتالى زيادة معدل فقد الماء عن طريق عملية النتح ، وعلى ذلك يتحدد معدل النتح بالنقص فى الضغط البخارى ودرجة الحرارة وسرعة الرياح والإمداد الكافى للأوراق بالماء كما أن هناك عوامل خاصة بالنبات والتى تؤدى إلى التأثير فى معدل النتح ومنها :

تركيب الأوراق وتوجيهها orientation وإلتفاف وتجعد الورقة ، مساحة الورقة ، نسبة المجموع الجذرى إلى المجموع الخضرى والضغط الأسموزى للعصير الخلوى ووجود الفطريات والأتربة على سطح الأوراق.

ويعبر عن النسبة بين كمية الماء التى تستهلكها النباتات إلى كمية المادة الجافة المتكونة بنسبة النتح وهذه النسبة تتباين كثيراً بين المحاصيل تبعاً للعوامل البيئية خاصة الإشعاع الشمسى – الرطوبة الأرضية – خصوبة الأرض – D.P.D الأمراض – نوع النبات وكذلك معدلات المطر.

فوائد النتح :

خفض درجة حرارة الورقة.

١-منع حدوث الإنتفاخ الزائد للخلايا.

٢-يؤدى النتح إلى إنتقال الماء الأرضى للنبات وبالتالى إلى إمتصاص العناصر الغذائية.

أضرار النتح:

١-سرعة فقد الماء.

٢-حدوث نقص مؤقت فى توتر الخلايا.

٣-حدوث الذبول فى فترات النهار.

٤-قد يحدث توقف للنمو.

إلا أن هذه الظواهر لا تكون ذات تأثير بالغ إذا ما إستعادة الخلايا لتوترها بإنخفاض درجة الحرارة ليلا.

المحاضرة الثانية / إستجابة النباتات للرطوبة

علاقة الماء بالخلية النباتية :

تتكون الخلايا النباتية من البروتوبلازم محاطة بجدر خلوية تحد من التغير فى شـــكل وحجم الخلية ويتضمن البروتوبلاست طبقة رقيقة من السيتوبلازم تنغمس فيها البلاستيدات والنواه مع وجود فجوه عصـــارية مملوئة بالعصـــير الخلوى وتنفذ هذه الجدر الأملاح الذائبة والماء بينما تنفذ الأغشـــية الســـيتوبلازمية الماء إلا أن ذلك يتم بمعدل أقل مما فى نفاذية الجدر الخلوية ومن ناحية أخرى فإن الأغشية السيتوبلازميه الأقل نفاذاً للماء تكون أكثر نفاذاً للسكريات وكذلك لمعظم الأيونات وعلى ذلك فإن المواد الذائبة المتراكمة فى الفجوات الهوائية تظل بها الأمر الذى يؤدى إلى رفع الضـغط الأسـموزى للعصـير الخلوى إلى نحو ١٠-٢٠ ض.ج لمعظم النباتات متوسـطة الجفاف. بينما يرتفع فى النباتات الجافة إلى ٦٠ ض –ج والملحية إلى ١٥٠ ض- ج.

ويتحرك الماء فى الإتجاه التناقصـــى التدريجى داخل النبات للطاقة الحرة ويمكن قياس الفرق بين الماء النقى ومحلول الماء فى التربة أو النبات ويعرف هذا الفرق بنقص ضغط الإنتشار Difusion Pressure Deficit ويتماثل هذا التعبير مع تعبير قوة الإمتصـــاص Suction force والذى درج إســـتخدامه من فترة. ونقص ضـــغط الإنتشـــار هو مقياس للتعرف على ميل الماء للإنتشار داخل الخلية النباتية. وتوجد علاقة بين نقص ضغط الإنتشار والضغط الأسموزي .

- نقص ضغط الإنتشار = الضغط الأسموزى للعصير الخلوى – ضغط الجدار الخلوى

DPD = OP -WP

وينتقل الماء من الجذر للأوراق أو من خلية لأخرى ذات DPD منخفض ويتحرك الماء فى الخلايا ذات DPD ويزيد حجم الخلية بإنتشـــار الماء إليها بما يزيد فى ضـــغط الجدار الإنتفاخ وعندما يتســاوى ضـغط الإنتفاخ مع الضـغط الأسـموزى للخلية فإن OP=DPD ويتوقف فى هذه الحالة دخول الماء إلى الخلية . وقد وجد ســـليتر SLYTER عام ١٩٥٧ أن DPD قد يتزايد حتى يصل إلى أكثر من الضغط الأسموزى للعصير الخلوى مؤدياً بما يعرف بالضغط السالب للجدر الخلوية أو التوتر Tension.

الرطوبة الأرضية وعلاقتها بالإتزان المائى داخل النبات :

تفقد المياه الموجودة فى المســافات البينية الكبيرة بين حبيبات التربة بالرشـح بعد بضـعة أيام من الأمطار أو الرى وتعرف التربة عندئذ بأنها عند الســـعة الحقلية أى قدرة الأرض على الإحتفاظ بالرطوبة ضد إتجاه الجاذبية الأرضية وتبلغ قيمتها ٤٠-٥٠ % من نسبة التشبع وبتوالى إمتصـاص النباتات للماء من التربة فى هذه الحالة يحدث لها ذبول وتشير النسبة المئوية للرطوبة فى أرض ما إلى محتواها من الرطوبة بين الســعة الحقلية والذبول الدائم. والماء الميســر يختلف بإختلاف قوام الأرض كما هو فى السعة الحقلية والذبول الدائم.

ويختلف محتوى التربة من الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم إختلافاً كبيراً من مكان إلى آخر فى نفس الأرض بصـــرف النظر عن الظروف البيئية الأخرى. ولقد إقترح هندركســـون Hendrekson وفيهميرVeihymyer طريقتين للتعرف على النســـبة المئوية للذبول الدائم : الأولى موالاه أخذ عينات من التربة لتقدير المحتوى الرطوبى بها حيث تعرف نسـبة الرطوبة الأرضـية التى يتوقف عندها إمتصـــاص النباتات للرطوبة من أى طبقة فيها منطقة الذبول W.P وحديثا تعرف بمدى الذبول ، والثانية يتم فيها إنماء وإذبال أحد النباتات الكشـــافة فى تربة وتقدير نســـبة الرطوبة بها عندما يحدث ذبول دائم يســتمر لأكثر من ٢٤ ســاعة لهذه النباتات وعندما تكون فى حجرات مظلمة وتحت رطوبة جوية نسبية مرتفعة معبراً عنها بنسبة مئوية من الأرض الجافة.

وقد رأى تالور وبلاى أيضـــا أن إســـتخدام تعبير مدى الذبول أصـــدق حيث تحدث هذه الظاهرة فى مدى من الرطوبة وليس عند نقطة معينة. ويعرف هذا المدى بقيمة معامل الذبول والتى لا يســـتعيد النبات بعدها حالته الطبيعية حيث يرتبط معظم العمليات الفســـيولوجية الدائرة

بالنبات بمحتوى الخلايا والجذور الخلوية للماء. ويتوقف إمتصاص النباتات للماء على معدل النتح ومدى النتح ومدى كفاءة المجموع الجذرى ومدى قابلية الماء الأرضـــى للإمتصـــاص كما يتأثر بتهوية التربة ودرجة حرارتها وتركيز الأملاح بمحلولها والتوتر الرطوبى بها.

وتعرف كمية الماء الميسر أثناء أقصى جهد للنتح بإسم الضغط الكلى للرطوبة الأرضية Total soil moisture stress(TSMS) وهذه القيمة تساوى التأثير المتجمع للتوتر الرطوبى بالتربة والضغط الأسموزى للعصير الخلوى والضغط الأسموزى للمحلول الأرضى وهى تساوى قيمة DPD. ويقل إنتفاخ الخلايا ويتناقص معدل النمو بزيادة الضـــغط الرطوبى بالتربة وعندما يزيد DPD للنقطة التى يصبح فيها معدل النمو صفر ثم يتوقف النمو كلية.

وتدل النتائج التجريبية على حدوث تناقص النمو فى كثير من الأحيان عند مســـتويات منخفضـة نسـبيا من التوتر الرطوبى للتربة يعنى ذلك أن سـرعة النمو تتناقص قبل الوصـول إلى نقطة الذبول الدائم وهذا ما يتناقص مع وجه النظر القائلة بأن الرطوبة تكون ميسـرة للنبات وتؤثر على النمو وفى نفس المعدل ما يبين الســـعة الحقلية ونقطة الذبول وقد يرجع تنافص النمو قبل الوصـــول إلى نقطة الذبول بما يصـــاحب ذلك من تأثير نقص الرطوبة على ســـير العمليات الفسيولوجية. ولقد أوضح سليتر Siliter أن النمو يتأثر بدرجة الحرارة أكبر من تأثير النتح وذلك بنقص إنتفاخ الخلايا حيث يتأثر النتح بالتدرج فى نقص ضـــغط الأنتشـــار من الأوراق إلى الهواء الجوى وكذلك بمعدل الماء الممتص من التربة بواسطة الجذور ولقد أوضح أيضاً أن نقطة الذبول الدائم تعبر عن الضغط الأسموزى للنبات أكثر منها تعبيراً عن حالة الرطوبة الأرضية وفى كثير من محاصـــيل الحقل يحدث TSM أو DPD عند ١٥ ض.ج حيث يحدث ذبول دائم لها. وعموماً لا توجد طريقة عامة يمكن تطبيقها فى جميع الظروف لتقدير النســـبة المئوية للذبول ويجب أن يتم هذا التقدير بإحتراس وتبعاً لكل حالة على حده.

- **تأثير نقص الماء** :

تؤثر الرطوبة الأرضية على نمو النباتات إما عن طريق التأثير المباشر على النباتات أو على طريق تأثيرها على صفات الأرض والجو المحيط بها ويرجع تأثيرها المباشر على جميع العمليات الحيوية التى تتم بداخل النبات وكذلك على إنتفاخ النبات وإستطالة الخلايا وبالتالى زيادة الوزن الغض والجاف للنبات.

وتتأثر صـفات الجودة فى العديد من المحاصـيل بتعرضـها للنقص الرطوبى حيث يزداد تركيز السكر فى قصب السكر وبنجر السكر أما الدخان فيقل محتواه من السكر ويزيد محتواه من النيتروجين والنيكوتين Necotin إذا تعرض لتوتر رطوبى مرتفع فى مراحل نضجة المختلفة.

ويلعب طور نمو النباتات دوراً فى مدى تأثر المحصـــول بالتوتر الرطوبى فالذرة يكون حســاس للتوتر الرطوبى عند الإخصـــاب وبعدة بقليل لما يلعبه الإختلال فى التوازن المائى داخل أنسـجة النبات من تأثير على حيوية حبوب اللقاح والمياسـم حيث يؤدى نقص الرطوبة قبل ظهور الحريرة إلى نقص المحصـــول بنحو ٢٥% وقد يزيد إلى نحو ٥٠% إذا كان النقص أثناء ظهور الحريرة (أى أثناء فترة الإخصـــاب وبعدها) وتتباين الأنواع النباتية فى إســـتجابتها للرطوبة الأرضية فعند مقارنة محصول القطن – الفول السودانى – الذرة الرفيعة نجد أن الأنسجة النباتية للذرة الرفيعة تظل محتفظة بإنتفاخها فى حالة نقص الرطوبة الأرضـــية وينقص هذا الإنتفاخ فى مدة زمنية طويلة بينما تفقد أنســـجة القطن إنتفاخها بســـرعة كما يتناقص معدل النمو من ناحية أخرى أما نقص معدل نمو نباتات الذرة الرفيعة لا يكون كبيراً إلا فى حالة النقص الشديد للمحتوى الرطوبى فى التربة هذا وتسلك نباتات الفول السودانى سلوكاً وسطاً بين القطن والذرة الرفيعة.

وتمتص النباتات الرطوبة من عمق ٦ بوصـــة من ســـطح التربة حيث يتركز إنتشـــار المجموع الجذرى ويزايد التوتر الرطوبى فى هذه المنطقة بتواصـــل ورود الماء من الطبقات الأســفل منها وعادة ما يحدث ذبول للنباتات قبل أن تصـبح الرطوبة المتاحة فى الطبقة الســفلية قليلة. على العموم يوجد أكثر من ٧٠% من المجموع الجذرى لمعظم محاصـــيل الحقل فى القدم

العلوى من سـطح التربة. وقد يكون العوامل المحددة لكثافة نمو المجموع الجذرى نفس التأثير لإسـتجابة النباتات للنقص فى الرطوبة الأرضـية فيؤدى كبس سـطح التربة بطأ نفاذية الماء والصرف الجوفى الضعيف ونقص الهواء الأرضى إلى وجود مجموع جذرى سطحى غير كثيف النمو.

المقاومة للجفاف : Draught resistance

يشير تعبير الجفاف Draught إلى نقص الرطوبة المتاحة مما يؤدى إلى نقص المحتوى الرطوبى فى الأنسجة النباتية بدرجة كافية لإحداث ضرر لنمو النباتات بالإضافة إلى التأثير الضار لنقص الرطوبة. وللعوامل الجوية تأثير فى إبراز هذه الظاهرة مثل الرطوبة الجوية النسبية المنخفضة ودرجة الحرارة المرتفعة والرياح السريعة الأمر الذى يؤدى إلى حدوث الذبول المؤقت وقد تتعرض المساحات الشاسعة قليلة الكساء الخضرى ذات الرياح الجافة إلى ما يعرف بالجفاف الهوائى Atmopheric draght والذى غالباً ما يحدث رغم توافر الرطوبة الأرضية بكميات كافية. بالإضافة إلى ذلك فلقد أشار شلفر ١٩٠٣ Shilver إلى ما يعرف بإسم الجفاف الفسيولوجى Physiological Draught الناتج من برودة الأرض أو إرتفاع الضغط الأسموزى لمحلولها. وللفظ الجفاف معنى نسبى يختلف حسب المكان فمثلاً يوضع نظام سقوط الأمطار وتوزيعها أثناء الجفاف فى الإعتبار عند تحديد الظروف الجفافية لمنطقة ما ، ففى المناطق ذات الصيف الجاف فإن الفترات التى تتعرض لها المنطقة للجفاف تكون طويلة وبالتالى يجب أن تتكيف المحاصيل لملائمة هذه الظروف. ويؤدى الرى إلى تفاوت النباتات للتعرض للجفاف وإذا ما نقص الإمداد الرطوبى عن معدله العادى يقل المحصول وعندئذ يمكن القول أنة حالة من حالات الجفاف أو العطش.

ولعل من أكبر الإصطلاحات إستعمالاً فى هذا الصدد المقاومة للجفاف Draught resistance ولقد تعرض هذا التعبير إلى عديد من الإجتهادات والتفسيرات لسنوات عديدة فلقد رأى البعض أن العامل المحدد للمقاومة هو الماء إلا أن الدراسات التالية إفترضت بأن القدرة على تحمل الجفاف هى العامل الرئيسى فى المقاومة للجفاف ويشير ذلك إلى مدى ملائمة النبات ككل للنمو فى الظروف الجافة. أما لفظ Draught harvensy فيصف قدرة أنسجة النباتات أو خلاياه على تحمل الجفاف.

التأقلم للهروب من الجفاف :

يكون موسم الأمطار قصيراً فى المناطق الجافة حينئذ كون الظروف ملائمة لنمو النباتات خاصة الحوليات منها قصيرة العمر حيث تنبت البذور وتثمر قبل جفاف الأرض وبذلك تعتبر هذه نباتات هاربة من الجفاف وليست متحملة له ويمر الجفاف الطويل على النباتات وهى فى صورة بذرة

وتتميز النباتات العصارية بوجود عدد كبير من الخلايا البارانشيمية والفجوات الخلوية تكون كبيرة الحجم ونقص حجم المسافات البينية وبذلك يمكن لكميات كبيرة من الماء أن تتراكم فى تلك الأنسجة لإستخدامها عندما لا تفى الرطوبة الأرضية لإحتياجات النباتات المائية. وحتى يمكن الإستفادة من هذا الماء المخزن بكفاءة أكبر فإن النتح فى هذه النباتات يكون بطيئاً خلال المواسم الجافة.

وتتعدد مظاهر إستجابة النباتات للجفاف التى لخصها Algin فيما يلي:

١-تتناقص كثيراً وظيفة وعمل الثغور فقد تظل مغلقة طول الوقت.
٢-يتزايد محتوى معظم النباتات الجفافية ونصف الجفافية من السكر أثناء الجفاف.
٣-تتقيد عملية التمثيل الكربونى بنقص فتح الثغور ونقص الإمداد الكربونى.
٤-يتزايد معدل التنفس فى معظم النباتات نصف الجفافية.

٥-يتزايد الضغط الإسموزى للعصير الخلوى فى الأوراق عنه فى الجذور وذلك لزيادة التوتر الرطوبى فى الأرض.
٦-يعتبر حجم وشكل الخلية عاملان أساسيان فى تحديد مقاومة النباتات للجفاف.

العوامل المؤدية إلى تقليل الضرر الناتج من الجفاف :

أ- تؤدى برامج تربية النباتات الهامة إلى إيجاد سلالات مقاومة للجفاف وعلى سبيل المثال: فقد أثبت الشعير صنف مريوط تحملاً كبيراً لظروف الجفاف والملوحة فى كاليفورنيا كما أمكن إستنباط صنف آخر يجمع بين صفة تحمل الملوحة والمحصول العالى. كما أن إستنباط صنف القمح Ramona المبكر النضج بنحو ٣٠ يوم يتيح له الفرصة للهروب من الجفاف.

ب- تساعد العمليات الزراعية فى تحسين كفاءة النباتات فى إستخدام الماء ومن العمليات التى تساعد على حفظ التربة للماء: الخطوط الكنتورية - إستخدام المواد المغطية للتربة Soil mulch- الزراعة المبكرة للإستفادة من كل مياه الأمطار شتاءاً - الحرث السطحى ومقاومة الحشائش دون الإضرار بجذور المحاصيل وغيرها من العمليات الزراعية التى تساعد على حفظ الرطوبة.

جـ-تؤدى إضافة الأسمدة إلى زيادة المحصول وبالتالى يتزايد كفاءة استخدام ماء الرى ولقد أوضح ستاند برج وآخرون أن زيادة P_2O_5 من ١٠٠-١٥٠ كجم/إيكر للبرسيم الحجازى فإن كمية الماء اللازمة لإنتاج طن واحد من الدريس نقصت من ١٤,٢إلى ٨ بوصة/إيكر.

- أضرار وفرة عامل الرطوبة :

تؤدى زيادة كمية الماء إلى إحداث أضرار للنباتات. وتختلف كمية الماء العظمى التى تتحملها النباتات تبعاً لنوع النبات. إلا أن معظم الضرر يتم عن نقص التهوية وبالتالى نقص إمداد النبات بالأكسجين. ويؤثر سوء التهوية الناتج من الرى والزائد والصرف الردئ على نمو ووظيفة وكفاءة الجذور وكذلك يؤثر نقص الأكسجين وزيادة ثانى أكسيد الكربون تأثيراً كبيراً على نفاذية الجذر للماء كما تعانى النباتات فى الأراضى الغدقة من ضعف تكوين النترات لذايصبح لونها باهت.

الصفات المكتسبة لمقاومة الجفاف

Adaptive characters for resistance to draught

لقد أدى الإنتخاب الطبيعى إلى الوصول إلى مجموعة من النباتات تعرف بالنباتات الجفافية Xerophytes والتى يلائمها النمو تحت الظروف القياسية الموجودة فى المناطق شبة الجافة.

- ولقد أوضح Opermayer سنة ١٩٦٠ الصفات النباتية المكتسبة لمقاومة الجفاف وهى:

١- نقص حجم وعدد الأوراق.
٢- قوة الأنسجة الحاملة.
٣- زيادة عدد الحزم الوعائية وخاصة الحاملة للماء (الخشب).
٤- النمو الجذرى القوى المتعمق مقارنةً بالمجموع الهوائى.
٥- زيادة معدل التنفس فى النباتات نصف الجفافية.
٦- زيادة تركيز السكريات فى النباتات الجفافية والنصف جفافية.
٧- نقص عمل الثغور وقلة إنفتاحها.
٨- زيادة الضغط الإسموزى للنبات.
٩- زيادة نسبة الماء المفيد بالنبات بالنسبة للوزن الجاف.

ويعتقد حالياً وجود بعض العوامل التى تؤثر على المقاومة للجفاف متضمنة العوامل التى تؤخر التحلل المائى بالأنسجة النباتية مثل كفائة الأسطح الماصة والأنسجة الموصلة للماء ومساحة

وتركيب الورقة وطريقة عمل الثغور والضغط الأسموزى للعصير الخلوى وغيرها من الصفات التى تؤخر الإنحلال المائى بالخلية كما تتفاوت قدرة البروتوبلاست على مقاومة الجفاف.

المحاضرة الثالثة / العوامل البيئية المؤثرة في البيئة النباتية

اولا : الضوء

الضوء هو شكل من اشكال الطاقة الاشعاعية وهو عامل اساس في تحديد الانتاجية الاولية للنبات والذي بدوره تعتمد عليه كل الاحياء الاخرى اما بصورة ماشرة او غير مباشرة.

تمتص البلاستيدات الضوء بالطول الموجي بين ٣٣٠-٧٤٠ نانومتر ولما كان الضوء احد اشكال الطاقة فبالإمكان ان تتحول الى اشكال اخرى مثل الحرارة.

تقاس شدة الضوء بالشمعة candle وان شدة الضوء من شمعة قياسية في مساحة قدم واحدة هي قدم شمعة وان كل قدم شمعة FC تعادل١٠,٧٦ لوكس.

تاثير الضوء على النبات :

يكون تاثير الضوء بحياة النبات باشكال وطرق مختلفة ولعل من اهمها البناء الضوئي ، ويختلف مقدار الضوء الواصل الى النباتات وحسب مواقعها فمثلا في الغابات تكون النباتات التحية تحصل بالكاد على نسبة يسيرة جدا كافية لسد الطاقة اللازمة للتنفس كما تختلف النباتات في حساسيتها للضوء اذ تقسم الى نباتات ظلية او حساسة للضوء sciophytes اي انها تنمو في من مناطق قليلة الشدة الضوئية او نباتات تحتاج شدة عالية من الضوء اي نباتات ضوء عادي heliophytes علما ان بعضها يكون اجباري obligates او اختياري facultative ، ومن اهم تاثيرات الضوء على النبات هي:-

١- توزيع النباتات على سطح الارض
٢- تحديد شكل النبات العام
٣- تحديد موعد تكوين الازهار
٤- تحديد موعد الاثمار
٥- تحديد شكل وتوزيع الاوراق
٦- تحديد وجود او انعدام النبات في طبقات الماء
٧- التاثير على فتح وغلق الثغور
٨- التاقير في كل من انبات البذور وتساقط الاوراق

التواقت الضوئي photoperiodism

تحتاج النباتات للضوء في تحديد موعد التكاثر اذ ان طول فترة الظلام والضوء يحدد ذلك وعليه فهي تقسم الى

١- نباتات النهار الطويل
٢- نباتات النهار القصير
٣- نباتات متعادلة الليل والنهار.

التنفس الضوئي **Photo Respiration**

هو عبارة عن هدم بعض الجليكولات الموجودة فى الخلايا وإنطلاق الطاقة منها وثانى أكسيد الكربون ويستخدم هذا الغاز فى عملية التمثيل الكربونى وتسمى هذه العملية بالتنفس الضوئى حيث تتراوح نسبة $C\ O_2$الموجودة فى الجو إلى ٠,٠٣ %. وكلما زاد التنفس الضوئى كلما إستعاض النبات عن $C\ O_2$الموجود فى الهواء الخارجى وذلك لزيادة تركيزه فى خلاياه.

ثانيا : الحرارة

تعرف الحرارة على انها قياس لمقدار السخونة، وهي كالضوء شكل من اشكال الطاقة وتقاس بوحدة السعرة calorie وان السعرة الواحدة هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء من ١٥,٥ م الى ١٦,٥ م وتقاس الحرارة بدرجة الحرارة اما بالنظام المئوي او الفهرنهايتي.
تلعب الحرارة الدور المهم في تحديد العمليات الفسيولوجية لاي كائن وفي النبات فانها المحدد الاساس لعمليات الايض ولما كان النبات يتاثر بحرارة المحيط فانها ستؤثر بشكل كبير فيه ومن اهم هذه التاثيرات هي:

١- التأثير على معدل التنفس
٢- التأثير على فتح وغلق الثغور
٣- التأثير على النتح
٤- التأثير على كافة الفعاليات الاخرى
٥- تحديد تكوين الازهار وثم البذور فقد وجد ان نبات الحنطة الذي ينمو في فصل الربيع ولم يمر بفصل الشتاء مسبقا سيكون ازهار عقيمة
٦- التواقت الحراري thermoperiodism وهو مهم في تحديد بعض فعاليات النباتات مثل تساقط الاوراق والنمو والتجدد بعد السبات بسبب مرور النبات بفترات تختلف في شدة درجة الحرارة
٧- تحديد نمط النمو الخضري للنبات وبالتالي مجتمعه
٨- التاثي على فعاليات الانزيمات النباتية

اهم الاجهزة المستخدمة في قياس درجة الحارة في البيئة النباتية هي :

١- المحرار الراسم thermograph
٢- المحرار ذو النهايتين العظمى والصغرىminimum and maximum thermometer

ثالثا: الماء

ان دراسة الماء بأشكاله المختلفة يعد امرا مهما جدا في البيئة النباتية لما يلعبه من دور فيها ومن اهم اشكاله هي:

١- الماء الجوي ويشمل كل من بخار الماء والغيوم والضباب وما يسقط على شكل مطر او برد
٢- الماء السطحي وهو المعيار لتصنيف الارض الى بيئة مائية واخرى يابسه
٣- ماء التربة ويشمل ما يكون في مستودع التربة بين جزيئاتها المختلفة الاحجام

تقسم النباتات حسب ما تحتاج اليه من ماء لاكمال دورة حياتها الى :

١- النباتات المائية hydrophytes وهي تشمل تلك التي تحتاج الماء بكميات كبيرة خلال دورة حياتها
ا- نباتات تعيش كامل حياتها بالماء limnophytes
ب- نباتات تعيش في المناطق الضحلة من البحيرات او المجاورة لها amphiphytes .
لقد قسم العالم هيجي في عام ١٩٦٠ النباتات المائية الى:
ا- euhydrophytes النباتات المائية الحقيقة اي ان كل الجزء الخضري في الماء والازهار اما ان تكون في الماء او خارجه
ب- hydatoerophytes اي ان الاعضاء الخضرية تكون جزئيا في الماء
ج- tenagophytes وهي التي تعيش اما في المناطق رطبة او جافة.

تصنيف النباتات المائية :

تصنف اعتمادا على شكل حياتها الى هائمات نباتية phytoplanktons ونباتات مائية كبيرة macrophytes والتي بدورها تشمل كل من:
ا- النباتات المائية حول الحواف marginal emergent
ب- النباتات المائية الغاطسة ذات الجذور القوية submergent rooted
ج- النباتات المائية ذات الجذور الغاطسة والاوراق الطافية rotedd hydrophytes with floating leaves
د- النباتات المائية الطافية floating plants .

التكيفات البيئية في النباتات المائية :

١- تكيفات نباتات الحواف
تتميز تلك النباتات بان جذورها تمتد في مناطق غدقة قليلة الاوكسجين ولما كان التنفس مهم لكل الفعاليات الاخرى في جسم النبات فقد تكيفت تلك الجذور للتنفس اللاهوائي (لا تستخدم الاوكسجين الخارجي) وهي جذور قوية ممتدة في الطين، اما تلك التي تكون في ارض غير مائية ولكن يصلها الماء في بعض الاحيان فانها في تلك الحالة تكون جذور تشبه تلك التي في المناطق الغدقة.

٢- تكيفات النباتات الطافية الحرة:
وهي تشمل كل من:
ا- اختزال الجذور والسيقان او انعدامهما
ب- الاوراق تكون اكثر نمو وهي تقوم بعمل جسم النبات الكامل مع وجود انسجة تمكنها من الطفو.

٣- تكيفات النباتات المائية الاخرى
وتكون هذه التكيفات حسب نوع النبات فالبعض كيفت سيقان مغمورة ذات محتوى عالي من الانسجة المرنة كالألياف وزيادة طول السيقان سيما في السلاميات والجذور تكون قوية ومتفرعة تساعد في التثبيت مع وجود انسجة تسمح بخزن الاوكسجين فيها.

٢- النباتات المتوسطية
وتشمل اغلب النباتات التي تحيط بنا سواء نباتات اقتصادية او نباتات زينة وقد تم التعرف على تكيفاتها في المرحة السابقة عند دراسة تشريح النبات.

٣- النباتات الصحراوية
ومن اهم تكيفاتها سمك طبقة الكيوتكل وتحور الثغور للحد من فقدان الماء مع وجود الانسجة الخازنة له في الساق او الاوراق وصغر حجم النبات وموسمية اغلبها حسب فصل الامطار وقصر دورةالحياة او زيادة الانسجة الساندة في الساق وهذا المجموعة تقسم الى:
١- النباتات الصحراوي التي تنمو على الرمل psammophytes

٢- النباتات الصحراوية التي تنمو على الصخور lithophytes
٣- النباتات الصحراوية التي تنمو على الترب الباردة جدا psychrophytes
٤- النباتات الصحراوية التي تنمو في المناطق المالحةhalophytes

تستطيع النباتات الملحية ان تجابه او تهرب من الظروف الصحراوية المتمثلة بالجفاف من خلال احد الطرق التالية:
ا- نباتات صحراوية تهرب من الجفاف داخليا وخارجيا (اي تنمو في فصل المطر)
ب- نباتات صحراوية تهرب من الجفاف خارجيا (اي تكيفاتها خارجية)
ج- نباتات تهرب من الجفاف بتكيفات خارجية وداخلية معا.

٣ـــالرياح

تعد الرياح عامل مهم في البيئة النباتية وتنتج حركة الرياح من عدة وامل بيئية اخرى كالحرارة والضغط الجوي والطبيعة الجغرافية للمنطقة. وتؤثر الرياح بحياة النبات بطرق مختلفة اهمها:-

١- النشر Disperdal: وهو يكون اما بشكل

أ- حبوب اللقاح : ولقد تكيفت النباتات جيد للتلقيح عن طريق الرياح anemophily pollinationاذ ان العملية تحصل بمجرد وصول حبة طلع الى ميسم الزهرة والذي يمكن ان يكون بنفس الزهرة او بين ازهار مختلفة وما يساعد على ذلك صغر حجم حبوب اللقاح وقلة وزنها.

ب- الثمار والبذور : وكثيرا ما يلاحظ نقل ثمار او بذور نباتات الى مناطق اخرى لتكون نمو جديد وهو مهم جدا في البيئة النباتية ، وان البذور تكون متكيفة للحمل بالهواء من خلال اما وجود زوائد مسطحة تسهل حملها او وجود زغب يساعد حملها او تكون ذات شكل كروي يسهل تدحرجها.

٢- تاثير الرياح على تركيب النبات وهو يشمل كل من:
أ- حجم النبات اذ وجد ان الرياح تعمل على تقليل ارتفاع النبات وصغر حجمها وقلة انتفاخ الانسجة بالماء.
ب- الشكل العام للنبات.
ت- تشريحيا اذ تزيد النباتات المعرضة للرياح من محتوى الانسجة الساندة كالخشب والالياف.
ث- تكيف النباتات الصحراوية للرمال المتحركة من خلال تكوين سيقان طويلة وجذور قوية ممتدة عميقة لمجابهة الطمر المستمر بالرمال.
ج- التنفس وهو يزداد بفعل الرياح.

٣- تاثير الرياح على بيئة النبات وهو يشمل:
أ- اتساع رقعة الصحاري
ب- زيادة تساقط الامطار.

٤- التربة

ان التربة نظام معقد يشمل كل من المادة المعدنية والمادة العضوية واحياء التربة ومحلول التربة وهواء التربة ، ويطلق على علم دراسة التربة pedology. وان اي تربة في اي منطقة تعتمد في الاساس على طبيعة الصخور التي تكونت منها ومدى ميل التربة ومدى تغاير المناخ وطبيعة الاحياء فيها واخيرا مدى تدخل الانسان بها.

ان المادة المعدنية يمكن ان تتاثر كثيرا بالتعرية والتي بدورها اما تكون فيزيائية او كيميائية او حياتية.
اما مصطلح نسجة التربة فيطلق لوصف ما تحتوية من نسب مئوية لكل من الرمل والغرين والطين والتي تصنف اعتمادا على حجم وقطر جزيئاتها.
اما محلول التربة فه يشمل واحد او اكثر مما ياتي:
أ- الماء الهيكروسكوبي :ويكون بشكل شريط رقيق حول جزيئات التربة.
ب- الماء الشعري: وهو مرتبط بالثقوب الشعرية للتربة.
ت- الماء الارضي: ويوجد في ثقوب التربة غير الشعرية.
ث- بخار الماء: وهو يسمى soil atmosphere.

اما اهم اشكال الرطوبة في التربة soil moisture فهي تشمل:
أ- Stiky point اي مقدار الماء اللازم لجعل التربة الجافة مشبعة بالماء
ب- Humidity content اي نسبة الرطوبة في التربة ويحسب من وزن ١٠٠ غم تربة ثم تجفف تلك التربة ٢٤ ساعة بدرجة ١٠٥ م وتوزن من جديد ويحسب الفرق كنسبة مؤية.
ت- Field capacity اي كل ما يوجد في التربة من ماء وهو يتاثر بالجاذبية الارضيية
ث- Humidity coefficient
ج- مكافئ الذبول اي المقدار الذي وجد الماء به فلن يستطيع النبات النمو من جديد حتى بعد توفر الماء

٤_ الحرائق
وهي عامل شائع الحدوث طبيعيا في البيئة وهي ثلاثة انواع:
أ- الحرائق التاجية crown fire ومن التسمية فانها تشمل الجزء العلوي من الاشجار ويمكن ان تسمى حرائق الغابات.
ب- الحرائق السطحية او تسمى less tstructive fire وتكون اكثر سرعة
ت- الحرائق الارضية ground fire وتحدث في الطبقات الارضية من المكان او المناطق المندفنة بما يتساقط من الباتات .

تاثير الحرائق على نظام التربة :

ان تاثير اي حريق يتاثر الامور الاتية:
أ- كمية الحرارة المنبعثة
ب- نوع الحريق
ت- ظروف الطقس
ث- طبوغرافية المنطقة

ومن اهم تاثيرات الحرائق هي:-

١- تقليل رطوبة التربة
٢- تحويل المادة العضوية الى مواد ابسط
٣- رفع درجة الحرارة
٤- قتل الاحياء المفيدة كالبكتريا ودودة الارض
٥- زيادة الاس الهيدروجيني والقواعد المعدنية في التربة

التكيفات البيئية ضد الحرائق

١- بعض الاشجار سيما الصنوبر تكون مواد تقاوم الحرائق او الحرارة العالية مع زيادة طول النبات لتقليل تاثير الحريق
٢- تكوين براعم سبات كما في اشجار اليوكالبيوز في المناطق لتي تتعرض لحرائق مستمرة
٣- بعض شجيرات اوربا واسيا طورت براعم في اعضاء خاصة تشبه براعم السبات
٤- مقاومة الحريق من خلال تقليل محتوى الزيت وزيادة نسبة الماء
٥- تكوين بذور ذات محافظ صلبة تمنع وصول تاثير الحرارة عليها سيما عندما تكون تحت التربة
٦- تقليل التنافس على المصادر اذ ان الحرائق تزيل الانواع غير المتكيفة للحرائق.

العلاقات الاحيائية في البيئة النباتية

ان النباتات الخضراء احياء غير معتمدة أي انها تنتج غذائها بنفسها وتعتمد عليها باقي الاحياء غير عندما ننظر اليها بيئيا نجدها متأثرة بصورة مباشرة وغير مباشرة بتداخلات بين العلاقات الاحيائية لان أي كائن هو ليس بمعزل عن الاحياء الاخرى ولذلك فهو مؤثر ومتأثر بالأحياء. ومن هذه العلاقات مايأتي:-

١- Symbiosis : وهو تشارك نوعين مختلفين من اجل الحصول منفعة جيدة للاثنين وهو اكثر شيوعا في البيئة الحيوانية منه في النباتية ولكن يمكن ان يوجد في الاخيرة بشكلين هما disjunctive s. عندما تتشارك النباتات بصورة غير متلاصقة كالظل ال١ي توفره الاشجار للنباتات الصغيرة او يكون conjunctive s. عندما يحصل اقتران بين النباتات كوجود البكتريا المثبتة للنتروجين في داخل جذور البقوليات.
٢- Mycorhizal r. وهي علاقة بين هايفات الفطريات وجذور الاشجار الكبيرة وهي غير ممرضة فقد وجد في دراسة المخروطيات انها تستفاد كثيرا من الفطريات في الحصول على المواد الاولية. وان الفطريات يمكن ان تكون خارجية ectotrophic او داخلية endotrophic.
٣- Lichens r.
٤- Parasitic r. اي تطفل حيوان على نبات
٥- Epiphytism r. أي عندما ينو كائن اخر على جسم النبات وهي شائعة في المناطق المعتدلة والاستوائية.
٦- Lienas ظاهرة شائعة في الغابات المطيرة حيث ان الضوء الواصل لارضية الغابة قليل فيكون نمو سيقان النباتات الارضيه رهيف مما يضطرها الى ان تستند على سيقان الاشجار العالية .
٧- Carnivorous plant بعض النباتات متخصصة بانتاج انزيمات تهضم بعض الحيوانات بمساعدة خلايا حسية جدا في اوراقها مما يجعل الاوراق سريعة الانغلاق على أي جسم يلامسها كالحشرات
٨- Competition وهو تنافس الاحياء على شيء ما وفي الباتات يمكن ان يكون على الضوء او المغذيات او غيرهما، وهو اما يكون بين افراد النوع الواحد intraspesific c. او يكون بين افراد تعود لانواع مختلفة interspesific c. ، وهناك ثلاث انواع من التنافس:
أ- الموجب أي افراد نوعين تتنافس في منطقة محددة
ب- السالب أي افراد نوعين تتنافس في مناطق منعزلة
ت- العشوائي أي التنافس يشمل الحالتين اعلاه
وينتج من التنافس بعض الحالات مثل amnsalism أي تقوم الاحياء المتنافسة بانتاج مضادات حياتية للانواع الاخرى وهو يلاحظ في البكتريا اما النباتات الراقية فتنتج مواد مثبطة لنمو انواع اخرى تسمى allelochemicals كغسول اليوكاليبتوز والصفصاف التي تمنع نمو نباتات اخرى.

الرعي والحراثة :-

ان ظاهرة الرعي على النباتات واسعة الانتشار وغالبا ما تكون مقبل الحيوانات الرعوية وهي مهمة جدا في تنظيم التنافس وحجم وشكل المجتمع النباتي فهي تقلل التنافس اذ تقلل افراد النوع الواحد كما تقلل القدرة التكاثرية من خلا تقليل فرص تكوين بذور ناضجة ولكن تزيد من فرص انتاج البراعم والرايزومات لاجل التكاثر ما يضمن التعاقب كما يؤثر الرعي على تعرية التربة اذ ان الامطار والرياح ستؤثر بصورة مباشرة على الارض الجرداء كما يزيد الرعي من فرص نقل البذور من منطقة لاخرى.

دور الحيوانات في تلقيح ونقل بذور وثمار النباتات :-

تتم عملية تلقيح النبات بنقل حبة لقاح الى ميسم زهرة وان هذه العملية ان تمت بالحشرات سميت entomophily pollination اما ان تمت بواسة غيرها من الحيوانات سميت .zoophily p
ومن اهم الحشرات اهمية في التلقيح هي نحل العسل. ويمكن ان تنتقل بذور النباتات من مكان لاخر عن طرق الحيوانات اما مع برازها او من خلال ان تلتصق باجسام تلك الحيوانات فضلا عن دور الانسان الفعال بنقلها.

المحاضرة الرابعة / المناخ

يمكن تقسيم المناخ فى المناطق الحارة إلى الأقسام التالية :-

١-**إستوائي :** يمتد فى شكل حزام ما بين خطى عرض ٥ شمالً وجنوب خط الإستواء ويتميز هذا المناخ بوفرة كمية المياة الساقطة وإنتظام سقوطها على مدار السنة مع وجود موسمين محدودين تصل فيها كمية المطر إلى حدها الأقصى ويبلغ المتوسط السنوى لكمية الأمطار الساقطة ما بين ٢٠٠٠: ٣٠٠٠ مم حيث أن كمية المطر الساقطة خلال أى موسم تزيد عن كمية الماء المفقودة عن طريق الندح والتبخير فلذلك يوجد دائماً فائض من الرطوبة الأرضية لصالح النبات. ودرجة رطوبة الجو النسبية مرتفعة ومتوسط درجة الحرارة الشهرى حوالى ٢٨ ° م ويبلغ المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة الكبرى ٣١ ° م والصغرى ٢٥ ° م مع حدوث تغيرات صغيرة أثناء السنة ويبلغ طول النهار حوالى ١٢ ساعة تقريباً وذلك على مدار السنة ويوجد مثل هذا المناخ فى الكوتفو وأحواض الأمازون والجزر الكاربية وأندونسيا والملايو .

٢-**حار :** ويوجد هذا النوع من المناخ على كل جانب من جانبى الحزام الإستوائى السابق زكره وتسقط الأمطار خلال موسم واحد فى السنة ولذلك يتميز هذا المناخ بوجود موسم جفاف قد يطول إلى خمسة أو ستة أشهر وتطول فترة الجفاف هذه كلما أبتعدنا عن خط الإستواء. ومتوسط كمية الأمطار السنوية تقل عادة عن كمية الأمطار الإستوائية وتتراوح مابين ١٥٠٠ –٢٣٠٠ مم وهنا تزيد كمية الأمطار الساقطة عن كمية الماء المفقودة عن طريق الندح والتبخير ولكن بدرجة أقل عما فى المناخ الإستوائى . وهناك موسم ذو درجات حرارة مرتفعة وآخر ذو درجات حرارة منخفضة ويبلغ الفرق بين أشد الأشهر حرارة وأشدها برودة حوالى ٦ ° م ويوجد هذا النوع من المناخ فى القارة الأفريقية وجنوب أمريكا . ويعتبر جنوب السودان نموذجاً لهذا النوع من المناخ لدرجة أنه يشار إليه فى المراجع العلمية بمناخ السودان.

٣-**منون :** وهو يشبه مناخ المناطق الحارة إلا أنه يتميز بوجود ثلاث مواسم واضحة . موسم بارد يتبعه سقوط الأمطار بدرجة خفيفة مع إرتفاع درجة الحرارة تدريجياً ثم الموسم الممطر حيث تسقط فيه معظم كمية الأمطار والتى تتراوح ما بين ١٢٥٠- ١٥٠٠ مم فى العام وتبلغ فترة

الجفاف ما بين ١-٤ أشـــهر ويوجد هذا النوع من المناخ فى البلاد المتاخمة للمحيط الهندى الموجودة فى جنوب وجنوب شرق آسيا .

٤-**صحراوي :** يوجد هذا المناخ خارج أحزمة الضغط العالية لمدارى السرطان والجدي حيث تبدأ المناطق الجافة الواقعة تحت المناخ الحار أو مناخ المنون فى التحول تدريجياً إلى مناخ صحراوى شديد الحرارة والجفاف والأمطار هنا غير موسمية وتوجد فترات طويلة خالية من المطر وقد تصـــل درجة الحرارة فى بعض المناطق إلى ٥٠ ° م والصـــحارى الموجودة على إرتفاعات عالية فوثق مســـتوى ســـطح البحر تمتاز بليل بارد نوعاً وهناك مجموعتان من الصحارى الأولى تعرف بالصحارى الساخنة مثل الصحارى الكبرى وصحراء كالاهارى فى إفريقيا والصـــحراء العربية والصـــحراء الكبرى فى أســـتراليا – والمجموعة الثانية تعرف بالصـحارى الباردة وتوجد على إرتفاعات متوسـطة فوق مسـتوى سـطح البحر مثل صـحراء كولورادو .

٥-**جبلي :** كل إرتفاعات فوق مسـتوى سـطح البحر قدرة ١كم يؤدى إلى إنخفاض درجة الحرارة بمعدل ٦ ° م ومن ذلك نرى أنه كلما إزدادت المناطق فى إرتفاعها كلما إنخفضت درجة حرارة الجو السـائدة وتزداد كمية الأمطار السـاقطة إلى أن تصـل إلى الإرتفاع التى تتكون فيه الثلوج التى تقع على إرتفاع قدرة حوالى ٤٠٠٠ أو ٥٠٠ متر وعلى إرتفاع حوالى ٢٠٠٠ متر يبدأ الصقيع فى الظهور.

المناطق ونباتاتها الطبيعية : Areas and their natural vegetation

١-**الغابات الممطرة :** وتوجد هذه فى المناطق الحارة ذات الرطوبة العالية وذات مناخ إســـتوائى وتوافر كل من الماء والرطوبة الجوية يسبب نمو أشجار خشبية النوع بغزارة لدرجة أنها تصل إلى ٣٠م فى إرتفاعها وقد تكون الغابات كثيفة جداً لدرجة تمنع مرور الضـــوء إلى الأرض مما يجعلها مظلمة دائماً وإذا تمكن الضـوء من الوصـول إلى الأرض فإن ذلك يسـاعد على نمو بعض الطحالب والمساحات الكلية المغطاه بالغابات الآن آخذة فى التناقص بصفة مستمرة وذلك بالنسبة لتدخل الإنسـان عن طريق ما يعرف بالزراعة التنقلية أو زراعة المحاصـيل الدائمة والتى سـنتكلم عنها فيما بعد . ومعظم الغابات الموجودة الآن عبارة عن غابات ثانوية أى أن الأشجار بعد قطعها والتخلص منها عادت إلى النمو مرة أخرى ومناطق الغابات هذه تزرع عادتاً بالمحاصيل المعمرة مثل المطاطا والكاكاو وجوز الهند ونخيل الزيت حيث أن هذه المحاصـــيل تحتاج إلى جو رطب حار كما أنها لا تحتاج إلى فترة معينة لجمع المحصـــول للحشـــائش النامية بين هذه المحاصـــيل يصعب مقاومتها عادتاً وذلك لسرعة وقوة نموها تحت هذه الظروف الطبيعية .

٢-**مناطق الحشائش الحارة :** و تنمو فيها الأنواع المعمرة من الحشائش والتى قد تصل فى طولها إلى ٨٠ سم وأكثر وتنمو فى هذه المناطق بعض الأشجار وهذه الأشجار لا تكون مركزة كما فى حالة الغابات الممطرة بل تكون مبعثرة فى جهات مختلفة وتنمو الحشـائش بسـرعة أثناء موسـم المطار ولكنها تتعرض للجفاف والذبول أثناء موسـم الجفاف وسـبب عدم نمو الأشـجار بدرجة كثيفة هو أن هذه المناطق تكون معرضـــة لرياح شـــديدة قوية مما يعوق من نمو الأشـــجار وهذه المناطق تعرف عادتاً بأســـم الســـافانا والتى توجد فى حزام عريض بالقارة الفريقية ما بيت خط عرض ١٠و ١٨ ° شـــمالً ممتدة من المحيط الأطلنطى إلى المحيط الهندى وفى جنوب وســـط أفريقيا وشمال وشرق أستراليا وفى جنوب أمريكا وهذه السافانا تكون عرضة للحرائق دائماً أثناء فصـــل الجفاف. ونباتات المنون تختلف عن مثيلاتها فى الغابات الممطرة وقد تكون أحياناً كثيفة جدا لدرجة يصـعب إختراقها وهذه الغابات تكون جافة نسـبياً وتتكون من أشـجار قصـيرة نوعاً تصل فى طولها مابين ٩ : ١٨م.

ونباتات الصـــحارى توجد فى المناطق التى يقل فيها معدل المطر عن ٤٠٠مم ســـنوياً وتبدأ هذه النباتات فى الظهور خارج المناطق الســـابق ذكرها ونباتات تكون مقاومة للجفاف والتى من أهم أنواعها هو الصبار .

الأنظمة الزراعية السائدة فى المناطق الحارة وتحت الحارة :

١-الزراعة المطرية الدائمة:

هذا النظام يعتمد اعتمادا كلياً على كمية مياه الأمطار الساقطة أى لا تكون أى وسائل للرى الصناعي وتحت هذا النظام لا تترك الأراضي بوراً وهناك تقسيم واضح بين الأراضي الصالحة لإنتاج المحاصيل المختلفة والأخرى التى تتمكن من إنتاج محاصيل العلف المختلفة . والمحاصيل الزراعية السائدة هى عادة محاصيل حولية أو معمرة مثل الأشجار المختلفة ومن أهم المحاصيل التى تنتج تحت هذه الظروف هى محاصيل الذرة وأنواع مختلفة من البقوليات والبطاطس والدخن وكثير من الخضراوات وكذلك الأرز ويمكن زراعته تحت هذه الظروف وقد تزرع عدة محاصيل مختلطة مع بعضها كما يشاهد فى كينيا حيث يوجد فى مساحة واحدة المحاصيل الآتية ناحية مختلفة تماماً مع بعضها أو كل نوع معين فى صف معين و هذه المحاصيل كانت عبارة عن الذرة وأنواع مختلفة من البقوليات من أهمها الفول العادى واللوبيا بينما كان هناك خليط أيضاً من أشجار الفاكهة مثل المانجو والموز. والطريقة المبدئية للزراعة هى عبارة عن تجهيز الأرض قبل حلول الأمطار أو عند بدء موسم الأمطار وذلك بحرثها ثم زراعة الذرة مباشرة نثراً وبعد إنبات النباتات يزرع بينها نوع من الفول المبكر وبعد إنبات هذا المحصول يزرع نوع متأخر من الفول أيضاً أو اللوبيا وبعد إنبات هذه النباتات تزرع البطاطا وكل هذه المحاصيل توجد فى قطعة واحدة وأول محصول يحصد فى هذه الحالة هو الفول المبكر ثم الذرة والفول المتأخر ثم البطاطا فاللوبيا وعندما يكون موسم الأمطار متداخل أى تسقط الأمطار على فترات معينة يتبعها فترة جفاف تستمر إلى شهر أو أكثر فتتبع الزراعة المعروفة بالتتابع أى بعد حصاد محصول معين يبدأ بزارعة المحصول التالى وهكذا.

وفى هذا النظام تستعمل الأسمدة وبدرجة غير كافية لسد حاجة المحاصيل المختلفة أو حتى محصول واحد ومعظم الأسمدة المستعملة هى الأسمدة العضوية كمخلفات المنازل والتى تستعمل مباشرة فى تسميد محاصيل الخضر أو الأسمدة البلدية أو الأسمدة العضوية الصناعية وتستعمل الأسمدة الكيماوية فى تسميد المحاصيل التجارية فقط . ويكون الإنتاج الحيوانى عامل مهم من عوامل الإنتاج الزراعى فى المناطق الممطرة وذلك لتوفير اللحم واللبن وأيضاً كعامل لجر الآلات الزراعية المختلفة.

٢-المحاصيل المعمرة :

هذه المحاصيل تزرع عادة فى مناطق الغابات الممطرة والسافانا الممطرة أيضاً حيث تزرع نباتات شجرية مثل الشاى والبن والكاكاو أو شجرية مثل جوز الهند أو المطاط ونخيل الزيت وكل هذه النباتات تستمر فى إعطاء محصولها لسنوات عديدة وهى جميعها ذات أهمية تجارية كبيرة ويمكن إعتبار قصب السكر والأناناس ونبات السيسل من المحاصيل المعمرة أيضاً ولو أنها لا تشغل الأرض لفترات طويلة مثل المحاصيل السابق ذكرها وجميع هذه المحاصيل تزرع أما فى مزارع صغيرة أى يمكن صغار الزراع أو فى مزارع كبيرة يمتلكها كبار المزارعين أو شركات معينة .

ويمكن تقسيم المحاصيل المعمرة إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

١-محاصيل حقلية معمرة:

مثل قصب السكر والأناناس والسسل والموز وكل هذه النباتات لا تعتبر شجرات أو أشجار وإنما تحتاج إلى عمليات زراعية خاصة ويمكن إعتبارها وسطا بين المحاصيل الزراعية العادية ومحاصيل الأشجار وغذا ما زرعت مثل هذه المحاصيل بغرض التصدير فإنها تزرع دائماً فى مساحات كبيرة جداً . وذلك لضرورة إجراء معظم العمليات الزراعية آلياً حتى يمكن إعدادها وتجهيزها للتصدير فى الوقت المناسب للمحافظة على جودة الصنف لإمكانية التنافس فى الأسواق العالمية ولذلك فإن أهم العوامل الإقتصادية المحددة للتسويق فى زراعة هذه المحاصيل

هى توفر الأسواق الخارجية مع ضرورة وجود شبكات الطرق المختلفة محلياً للعمل على سرعة النقل والتصدير.

٢-محاصيل الشجيرات:

ويمثلها كل من الشـــاى والبن والكاكاو والتى يمكن إســـتمرار زراعتها فى نفس الأرض لمدة أطول كثيراً من المحاصـيل السـابق ذكرها. وتختلف محاصـيل الشـجيرات عن محاصـيل الأشـجار فى إحتياجاتها إلى مجهود كبير وذلك لمقاومة الحشـائش و إجراء عمليات التقليم وهذه الشجيرات لابد من تجهيز وإعداد محصولها للإستهلاك التجارى فى خلال فترة قصيرة بعد جمع المحصول وإلا تعرضت للتكلف وبالتالى تدهور قيمتها التجارية وهذه المحاصيل تصدر منتجاتها إلى الأسواق العالمية.

٣-محاصيل الأشجار:

مثل المطاط وجوز الهند ونخيل الزيت وهذه تتميز بأن دورة حياتها أطول كثيراً من المحاصيل السابق ذكرها وعندما تبدأ هذه الأشجار فى إطاء محاصيلها المختلفة فإنها تحتاج إلى مجهود عملى أقل كثيراً من ذلك الذى يبذل فى العناية بالمحاصيل الشجرية.

وزراعة المحاصيل المعمرة موزعة فى جهات كثيرة من المناطق الحارة كما يتضح ذلك من الأمثلة الأتية:-

١-مزارع قصب السكر المنتشرة فى جميع جهات المناطق الحارة تقريباً.
٢-مزارع الموز فى أمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا.
٣-مزارع السيسل فى شرق أفريقيا وأندونسيا ومدغشقر.
٤-مزارع الشاى فى الهند وسريلانكا وشرق أفريقيا.
٥-مزارع المطاط فى ليبريا والملايو وسريلانكا وأندونسيا.
٦-مزارع نخيل الزيت فى غرب أفريقيا والملايو وأندونسيا.
٧-مزارع البن فى البرازيل وأنجولا وكينيا.
٨-مزارع جوز الهند فى الملايو وسريلانكا وأندونسيا والهند والفلبين.

والمحاصيل المعمرة تزرع عادة متوفرة فى مساحات كبيرة والتى تديرها شركات معينة وذلك للأسباب الأتية :-

١-الإهتمام بإنتاج أكبر كمية ممكنة من محصول معين سواء للتصدير أو التصنيع.
٢-الزراعة المنفردة لا تحتاج إلى عمال مهرة حيث يمكن تدريب العمال العادين على العمليات الزراعية المختلفة التي يحتاجها المحصول المزروع.
٣-ســهولة إختيار المســاحات الكبيرة اللازمة لزراعة المحاصــيل المعمرة والتى تكون عادة فى حالات غابات طبيعية مما يلزم معه تقطيع الأشــجار وإزالتها ثم تنظيف الأرض من بقايا الجذور والجذوع وكل هذه العمليات يمكن إجراؤها آلياً وبطريقة إقتصــادية. وأحيانا تزرع محاصــيل أخرى مختلطة مع المحاصيل المعمرة كزراعة الموز تحت أشجار جوز الهند أو زراعة محاصيل أخرى مثل الذرة والفول السودانى والبصل مع أشجار البن كما أن هناك أيضاً كميات كبيرة من هذه المحاصـيل ينتجها الزراع وذلك مثل مزارع الكاكاو وفى كلاً غانا ونيجيريا ومزارع المطاط فى الملايو ونيجيريا وسـريلانكا ومزارع البن فى كولومبيا وسـاحل العاج وسـريلانكا ومدغشـقر ومزارع نخيل الزيت فى غرب أفريقيا ومزارع جوز الهند فى الفلبين وفنزويلا ومزارع الموز فى وسط أفريقيا وأمريكا الجنوبية حيث يعتمد إنتاج كل هذه المحاصـيل على صـغار الزراع وفى هذه الحالات يقوم صغار الزراع بزراعة المحاصيل الغذائية اللازمة لإستهلاكهم الشخصى مثل المحاصيل الجذرية والكسافة والأرز والذرة والفول جنباً إلى جنب هذه المحاصيل المعمرة.

المميزات العامة لزراعة المحاصيل المعمرة :-

١-تعمل على إســتقرار المزارعين والتشــجيع على إســتثمار رأس المال لإنشــاء الطرق وإقامة المخازن اللازمة ومقاومة الآفات المختلفة.

٢-إنتاج هذه المحاصيل يكون عادة مرتفعاً مما يشجع على إستعمال الأسمدة المختلفة وبالتالى المحافظة على خصوبة الأرض من التدهور هذا علاوة على أن زراعة هذه المحاصيل لا تستلزم إجراء عمليات زراعية بصفة مستمرة إذا ما وصلت إلى حالة النضج كما هو عكس الحال فى زراعة المحاصيل السنوية التي تتطلب إجراء العمليات الزراعية المختلفة كل عام ومعظم المحاصيل المعمرة تظلل الأرض وتقلل من حدة أثر قطرات مياه الأمطار فى إصطدامها بالتربة وبالتالى تعرضها للإنجراف مما تصبح معه الطبقة السطحية من التربة ذات خصوبة عالية دائماً.
٣-يمكن إستغلال الأراضى التي لا يمكن زراعتها بالمحاصيل السنوية كالأراضى شديدة الإنحدار والتى تزرع فيها عادة الموز أو الشاى أو الأراضى الصخرية الصالحة لزراعة المطاط والسيسل فى المناطق التي لاتتوافر فيها الأمطار أو زراعة جوز الهند على الشواطئ الرملية ذات الملوحة العالية.
٤-ولو أن المحاصيل المعمرة تحتاج إلى عمل يدوي بدرجة كبيرة إلا أن هذا العمل يكون موزعاً على مدار السنة مما يسهل إجراؤه وحيث أن العائد المالى من هذه المحاصيل يكون عادة مرتفعاً فإن ذلك يشجع المزارعين على العمل.
٥-النواتج النهائية للمحاصيل المعمرة عبارة عن نواتج سهلة النقل والتخزين وذات قيمة تجارية عالية بعد تصنيعها وتصنيعها يستلزم إقامة المصانع اللازمة لهذا الغرض مما يؤدى إلى إستخدام أهالى المنطقة فى هذه المصانع وكذلك يحتاج الأمر إلى تحسين أو إقامة شبكة الطرق اللازمة لنقل هذه النواتج من أماكن إنتاجها إلى أماكن تصنيعها ثم إلى أماكن تصديرها وتستفيد الأهالى أنفسهم من هذه الطرق نظراً لسهولة حركة تنقلاتهم ولعل هذه العوامل تعمل على تحسين الحالة الإقتصادية للأهالى بدرجة أكبر من زراعة المحاصيل السنوية.

نقاط الضعف فى زراعة المحاصيل المعمرة :-

١-الإحتياج إلى رأس مال إستثمارى كبير وذلك لأن هذه المحاصيل لا تصل إلى طاقتها الإنتاجية المرتفعة إلا بعد مرور عدة أعوام من زراعتها مما يستلزم تمويل المزرعة والعناية بالنباتات المزروعة وفى نفس الوقت لا يكون هناك أى عائد مالى للمزارع طوال هذه المدة.
٢-كثير من هذه المحاصيل المعمرة تحتاج إلى سرعة تصنيعها و تعرضت لأنواع مختلفة من التلف مما يقلل من قيمتها التجارية.
٣-إتمام العمليات الزراعية المختلفة فى وقتها المناسب وبدرجة عالية من الإتقان لأن هذه العمليات لها أثر كبير على النباتات المعمرة يمتد إلى عدة سنوات فمثلاً إذا لم تبذل العناية الكافية بالنباتات الصغيرة أو عدم مقاومة الآفات المختلفة فى أوقاتها أو إجراء بعض العمليات الزراعية كالتقليم مثلاً بطريقة خطأ فإن ذلك يضعف النباتات وبالتالى تؤدى إلى قلة إنتاجها التي قد يستمر إلى أعوام طويلة بينما إذا أهملت هذه العمليات فى المحاصيل السنوية فإن هذا الأثر السيئ يزول بإنتهاء الموسم الزراعية ويمكن تصحيح الأخطاء الزراعية فى العام الزراعى التالى.
٤-يصعب إجراء بعض العمليات الزراعية التي تحتاج إلى أيدى عاملة كثيرة بواسطة الألات كما فى حالة القطن وأوراق الشاى أو جمع ثمار البن والتى تتم يدوياً حتى الآن.

المحاضرة الخامسة / العلاقة بين المحصول والكائنات الحية بالبيئة

يعتبر الحقل بيئة يسكنها مجتمع يتكون أساساً من المحصول والكائنات الحية النباتية والحيوانية الأخرى ول يعيش المحصول بالحقل مستقلاً عن الكائنات الحية الآخرى المحيطة به ويؤثر كل من هذه الكائنات فى البيئة التي يعيش فيها ويتأثر بها وكل منها يتنازع ليحافظ على نوعة وبقاؤة ويتوقف ذلك على مدى صلاحية البيئة التي يعيش فيها الكائنات الحية ومدى إستجابة الكائنات الحية وقدرتها على التغير والتحرير فى شكلها وتركيبها وطبيعة نمو ها بتغير الظروف البيئية ويتوقف إنتشار هذه الكائنات بالأرض على درجة الحرارة والرطوبة والمادة العضوية التي تلزمها وحموضة الأرض وغير ذلك من العوامل.
ويؤدى إعداد إعداد الأرض للزراعة ، وطرق العناية بالمحصول بعد زراعتة إلى خلق بيئة مناسبة لنمو المحاصيل وتؤثر هذه العوامل على إنتشار الكائنات الحية بالحقل وتوجد علاقة بين الكائنات الحية الموجودة بالأرض وبعضها البعض ويربط المحصول بالحقل والكائنات الحية الأخرى علاقة تختلف بإختلاف الكائنات ويمكن تقسيم هذه العلاقة بين المحصول والكائنات الأخرى إلى قسمين مهمين وهما (تبادل المنفعة ، التضاد بالإضافة إلى الحيادية أى عدم وجود تأثير لأى من النوعين على الأخر). وينقسم كل منهما إلى انماط مختفة من المعيشة كما يلي:

أولاً: تبادل المنفعة Symbiosis ويشمل:
١-المشاركة: Mutualism
٢-المعايشة أو الضيافة: Commensalism
ثانياً: التضاد: Antagonism ويشمل:
١-تضاد الحيوية: Antibiotic
٢-الإستغلال: Exploitation ويشمل:
-التطفل: Parasitism
-الإفتراس: Perdation
٣-التنافس: Competition

أولاً: تبادل المنفعة:

يتضمن تبادل المنفعة معيشة نوعين من الكائنات الحية ، بشرط إستفادة أحدهما أو كليهما من وجود الأخر مع عدم حدوث أدنى ضرر لأى منهما. وينقسم تبادل المنفعة تبعاً للفائدة التي تعود على كلاهما أو على أحدهما إلى:
١-المشاركة ٢-المعايشة أو الضيافة

التنافس Competition

أعلن مالتس Malts عام ١٧٩٨ نظريته فى السكان والتى تقول أن عدد السكان يتزايد تبعاً لمتوالية هندسية بينما الزيادة فى المادة الغذائية تتبع متوالية عددية الأمر الذى يؤدى ولا شك إلى تعرض السكان فى مرحلة من الحياة إلى أخطار المجاعة. ولم تحظى هذه النظرية بالإهتمام المناسب لفترة قرن تالى لها وقد تأخر تحقيق هذه النظرية بسبب الثورة الصناعية التى أتاحت إمكانيات كبيرة بتطوير الزراعة وإستزراع مناطق شاسعة وخلق سوق غذائية عالمية. أما فى الأونة الأخيرة تواجه الشعوب مأزق وخطر زيادة السكان والتى يتضائل أمامها أى زيادة فى الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل سواء كان ذلك بخلق تراكيب وراثية جديدة أو بتطوير أساليب الإنتاج. ويجب أن نسلم بأن مشكلة التزايد السكانى تزداد إستحكام فى ضوء التغيرات البيولوجية التى دفع هذا التزايد إلى شغل أى موارد يمكن إستغلالها.

وقد إستدعى موضوع التنافس إهتمام المشتغلين ببيئة المحاصيل حيث إستعرض Clements et al. الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد وعرض فى دراسته الكلمة التى قالها Decandle, 1820 وهو أول من عرف التنافس بأن جميع النباتات الموجودة فى مكان معين فى حالة حرب بعضها من بعض. ولقد حدد Clements بدء حدوث ظاهرة التنافس عند عدم توافر إمداد مناسب لأى عنصر من عناصر البيئة بحيث لا يفى بإحتياجات النباتات فتبدأ كل منها فى محاولة الحصول على هذا العنصر وقد لا تضار النباتات نتيجة تواجدها فى مجتمع ينقصه عامل البيئة بطريق مباشر بل قد يرجع الضرر إلى عوامل غير مباشرة كإفراز بعضها المركبات السامة التى تجعل الوسط غير ملائم لنباتات أخرى الأمر الذى يجعل تعريف Decandle عن الحرب المستمرة بين النباتات أمر ينطبق على مثل هذه الأحوال ويمثل تعريف الحرب المستمرة بين النباتات الكفاح المباشر والمستهدف بين النباتات للإستئثار بعنصر غذائى معين موجود فى كمية قليلة فى التربة.

ومن ناحية أخرى رأى Hanper, 1961 أن هذه الألفاظ المستعملة فى تعريف التنافس تنطبق أكثر ما يكون على السلوك الإنسانى مما دعاه إلى إقتراح لفظ آخر هو التداخل Interference بدلاً من التنافس إلا أن كثير من علماء البيئة لم يستثيغوا إستعمال هذا اللفظ.

ومن الضرورى التعرف على عناصر البيئة التى تتنافس عليها المحاصيل فى وسط النمو حتى يمكن للمزارع الإبقاء عليها بقدر الإمكان.

ويمكن ترتيب هذه العوامل فيما يلي

أولاً: عوامل يتنافس عليها النباتات (نباتات المحصول):

١- الفراغ – المكان Space (فوق وأسفل سطح الأرض).
٢- الضوء Light (فوق سطح التربة).
٣- CO2(فوق سطح التربة).
٤- العناصر الغذائية (أسفل سطح التربة).
٥- الماء (أسفل سطح التربة).

ثانياً: الصفات المكتسبة للنباتات التي تسبب التنافس:

١- تفاعلات الجذور مثل التكوين الطبيعى لغاز CO2من التنفس.
٢- التأثير المباشر الناتج عن إفراز بعض السموم فى الوسط الذى تعيش فيه النباتات.

ثالثاً: التأثير المتداخل مع العوامل الخارجية المؤثرة أو المسببة للتنافس:

١- التنافس على الملقحات.
٢- التنافس على العوامل المساعدة.
٣- إعاقة الإتزان البيئى بواسطة الإنسان والحيوان.
٤- إعاقة العوامل البيئية التى تمد الأرض الغير منزرعة أو البادرات النامية بالظروف البيئية الملائمة.
٥- تأثير الحرارة والرطوبة والإشعاع الشمسي والرياح وغيرها على العوامل الأخرى التى يحدث عليها التنافس.
٦- الظروف الأرضية الغير مناسبة مثل محلول التربة السام أو العناصر الثقيلة بها أو الزيادة من كربونات الكالسيوم.

أولاً: الفراغ - المكان : Space

لاحظ Donald, 1963 أن تنافس النباتات على المكان بالمفهوم الفزيائى نادر الحدوث وأوضح Clements, 1929 حدوث التنافس بين نباتات المحاصيل الدرنية المنزرعة على مسافات قريبة حيث تصبح الدرنات الناضجة مضلعة الشكل أو قد ترفع التربة نتيجة لوجود الدرنات المجاورة. ويمكن ملاحظة التنافس على المكان بين مجموعة البذور عند وضعها فى جورة واحدة وإتاحة الفرصة لها للإنبات وكذلك فى النباتات الخشبية عندما تتشابك الأفرع أو الجذور المساعدة. ولعل أكثر الأمثلة على التنافس هو التنافس بين بذور الجورة الواحدة عند الإنبات على العوامل البيئية الملائمة للإنبات مثل الرطوبة. كذلك من أهم الأمثلة على التنافس على الفراغ هو الحادث للنموات الخضرية ونظام توزيعها على طول النبات وعلاقة ذلك بالضوء وحركة الرياح وتركيز CO_2 وغير ذلك مما يلفت نظر المشتغلين بإنتاج المحاصيل إلى أهمية التوزيع الفراغى للإستفادة من الفراغ فوق سطح التربة .

ثانياً: الضوء : Light

يتميز التنافس على الضوء بالإنفراد فى أهميته نظراً لطبيعة هذا العامل فى ضرورة الإستفادة به فى أسرع وقت وذلك لأنه لا يصلح للتخزين ثم يستفاد به مثل عامل الرطوبة. وتسلك الأوراق فى علاقتها بالضوء سلوك وحدات مستقلة Individual Unit فعندما تظل الورقة لفترة طويلة تحت نقطة التعويض تحرم من وصول نواتج التمثيل الضوء لها من بقية أجزاء النبات الأمر الذى يؤدى إلى سرعة موتها. على ذلك فإن التنافس على الضوء يحدث بين الأوراق الفردية على طول النبات عنه بين النباتات بعضها وبعض وبناءاً على ذلك فطبيعة الطبقات الخضرية على النبات تحدد إلى حد كبير المعدلات القصوى للكفاءة التمثيلية والقدرة التنافسية للنبات على الضوء. ويعتبر التباين فى شدة الضوء الناتج عن تأثير التنافس بالتظليل أكثر تعقيداً من أى عامل أخر من عوامل البيئة لتباين المواسم المختلفة فى طول اليوم وكذلك التظليل الناتج عن السحب. وعند التنافس على الضوء يجب أن تستقبل النباتات كمية من الضوء كافية لقيامها بالتمثيل الكربونى وأن يكون ميزان هذه العملية موجباً أما إذا كان ميزان العملية سالباً لعدة أيام فإن الأوراق تبدأ فى الموت ويكون الوضع مختلفاً بالنسبة لتظليل النباتات بعضها ببعض. فقد أوضح Hatshon أن النباتات خاصة نباتات الظل تتحمل فترات الظلام الطويلة بدرجة متوسطة ويكون هذا التأثير أكثر وضوحاً إذا حددت عوامل أخرى معدل نموها مثل نقص العناصر الغذائية أو وجود مواد سامة فى محلول التربة وفى معظم هذه الأحوال يرجع موت الأوراق المظللة إلى إصابتها بالأمراض الفطرية. وتعتبر الإستجابة لشدة الإضاءة المنخفضة عاملاً حاسماً وعلى درجة من الأهمية فى الطبقات الخضرية القريبة من قاعدة النباتات خاصة العشبية منها. ولقد أجرى Lipetsh & Watson, 1968 قياسات عن تأثير التدريج فى شدة الإضاءة على طول النبات على معدل التمثيل الضوئى على نباتات الكرنب ووجد أن معدل التمثيل الكربونى إنخفض إلى نحو ٤% عن النباتات المعرضة للضوء العادى على إرتفاع ٦٠سم من سطح التربة وعادة ما ينخفض معدل التمثيل الضوئي الموضعي عن ما هو متوقع نتيجة شدة إضاءة معينة وذلك لما قد ينفذ من الأشعة الضوئية خلال الورقة ولا يمتص إلا الضوء فى الموجة الخضراء وهذا الضوء قليل التأثير على التمثيل الضوئى. ويظل الضوء عاملاً هاماً فى التنافس حتى فى المجتمع الواحد المتشابه وقد إتضح أن هناك أصناف من الأرز لها قدرة تنافسية كبيرة فى إستقبال الضوء عن أصناف أخرى والتى لها قدرة تنافسية منخفضة مما يؤكد وجود علاقة بين التنافس على عوامل البيئة الأخرى كالماء والعناصر الغذائية بالإضافة إلى عامل الضوء الأمر الذى يقلل المجموع الخضري للنباتات عند نقص العوامل البيئية الأخرى وبالتالى تظل كفاءة تلك الأصناف فى إستقبال الضوء مرتفعة. ونظراً لتباين شدة الإضاءة تتباين الأنواع النباتية فى إحتياجاتها الضوئية

ويتوقف الإحتياج الضـــوئى لنبات ما على مايحدث به من تحورات تســـاعد على حصـــوله على أقصى كفاءة تمثيلية NAR وأقصى معدل نسبى للنمو RGR بالنسبة لكمية محدودة من الطاقة مهما كانت قيمتها وذلك خلال الفترة الفعالة التى يقوم أثنائها العضـــو النباتى بالتمثيل الضـــوئى وغالباً ما ترتبط هذه التحورات بما يلي :

١- تقليل الفقد الناتج من التنفس.
٢- الحصـــول على أقصـــى قدر من الكفاءة التمثيلية للنبات لأى وحدة من وحدات الطاقة مهما صغرت قيمتها.

ولا تشير العوامل السابقة إلى إتجاه واحد بل قد يتعاكس فعلها. ولقد أوضح Jril, 1965 أن عديد من نباتات الظل لها معدل تنافســـى أقل من مثيلتها من نباتات الشـــمس مما يؤدى إلى الحفاظ على نواتج التمثيل من الهدم وهذا ما يؤكد ملاحظات Hatshnson, 1967 لتحمل نباتات الظل للظلام لفترة أطول من نباتات الشمس.

بالإضـــافة إلى معدل التنافس المنخفض لنباتات الظل أوضـــح Decker, 1955 أن جهاز التمثيل الضوئى فى نباتات الظل يتشبع بالضوء عند إضاءة منخفضة عنه فى نباتات الشمس.
لذلك تبلغ نباتات الظل أقصـــى حد لها من الكفاءة التمثيلية بســـرعة فتظل على هذا المعدل لفترة أطول خلال الدورة اليومية للضـــوء إلا أن كثير من هذه الأنماط تفقد قدرتها التمثيلية فى الضـــوء المرتفع الذى يجعل ظروف الإضـــاءة العالية غير ملائمة لنموها وبالتالى موتها. وعلى عكس نباتات الظل فإن المحاصـيل التى يتبع فيها $C\ O_2$ دورة Hatch and Silack (النباتات رباعية الكربون C4 Plants) يكون لها القدرة على الإستفادة من شـدة الإضـاءة العالية عن المحاصـيل التى تتبع دورة Calven (النباتات ثلاثية الكربون C3 Plants) فى التمثيل الكربونى الأمر الذى يوضـح القدرة الإنتاجية المرتفعة لنباتات الذرة الشـامية والرفيعة وقصـب السـكر وعلف الفيل.
وعلى أى الأحوال فلا ترتبط صـفة الكفاءة التمثيلية العالية والإسـتفادة بالضـوء بالقدرة التنافسـية الكبيرة. أما التحور المحتمل بنسبة مساحة الورقة ينتج عن التغير فى التركيب التشريحى للورقة فى نباتات الشـمس ولقد دلت العديد من الدراسـات على تأثير الضـوء وكذلك الماء مع التركيب التشـريحى للأوراق حيث أن الإضـاءة الشـديدة تؤدى إلى تكوين أوراق سـميكة بها طبقات عديدة من البلاســتيدات وكذلك بها أنســجة إســكلارنشــيمية كبيرة. ومن ناحية أخرى تؤدى الإضـــاءة المنخفضـــة إلى تكوين أوراق أقل سـمكاً وذات طبقة واحدة من البلاسـتيدات فى منطقة الميزوفيل بحيث تكّون نسـبة كبيرة من وحدة المسـاحة إلى الوزن. كما يتميز التركيب التشـريحى للأوراق أيضـاً بنقص الأنسـجة الإسـكلارنشـيمية التى يسـود فى خلاياها عملية التنفس مما يجعلها أكفأ للإضاءة المنخفضة نسبياً وتصل سريعاً إلى نقطة التشبع الضوئى. بينما نقطة التشبع الضوئى فى نباتات الشـمس تكون مرتفعة حيث تعمل الطبقات السـميكة نسـبياً من البلاسـتيدات إلى زيادة الإستفادة من الضوء.

- وتؤدى الصفات التالية إلى زيادة كفاءة النباتات فى الإستفادة من الضوء:

١- المحافظة على دليل مساحة الأوراق أقل وذلك بفقد الجزء السفلى من الأوراق الزائدة.
٢- الإنتخاب لأمثل شكل وتوزيع للأوراق على النبات.
٣- تجنب التنافس بين النباتات المنزرعة مثل زراعة محصول علف معمر يزدهر نمو صيفاً مع أخر يزدهر نموه شتاءً حيث لا يوجد بينهم تنافس.

ويعتبر فقد الأوراق السـفلى ظاهرة عادية فى الزراعات الكثيفة وتؤدى هذه الظاهرة إلى تنسيق النمو الخضـرى نحو الوصـول إلى دليل مسـاحة الأوراق الأعظم (L.A.I ceiling) وهو

الذى لا يمكن تجاوزه حيث تموت الأوراق السفلى عند تكشف و إنبثاق الأوراق العليا وعلى ذلك فإن جميع نواتج التمثيل الضوئى تنتقل إلى مناطق نشطة أخرى أو إلى مناطق التخزين بالنبات وتظل الكفاءة التمثيلية ثابتة عند الصفر بتقدم النباتات فى العمر ويصل النبات فى هذه المرحلة إلى أقصى وزن جاف له ولكن تظل مشكلة توزيع نواتج عملية التمثيل الضوئى بين الأعضاء المختلفة للنبات هى العامل المحدد لكمية المحصول الإقتصادي.

ومن أهم العوامل التى تحدد إستفادة النبات من الضوء الساقط عليه إرتفاع النبات و شكل وتوزيع الأوراق على طول الساق وكفاءة النموات الخضرية على طول النبات فى الإستفادة من الضوء الساقط.

ومن العوامل المحددة لعملية التمثيل الكربونى فى النبات شدة الإضاءة والرطوبة وتركيز CO_2 فتزايد كفاءة الأوراق فى عملية التمثيل الكربونى بزيادة شدة الإضاءة وتوافر الرطوبة الأرضية ويصبح فى هذه الحالة تركيز $C\ O_2$ عاملاً محدداً لعملية التمثيل الكربونى فيزداد التمثيل الكربونى بزيادة CO_2 وتستفيد الورقة الفردية عند الإضاءة المنخفضة من نحو ١٣% من طاقة الضوء الساقطة عليها فى المدى من ٤٠٠-٧٠٠ ملليمكرون ، وتنخفض كفاءة الأوراق فى تحويل الطاقة بزيادة شدة الإضاءة ونقص العوامل الأخرى المحددة لعملية التمثيل الكربونى. وتزداد كفاءة النبات فى التمثيل الضوئى إذا كانت أوراقه كلها معرضة لشدة إضاءة متساوية ومنخفضة بالمقارنة بتعريض بعض أوراق النبات لشدة إضاءة أكبر من إحتياجاتها بينما لم يصل للبعض الأخر أى إضاءة نتيجة الزراعة الكثيفة وبالتالى تظليل بعضها لبعض.

ولأهمية التوزيع الفراغى للأوراق فى عملية التمثيل ولضرورة الإستفادة من جميع الضوء الساقط على الأرض يصبح لدليل مساحة الأوراق أهمية كبيرة فى كفاءة وحدة المساحة الأرضية فى إستقبال الطاقة الضوئية. إذا إنخفضت قيمة L.A.I تفقد كثير من الطاقة الضوئية لسقوطها على الأرض الغير منزرعة وتزداد كمية الطاقة المثبتة بزيادة دليل مساحة الأوراق حتى يصل إلى حده الأمثل (L.A.I Opt.) ثم يتناقص بعد ذلك نتيجة تظليل الأوراق العليا للأوراق السفلى وبالتالى تقوم الأوراق السفلى بالتنفس دون حدوث التمثيل الضوئى مما يؤثر على صافى التمثيل الضوئى للنبات. وقد دلت التجارب أن القيمة المثلى لدليل مساحة الأوراق تتراوح بين ٣-٨ لكثير من المحاصيل ويتأتى ذلك نتيجة وجود ٥ طبقات خضرية (5 Canopies) من الأوراق تقوم بعملية التمثيل الضوئى كما تؤثر شدة الإضاءة والعديد من العوامل الأخرى على القيمة المثلى لدليل مساحة الأوراق.

دليل مساحة الأوراق الأمثل L.A.I. Opt.:

قيمة دليل مساحة الأوراق التى تبلغ عندها كفاءة التمثيل للمجموع الخضرى أقصاها وتساهم جميع الأوراق إيجابياً فى عملية التمثيل الضوئى وتكوين المادة الجافة رغم أن صافى الأوراق السفلى يكون قليلاً.

دليل مساحة الأوراق الأعظم L.A.I. ceiling:

قيمة دليل مساحة الأوراق التى يتساوى عندها معدل موت الأوراق السفلى (نتيجة التظليل) مع معدل تكوين أوراق جديدة للنبات وتكون كفاءة التمثيل للأوراق فى هذه الحالة أقل من مثيلتها فى حالة دليل مساحة الأوراق الأمثل.

ويوضح الجدول التالي صافي عملية التمثيل الضوئي فى حالة دليل مساحة الأوراق الأمثل.

معدل التمثيل	معدل التنفس	الصافى
١٢	٢	١٠
١٠	٢	٨
٦	٢	٤
٣	٢	١
-	-	-
٣١	**٨**	**٢٣**

ويوضح الجدول التالي صافي عملية التمثيل الضوئي فى حالة دليل مساحة الأوراق الأعظم.

معدل التمثيل	معدل التنفس	الصافى
١٢	٢	١٠
١٠	٢	٨
٦	٢	٤
٣	٢	١
١	٢	١-
صفر	٢	٢-
صفر	١	١-
-	-	-
٣٢	١٣	١٩

وفى هذه الحالة لو أدخل فى الحسبان الطاقة التى يستهلكها المجموع الجذرى فى التنفس (تستهلك الجذور حوالى ١٩ وحدة فى التنفس) يصبح صافى التمثيل الضوئى يساوى صفر.

ثالثاً: ثانى أكسيد الكربون ك أ٢:

لم يحظى موضوع التنافس على $C\ O_2$ بالإهتمام المناسب نتيجة الإعتقاد بتوافره فى وسط النمو إلا أن التجارب تحت ظروف متحكم فيها فى الصوب الزجاجية قد أثبت تزايد معدل التمثيل وكذلك نقطة التشبع بالضوء بتزايد تركيز $C\ O_2$ الأمر الذى يوضح أن تركيز هذا الغاز فى الهواء الجوى أقل من الإحتياجات المثلى للتمثيل الضوئى كما يحدث تنافس كبير على CO_2 فى الطبقات العليا للمحاصيل فى ظروف الإضاءة الشديدة حيث يُستَهلك هذا الغاز فى عملية التمثيل بمعدل أكبر من مثيله فى الطبقات الدنيا.

ويصعب توقع كيفية حدوث التنافس بين الأوراق على هذا الغاز إذا لم يتناقص فى إنتشاره من حيث التركيز فى طبقة الميزوفيل للورقة مالم يلعب التنفس الضوئى الحادث فى البيروكسيزوم بجوار البلاستيدات و الناتج عن هدم الجليكولات الموجودة دوراً هاماً فى تكوين $C\ O_2$ اللازم فى عملية التمثيل. ومن ناحية أخرى تتباين المحاصيل فى نقطة التعويض حيث تكون منخفضة فى نباتات الذرة الشامية والرفيعة وقصب السكر (النباتات رباعية الكربون) ومرتفعة فى البنجر والقمح (النباتات ثلاثية الكربون).

رابعاً: العناصر الغذائية :

يصعب دراسة التنافس على العناصر الغذائية فى البيئة الطبيعية نظراً لتوافر العديد من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى متدخلة مع بعضها من جهة ومع العوامل البيئية من جهة أخرى. وقد لاحظ Donant, 1964 نجاح بعض الأنواع النباتية فى إمتصاص نصيب أوفر من العناصر المحددة للنمو فيزدهر نموها وتحرم غيرها الأقل منها قدرة على التنافس على العناصر الغذائية.

ويقل التنافس بين النباتات على العناصر الغذائية عندما يدخل عامل الضوء كعامل محدد \للنمو نتيجة التظليل بين النباتات المتزاحمة. ولقد إستخدمت وسائل بحثية مختلفة للتعبير عن تداخل فعل التنافس على العناصر الغذائية مع عامل الضوء. وتؤثر طبيعة إنتشار الجذور والمدى الذى تصل إليه وكذلك صفات التربة (البناء الأرضى – الحرارة – الرطوبة – درجة الحموضة) فى إمتصاص العناصر الغذائية. وعلى أى الأحوال فتتواجد العناصر الغذائية فى الأرض المصرية بكمية تكفى لإحتياجات المحاصيل فيما عدا بعض العناصر مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم (العناصر السمادية) التى تلزم إضافتها بكميات مناسبة.

خامساً: الماء:

تقاس القدرة التنافسية للمحاصيل على الماء بتكوينها لمجموع خضرى أو مادة جافة لكل وحدة وزنية من الماء فالمحاصيل ذات القدرة التنافسية العالية للماء هى التى تستطيع أن تكون كمية أكبر من المادة الجافة عن غيرها من المحاصيل للوحدة المائية الواحدة. ويحدث تنافس بين نباتات المحاصيل تحت ظروف ندرة الماء أو عدم توفره ويكون ذلك غالباً فى ظروف الزراعة البعلية وعندئذ تتباين المحاصيل فى مدى تعمق وإنتشار جذورها فى الأرض ويمكن أن تتضح علاقة التنافس على المواد الغذائية عند منافشة علاقة التنافس على عنصر الماء.

العوامل النباتية المسببة للتنافس:

ينشأ عن التنافس محاولة كل فرد من أفراد المجتمع الحصول على عناصر الوسط الذى يعيش فيه كالضوء والحرارة وغير ذلك. كما قد تفرز نتيجة لوجود أفراد المجتمع بجوار بعضها البعض بعض المواد المنبهه أو المثبطة لنمو الكائن الحى الأخر. وتوقع Decandle, 1983 إفاز النباتات السموم من جذورها فى الأرض ويستمر تأثير هذه المواد على المحاصيل اللاحقة فى الدورة ، كما قد تفرز بعض المثبطات مثل حامض Transcisnnamic ، كما قد تنتقل غازات من المجموع الخضرى للنباتات تؤثر فى الأنواع المجاورة لها مثل محصول الكتان وحشيشة الكامبينا. وتعرف عملية تسرب مواد من النبات إلى الوسط الذى يعيش فيه لتؤثر على المجتمعات الأخرى التى تعيش فى الوسط بعملية Allelopathy.

المحاضرة السادسة / البيئة الأرضية

الأرض الزراعية هى تلك الطبقة الرقيقة من سطح الأرض والتى تضرب فيها جذور النباتات وتأخذ منها الماء والعناصر الغذائية. ويختلف مقدار العناصر بالأرض إختلافاً واسعاً إذا يشكل الأكسجين نحو نصف مقدار العناصر بالقشرة الأرضية ، والسليكون نحو الربع وتشكل بقية العناصر الأخرى نحو ربع كمية العناصر.ويبلغ مقدار عناصر الأكسجين والسليكون والألومنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم نحو ٩٨% من محتوى العناصر جميعا. وتتكون الأرض الزراعية من ثلاثة أوساط وهى الوسط الصلب والوسط السائل والوسط الغازى إلى جانب جزء حي :-

١-الوسط الصلب:-

يشكل هذا الوسط نحو ٥٠ % من حجم الأرض ونحو ٩٠% من الوزن الجاف لها ، ويتكون من مواد أما من أصل معدنى أو من أصل عضوى.

وتشكل المواد المواد المعدنية للهيكل الأساسى كمكونات معظم الأراضى ونشأت من تجوية الصخور والمعادن.وتنقسم مكونات الوسط المعدنى حسباً للحجم إلى جزئين : ١-جزء خشن ٢٠-جزء ناعم.

(أ) الجزء المعدنى الخشن : يشكل نحو ٨٠% من وزن الجزء المعدنى ويتراوح أقطار حبيبات هذا الجزء من ٢-٠,٢ ميكرون ويتكون من الرمل والسلت والطين الخشن الناشئة عن المعادن المقاومة للإنحلال مثل الكوارتز(١) والفلسبار(٢) والميكا.

(ب) جزء معدنى ناعم :يشكل نحو ٢٠% من وزن الجزء المعدنى وتقل أقطار حبيباته عن ٠,٢ ميكرون ويتكون من الطين الغروى والأكاسيد الغروية للحديد والألومنيوم وتشكل المواد العضوية نسبة منخفضة من وزن الأرض فى الظروف المصية لا تتجاوز ٢% ويتكون من عديد من المواد وأهمها اللجنين والسليلوز.ويتراوح أحجام المواد العضوية من قطع كبيرة إلى حبيبات تقل أقطارها عن أقطار حبيبات الطين.

٢-الوسط السائل:-

يشغل الوسط السائل والوسط الغازى مسام الأرض.ويسمى الوسط السائل بالمحلول الأرضى ، ويتكون من المحاليل المائية للأملاح والغازات. وأهم الأملاح كبريتات وكلوريدات ونترات وفوسفات وبيكربونات العناصر وأهمها البوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم. وتتكون هذه المحاليل بذوبان المواد الذائبة أثناء مرور ماء المطر أو ماء الرى خلال الأرض.

٣-الوسط الغازي :

يتقاسم الوسط الغازى والوسط السائل مسام الأرض وهكذا يتوقف حجم الوسط الغازى على مسامية الأرض ومحتوى الماء بالأرض.

يوجد إلى جانب الأوساط الثلاثة للأرض جزء حى عبارة عن الكائنات الحية وجذور النباتات. ويبلغ مقدار وزن الكائنات الحية نحو خمسة أطنان للفدان والجذور الجافة بالطبقة السطحية من الأرض نحو خمسة أطنان.

وتتعدد خصائص الأرض وأهمها القوام والبناء والهواء والحرارة والمادة العضوية واللون والحموضة والاملوحة والقلوية والماء.

قوام الأرض :

يشير قوام الأرض إلى الجزء لنسبى للحبيبات المختلفة المكونة للأرض وهو مقياس لقياس درجة نعومة أو خشونة حبيبات الأرض.

ويمكن تقسيم هذه الحبيبات حسباً لأحجامها وأشكالها وكثافتها وتركيبها الكيميائى.

حجم الحبيبات:

تسمى الحبيبات بأسماء مختلفة حسباً لأقطارها .

جدول يبين تقسيم حبيبات الأرض حسب المؤتمر الدولى لعلوم الأراضى.

مجموعة الحبيبات	القطر
رمل خشن	٢-٠,٢مم
رمل ناعم	٠,٢-٠,٠٢مم
سلت	٠,٠٢-٠,٠٠٢مم
طين	أقل من ٠,٠٠٢مم

وتعتبر الحبيبات التى تزيد أقطارها عن ٢سم أحجاراً بينما تسمى الحبيبات التى تتراوح أقطارها من ٢سم إلى ٢مم حصى وتشكل الحبيبات التى تقل أقطارها عن ٢مم الجزء الناعم من الأرض ويتكون هذا الجزء من الرمل والسلت والطين.

شكل الحبيبات:

قد تكون حبيبات الحصى مستديرة لحد ما أو حادة الزوايا بدون نظام ويقارب شكل كل من الرمل والسلت الشكل الكروى أو المكعبى ولقد أدى التحليل الكيميائى والتأثيرات الطبيعية إلى تنعيم النهايات الحادة لها بينما شكل حبيبات الطين صفيحى ولا تأخذ حبيبات الطين الشكل الكروى أو المكعبى. وقد تكون الحبيبات الصغيرة جداً من الأرض لا بلورية.

كثافة الحبيبات:

تبلغ كثافة الجزء المعدنى الغالب لمكونات الأرض مثل الكوارتز وعديد من الفلسبارات نحو ٢,٦٥ جم/سم٣ وهكذا فان كثافة العديد من الأراضى التى لا تحتوى قدراً كبيراً من المواد العضوية نحو ٢,٦٥ جم/سم٣ وتزداد كثافة الأراضى التى تحتوى على قدر مرتفع من الحديد عن هذا القدر.

التركيب الكيميائى للحبيبات:

يسود الكوارتز حبيبات الرمل ، ويسود الكوارتز ومعادن أخرى أولية مثل الفلسبار أو نوع من الميكا فى حبيبات السلت ، وتدخل معادن الكوارتز والهيماتيت والجبسيت ومعادن الطين وأهمها الكاوءلينيت والميكا المتأدرتة والمونتموروبللونيت فى تركيب الطين.

تقسيم الأراضى حسباً لقوامها :

تقسم الأرض حسباً لنسب مكوناتها من حبيبات الأرض بعضها إلى بعض ويشير الشكل التالى إلى تقسيم الأراضى حسباً لطريقة مثلث القوام حيث يقسم كل ضلع من أضلاع المثلث المتساوى الأضلاع إلى أقسام مع توقيع الرمل على إحداها والسلت على الثانى والطين على الثالث وهكذا ينقسم المثلث إلى أقسام يشير كل منها إلى نوع من أنواع قوام الأرض.

ويفيد الملمس فى تقدير قوام الأرض إذ أن ملمس حبيبات الطين ناعم وحبيبات الرمل خشن كما يمكن تقدير قوام بالملمس بفرك كتلة رطبة من الأرض بين السبابة والإبهام والتعرف على طول الشريط الذى يتكون نتيجة إنزلاق العينة بين الأصابع قبل الكسر.ويشير طول الشريط إلى قوام الأرض إذ كلما زاد طول الشريط قبل الكسر كلما كانت نسبة الطين مرتفعة.

وتقسم الأرض حسباً لقوامها كما يلي:

١-الأراضى الرملية: تنقسم إلى قسمين وهما أراضى رملية وتحتوى على أقل من ١٠% من السلت والطين وأراضى رملية صفراء تتراوح نسبة الطين فيها من ١٠% إلى أقل من ٢٠% من السلت والطين.وتنتشر الأراضى الرملية بالقرب من الصحراء والبحر الأبيض المتوسط وتنتشر الرملية الصفراء على شواطئ النيل.
٢-الأراضى الصفراء: وتنقسم إلى قسمين وهما أراضى صفراء خفيفة ويتراوح مقدار السلت والطين بها من ٢٠% إلى أقل من ٣٠ % وأراضى صفراء ثقيلة وتتراوح نسبة السلت والطين بها من ٣٠% إلى أقل من ٥٠% وتنتشر الأراضى الصفراء الخفيفة على ساحل النيل والجزائر والصفراء فى جهات متفرقة.
٣-الأراضى الطينية: وتنقسم إلى قسمين وهما أراضى طينية خفيفة ويتراوح مقدار السلت والطين بها ٥٠% إلى أقل من ٨٠% وطينية ثقيلة وتحتوى على ٨٠% أو أكثر من السلت والطين. وتتعدد المناطق التى تنتشر فيها هذه الأراضى.
ويمكن تقسيم الأراضى حسب قوامها إلى ثلاث مجاميع رئيسية وهى مجموعة الأراضى الخشنة القوام وتشتمل على الأراضى الرملية والرملية الصفراء ومجموعة الأراضى المتوسطة القوام وتشتمل على الأراضى الصفراء والثقيلة المتوسطة، ومجموعة الأراضى الناعمة القوام وتشتمل على الأراضى الطينية الغرينية والطينية.

العلاقة بين القوام الأراضي وخصائصها:-

تتأثر كثير من خصائص الأرض بقوامها فحبيبات الطين صغيرة الحجم وتتميز بقدرتها على الإحتفاظ بكميات كبيرة من الماء، والإنتفاخ عند تشرب الماء ، والتشقق عند الجفاف والمرونة مما يجعلها قابلة للتشكيل والإحتفاظ بأشكالها بعد الجفاف وإدمصاص العناصر الغذائية مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والماغنسيوم ، وربط الحبيبات البسيطة بالأرض ، وتتميز حبيبات السلت بزيادة حجمها عن حبيبات الطين و بإمتصاصها قدر كبير من الماء ، وبظهور صفة الجذب والإلتصاق ، وبإحتوائها على عناصر غذائية إذ تتكون من معادن الصخور القابلة للتحلل ويساعد على سهولة إجراء العملية الزراعية.
وتعتبر الحبيبات الدقيقة جداً أو أن شئت قل المادة الغروية أهم جزء فعال فى الأرض. ويطلق على المادة الغروية بالأرض أسماء مختلفة مثل مركب الأرض الغروى أو مركب الإدمصاص ويستخدم لفظ الطين إذا كان من أصل معدنى ولما كان الطين يحمل شحنة كهربية سالبة لهذا تنجذب الكاتيونات إليها وتكافئ الكاتيونات المدمصة الشحنات السالبة على مركب الطين وتسمى هذه الطبقة بالطبقة الأيونية المزدوجة ويسلك الطين مسلك الإلكتروليت إذ يمثل الميسيل وهو الجزء المعدنى بما عليه من شحنات سالبة الشق الأنيونى بينما الكاتيونات المدمصة الشق الكاتيونى.
تتبادل الكاتيونات المدمصة على مركب الطين بكاتيونات أخرى بالمحلول تتكافئ معها فى الشحنة وتسمى هذه الظاهرة بالتبادل الكاتيونى.ويعتبر مجموع الكاتيونات القابلة للتبادل على الطين أو مركب الإمتصاص بالأرض بسعة تبادل الكاتيونات وتساوى عدد الملليمكافئات القابلة للتبادل فى ١٠٠ جم من الأرض. وتختلف السعة الكاتيونية بإختلاف وتختلف السعة الكاتيونية باختلاف مكونات الأرض فهى منخفضة جداً فى أكاسيد الحديد والألومنيوم المتأدرتة ، وتتراوح بين ٣-١٥ مليمكافئ فى الكاؤولينت ، ٨٠-١٠٠ مليمكافئ فى المونتموريللينت ، ٢٥٠-٤٥٠ ملليمكافئ فى المواد العضوية.
وتختلف خصائص الأراض حسباً لقومها ويبين الجدول التالى تأثير أنواع الأراضى على خصائصها.

جدول يبين تأثير قوام الأرض على خصائصها

الخصائص	رملية	صفراء	صفراء غريبة	طينية
الملمس	خشن	خشن	حريرى	طينى أو لدن
التهوية	جيدة جداً	جيدة	متوسطة	رديئة
السطح الكلى	صغيرة جداً	صغيرة	متوسط	كبير
الداخلى	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة
السعة الكاتيونية	صغيرة جداً	ضعيف	متوسطة	كبير
النشاط الكيميائى	ضعيف جداً	ضعيف	متوسطة	كبير
النشاط الحيوي	زائد	جيد	متوسطة	متوسط إلى ردئ
الصرف	منخفضة	متوسط	مرتفعة	مرتفعة
كمية الما اليسر	سهلة	سهلة	متوسطة	صعبة
خدمة الأرض	منخفضة	متوسطة	متوسطة	مرتفعة
الحرارة النوعية				

بناء الأرض :- Earth Building

البناء إصطلاح يطلق على نظام ترتيب الحبيبات الفردية للأرض بالنسبة لبعضها. وقد تكون الحبيبات مردة غير مرتبطة بغيرها كما هو الحال فى الطبقات السطحية للأراضى الرملية وتعتبر مثل هذه الأراضى بأنها عديمة البناء وقد تنظم الحبيبات فى كتلة كبيرة الحجم جداً وغير منتظمة وليس لها شكل يماثل أى من أنماط الأرض كما فى الأراضى البكر التى لم يسبق زراعتها وقد يسود قطاع الأرض نمط واحد من أنماط البناء ولكن يغلب تغير النمط من طبقة إلى طبقة إلى أخرى بقطاع الأرض.
الأرض .

تقسيم بناء الأرض :

ويمكن تقسيم أنماط حسباً لأشكالها أو صلابتها أو أحجامها أو ثباتها أو مساميتها.

التقسيم حسب الشكل :

تتعدد أنماط أشكال الحبيبات المتجمعة أى الحبيبات المركبة بالأراضى ويمكن تقسيم بناء الأرض

تبعاً لذلك إلى أنماط كما يلى:-

١-البناء الطبقى : تترتب الحبيبات المركبة فى طبقات رقيقة أفقياً.
٢-البناء العمودى: تترتب الحبيبات المركبة رأسياً فى أعمدة.
٣-البناء المنشورى: تترتب الحبيبات المركبة رأسياً فى أعمدة مثل البناء العمودى مع تآكل أو إستدارة أطراف الحبيبات.
٤-البناء الكتلى: تترتب الحبيبات المركبة فى كتل مكعبة ذات أوجه غير منتظمة تتراوح كل من أضلاعها من جزء من السنتيمتر إلى عشرة سنتيمترات.
٥-البناء البندقى: تترتب الحبيبات المركبة فى كرات لا يزيد قطرها عن نصف بوصة.
٦-البناء الحبيبى: تترتب الحبيبات المركبة فى كرات لا يزيد قطرها عن نصف بوصة.
٧-البناء الفتاتى: تترتب الحبيبات المركبة فى كرات مسامية وهو خير أنماط البناء فى الأراضى الزراعية للملائمة لنمو النباتات ولسهولة خدمة الأرض.

التقسيم حسب الصلابة:
تختلف الحبيبات المتجمعة بالأرض فى صلابتها.وتتأثر الصلابة بكثير من العوامل وأهمها محتوى رطوبة الأرض، ومحتوى ونوع الطين ، وطبيعة الكاتيونات المدمصة ومحتوى المادة العضوية. وتقل صلابة الحبيبات المتجمعة بإرتفاع محتوى رطوبة الأرض ووجود الكاؤولينت والكاتيونات الثنائية التكافؤ وإرتفاع محتوى المادة العضوية.

التقسيم حسب الحجم:
تختلف الحبيبات المتجمعة بالأرض إختلافاً كبيراً حسباً لأحجامها ويلائم نمو النبات الحبيبات

المتجمعة ذات حجم يماثل حجم حبات الرمل ويفضل هذا الحجم عن أحجام الأكبر عنه.

التقسيم حسب الثبات:
تقسم الحبيبات المتجمعة حسباً لثباتها أو مقاومتها للتفكك إذ يهدم بعضها نتيجة الحركة العنيفة

أثناء عمليات خدمة الأرض أو إرتطام قطرات المطر معها. تختلف الحبيبات المركبة إختلافاً

كبيراً فى مقاومتها للتفكك. ويتوقف ذلك على محتوى ، ونوع الطين ومدى التبلد ، والراوبط بين

المواد غير العضوية والعضوية ، والمواد الغروية الناتجة من الكائنات الدقيقة ووجود المواد

اللاحمة المعدنية مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم. وتزيد مقاومة الحبيبات المتجمعة للتفكك بزيادة

الكاؤولينت بالمقارنة مع زيادة المونتموروليلنيت ويمكن القول أنه كلما إزاددت أحجام الحبيبات

المركبة بالأرض كلما إنخفض ثباتها.

التقسيم حسب المسامية:

يمكن تقسيم بناء الأرض حسباً للمسامية لأهمية المسافات بين حبيبات الأرض فى سهولة أو

صعوبة إجراء العمليات الزراعية والملائمة لنمو النباتات

هواء الأرض : Earth Air

يوجد بين حبيبات الأرض مسام تعرف بالفراغات تعرف بالفراغات البينية وهذه يشغلها الماء

والهواء ويتناسب وجودها بالفراغات عكسياً ويعرف حجم هذه المسام بالأرض بالسعة المسامية

ويعبر عن النسبة المئوية لحجم المسام إلى الحجم الكلى الظاهرى للأرض بالنسبة المئوية

للمسامية والتى تحسب كالآتى:

$$\text{النسبة المئوية للمسامية للأرض} = \frac{\text{الحجم الظاهرى-الحجم الحقيقى}}{\text{الحجم الظاهرى}} \times ١٠٠$$

وتزيد السعة المسامية للأرض الطينية عن الأرض الرملية وأن حجم الفراغ البينى فى الأرض الرملية بين الحبيبة والأخرى أكبر كثيراً مما فى الأرض الطينية. ولما كان الهواء لازماً لنمو النبات ، لهذا تعتبر الأرض الزراعية جيدة التهوية حين توافر الأكسجين بكميات كافية للكائنات الحية والغازات بنسب ملائمة لتشجيع عمليات التحول لها.

تركيب هواء الأرض:-

يتحتوى هواء الأرض على نحو ١٠ أمثال تركيز ثانى أكسيد الكربون ونحو مثلين من تركيز بخار الماء بهواء الجو ، بينما يحتوى هواء الأرض على تركيز قليلاً من الأكسجين والنتروجين.وتختلف هذه التركيزات حسباً لنشاط الكائنات الدقيقة والمجموعة الحيوانية وجذور النبات.ويحتوى هواء الأرض على ميثان وأمونيا وكبريتيد الأيدروجين فى الظروف الاهوائية.
توجد كميات صغيرة من بعض الغازات ذائبة فى الرطوبة الأرضية كما تمسك غرويات الأرض على أسطحها كميات صغيرة من غازات مختلفة بخاصية الإلتصاق.
ويتراوح مقدار الأكسجين من ١٨ إلى ٢١ % فى الطبقة السطحية من الأرض الجيدة التهوية وينقص هذا المحتوى بالتعمق فى الأرض المبللة بالماء لفترة طويلة، ويتراوح مقدار ثانى أكسيد الكربون بهواء الأرض من ٠,١-٥% وقد يرتفع إلى ٢٠% .

يتغير تركيب هواء الأرض سريعاً إذ أن التركيب محصلة عمليتين سريعتى التغيير وهما تحول الأكسجين إلى ثانى أكسيد الكربون عن طريق تنفس الجذور والكائنات بالأرض وتجديد هواء الأرض بهواء البحر.

ويرتفع محتوى ثانى أكسيد الكربون بالأرض أثناء الصيف عن الشتاء ، وفى الأراضى المسمدة بالأسمدة العضوية والمعدنية لإزدياد نشاط الكائنات الدقيقة وزيادة معدل تنفسها وتنفس الجذور ، كما يرتفع بالأرض الرطبة عن الجافة وبالأرض الناعمة القوام عن الخشنة القوام وبالأرض المتعجنة أو الأرض الرديئة البناء عن الأرض الجيدة البناء لنقص معدل إنتشار الغازات.وفى كل هذه الحالات التى يزيد فيها ثانى أكسيد الكربون بهواء الأرض يقل محتوى الأكسجين.

ويختلف توزيع الأكسجين وثانى أكسيد الكربون بقطاع الأرض حيث يزداد محتوى ثانى أكسيد الكربون ويقل محتوى الأكسجين بازدياد العمق، كما يحدث تغيير موسمى فى تركيب هواء الأرض. يتوقف تركيب هواء الأرض على التبادل الغازى ومعدلات التفاعلات الكيميائية الحيوية وحجم الحيز الهوائى. كما يتوقف تركيز الأكسجين وثانى أكسيد الكربون بهواء الأرض كثيراً على النشاط البيولوجى وإضافة الأسمدة العضوية سيما فى ظروف توافر الحرارة والرطوبة.

المحاضرة السابعة / تجديد هواء التربة

يتفاوت معدل تكوين ثانى أكسيد الكربون بلتربة من نحو ٢ إلى ٢٠ حجم لكل متر مربع لكل يوم ويتوقف ذلك على درجات الحرارة ومحتوى الرطوبة والكساء الخضرى. وهكذا يتوقف تركيز ثانى أكسيد الكربون والأكسجين بهواء الأرض أساساً على معدل تكوين ثانى أكسيد الكربون.

تصبح تهوية الحقل رديئة فى حالتين أولاهما إرتفاع المحتوى الرطوبى بما لا يدع حيز كافياً للغازات وثانيهما عدم كفاية سرعة تبادل غازات الأرض مع غازات الجو بقدر لا يكفى للمحافظة على تركيزات الغازات بالأرض عند المستويات المرغوبة.

يحدث تبادل الغازات بين هواء الأرض وهواء الجو عن طريقتين أولاهما السريان الكمى وثانيهما الإنتشار. ويرجع الأول إلى الإختلاف فى مقدار الضغط بين هواء الجو وهواء الأرض ويتوقف مقدار هذا التبادل على حركة الرياح والضغط البارومترى وحرارة الأرض والهواء ولا يلعب هذا الطريق دوراً ذا شأن فى تهوية الأرض. وفى الإنتشار ينتشر كل غاز حسباً للضغط الجزئى له وهكذا حتى إذا تساوى الضغط الكلى لهواء الأرض مع الضغط الكلى كان ضغطه الجزئى بالأرض أقل ، كما ينتشر ثانى أكسيد الكربون من هواء الأرض إلى هواء الجو طالما كان الضغط الجزئى له بهواء الجو أقل.

ويعتبر الهواء الذائب فى ماء المطر مصدراً لإمداد الأرض بالأكسجين حيث يحتوى ١٠٠٠٠٠ لتر من الماء على ٤٣٣٩ جم من الأكسجين وهذا صحيح وتكافئ هذه الكمية نحو ٣٠٠٠ لتر من الأكسجين النقى فى الضغط الجوى.

إحتياجات النباتات لهواء التربة :-

يلزم الأكسجين لتنفس جذور النباتات أثناء حياتها الأمر الذى يقتضى إستمرار الإمداد بالأكسجين. وتنمو معظم الحاصلات فى ظروف يقل فيها محتوى الأكسجين بالهواء الحر بالأرض عن ٢١% ويقل النمو بإنخفاض المحتوى عن ١٠ % ومن الأهمية بمكان تجديد الهواء بما يتوفر معه الإمداد المستمر بالأكسجين. وينبغى ألا يقل إنتشار الأكسجين عن ٣٠ × ١٠-٨ جم/سم٣ بالدقيقة للنمو المرضى (براتراند وكوهنك ١٩٥٧).

تختلف بذور الحاصلات فيما بينها فى حاجتها للأكسجين لإنباتها فيلزم بذور الفول والقمح والذرة الشامية إرتفاع محتوى الأكسجين بالأرض عن بذور البرسيم الحجازى والأرز.

وتختلف بذور الحاصلات أثناء نموها بالحقل فى إحتياجاتها للأكسجين إذ يلزم البسلة وبنجر السكر والبطاطس إحتياجات مرتفعة ، ويلزم الذرة الشامية والقمح وفول الصويا إحتياجات معتدلة ، ويكفى بعض النجيليات تركيزات منخفضة نوعاً فيحتمل الذرة الرفيعة غمر الأرض بالماء لبضع أيام دون حدوث تأثير ضار. وينمو نبات حشيشة السودان نمواً لا بأس به فى ظروف التهوية المحدودة. وتعيش نباتات الأرز تحت غمر الأرض بالماء طوال حياة النبات بشروط ظهور المجموع الخضرى فوق سطح الماء ، ويرجع ذلك لوجود حجرات هوائية متصلة بنسيج القشرة ويكفى هذا لإمداد الجذور بالإحتياجات اللازمة من الأكسجين من الهواء الجوى.

وتختلف إحتياجات النباتات للأكسجين فى درجات الحرارة المختلفة إذ تزداد الإحتياجات فى درجات الحرارة المرتفعة عن المنخفضة. تبطء سرعة نمو معظم الحاصلات وينخفض النمو كلية بإنخفاض محتوى الأكسجين عن ٢% . ويفيد توافر الأكسجين بالأرض فى إستخدام النباتات للماء والعناصر الغذائية بكفاءة. ويقل إمتصاص النباتات للماء بنقص الأكسجين بهواء الأرض.
ويختلف تأثير التهوية على إمتصاص العناصر المختلفة ويلزم إمتصاص البوتاسيوم تهوية جيدة ويمكن ترتيب تأثير الأكسجين على إمتصاص العناصر الغذائية تنازلياً كما يلى : البوتاسيوم-الكالسيوم-الماغنسيوم-النتروجين الفوسفور (لوتون). تؤثر التهوية على تعمق الجذور ، وتختلف الحاجة للأكسجين بإختلاف سمك الجذر حيث يلزم الجذور السميكة إرتفاع تركيز الأكسجين بهواء التربة عن الجذور الرفيعة.

وتعانى النباتات من نقص الأكسجين بهواء الأرض وقد يؤدى ذلك عن طريق تكيفها لهذه الظروف. ويرجع الضرر الذى تعانيه النباتات فى ظروف التهوية الرديئة إلى نقص الأكسجين وليس إلى إرتفاع تركيز ثانى أكسيد الكربون وذلك فى حدود ٢٠% من هواء الأرض. وتتلخص علامات نقص الأكسجين على النباتات فى إصفرار الأوراق ونقص النمو والموت فى النهاية ويسهل إصابة النباتات النامية فى ظروف ردية التهوية بالأمراض كما تحد المركبات السامة للنبات كالأحماض العضوية والكحولات فى ظروف التهوية الردية من نمو الجذور.

تأثير التهوية على خصائص التربة :-

تنشط البكتيريا الهوائية فى ظروف التهوية الجيدة وتتكون كميات كبيرة من المواد العضوية والتى تفيد بدورها فى تكوين البناء المحبب بالأرض. ويؤدى نقص الأكسجين إلى نقص كميات المواد العضوية واللازمة لتكوين البناء الثابت. ولهذا تتميز الأرض الجيدة التهوية بالبناء الجيد.

وتنشط التهوية الجيدة البكتيريا الهوائية مثل بكتيريا التأزت مما يؤدى إلى زيادة خصوبة الأرض ، وإلى تحويل بعض المركبات المعدنية بالأرض إلى صورة صالحة للإمتصاص بواسطة النباتات. وتؤدى التهوية الجيدة إلى أكسدة المركبات السامة مثل كبريتات الحديدوز والكبريتيدات والنتريتات إلى مركبات غير سامة.

المادة العضوية :

تعتبر جميع المواد العضوية بالأرض حية أو ميتة ، متحللة أو غير متحللة ، مركبات بسيطة أو معقدة جزءاً من المادة العضوية بالأرض وتتكون من الخلايا الميتة للنباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة فى جميع مراحل تحلها ، و إفرازات النباتات والحيوانات وجميع المواد العضوية. وتستبعد الحيوانات التى تعيش بالحقل ، كما يرى البعض إستبعاد جذور النباتات من محتوى المادة العضوية بالأرض. ومن وجهة نظر أخرى تتضمن المادة العضوية بالأرض الكائنات الدقيقة الحية من بكتيريا إلى فطر وغيرها إستحالة فصلها من بقية المادة العضوية بالتربة.

يتضح مما سبق صعوبة تعريف محتوى المادة العضوية بالأرض تعريفاً قاطعاً ، وتقسم المادة العضوية من الناحية العلمية إلى مواد مدخرة ودبال. ويقصد بالمواد المدخرة المواد العضوية التى لم تتحلل بعد والجزء الذى يجرى فيه عملية التحلل بفعل ميكروبات الأرض وغيرها ، ويقصد بالدبال المادة العضوية السمراء بالأرض.وتتميز المواد المدخرة بارتفاع معدل تحللها بينما يتميز الدبال بإنخفاض معدل التحلل.

تركيب الدبال :

لما كانت المادة العضوية تعانى تغييراً مستمراً فى تركيبها إبتداء من إضافتها للأرض إلى فقدها بفعل الطائنات الحية الدقيقة لهذا فليس للدبال تركيب ثابت. ويحتمل أن يكون معقد الأحماض الأمينية والمواد شبيهة اللجنين أهم المركبات المكونة للدبال حيث يبلغ محتوى اللجنين بالدبال ٤٠-٤٥ % والمواد البروتينية ٣٠-٣٥ % ويتضمن الدبال إلى جانب ذلك مواد هامة مثل الكربوأيدرات والسليلوز والهيميسليلوز والدهون.ويبلغ المقدار التقريبي للمكونات المختلفة ما يلى:-

-٤٥% مركبات شبيهة اللجنين.

-٤% سليلوز.

-٧% هيميسليلوز.

-٣% دهون وشموع وراتنجات.

-٦% مواد أخرى.

توزيع المواد العضوية بالتربة :-

لا يتجاوز مقدار المادة العضوية في بعض الترب العراقية ٢% ويرجع إنخفاض محتوى المواد العضوية في هذه الترب إلى إرتفاع درجة حرارة المنطقة وإرتفاع الكالسيوم بالأرض مما يشجع إحتراق المادة العضوية. وتقسم الأراضى المعدنية حسباً لمحتواها فى المادة العضوية إلى :-

نوع الأرض	محتواها من المادة العضوية
أراضى فقيرة جداً فى المادة العضوية	(صفر-١%)
وأراضى فقيرة	(١-٢%)
أراضى متوسطة	(٢-٤%)
وأراضى غنية	(٤-٨%)
وأراضى غنية جداً	(٨-٢٠%)

يزيد محتوى الدبال فى الطبقة السطحية عن الطبقة تحت السطحية من الأرض وعموماً ينخفض المحتوى بالعمق فى قطاع الأرض حتى ينعدم. ومعدل الإنخفاض فى محتوى المادة العضوية تدريجي فى الأراضى المنزرعة بالنجيليات وسريع فى أراضى الغابات حيث تقع معظم بقايا المادة العضوية على سطح الأرض.

تبلغ نسبة الكربون إلى النتروجين فى الدبال بالأراضى المعدنية ١٠ :١ فى كثير من المناطق وترتفع هذه النسبة فى طبقة تحت سطح الأرض عن الطبقة السطحية . ويرتفع مقدار هذه النسبة بالدبال فى المراحل الأولى من تحلله بالأراضى الرطبة.

العوامل المؤثرة على محتوى الدبال:-

يتوقف محتوى الدبال بالأرض على محتوى الرطوبة ودرجة الحرارة والتهوية وطول النهار والعناصر الغذائية. ويعتبر محتوى الدبال محصلة لعمليتى التكوين والفقد فيبطء التكوين فى الأراضى الغدقة لنقص مقدار الأكسجين اللازم لنشاط الكائنات الحية ولأكسدة المادة العضوية ويسرع تحلل المادة العضوية وبالتالى فقدها فى ظروف إرتفاع درجات الحرارة وإرتفاع محتوى الكالسيوم بالأرض ويلاحظ نقص فرصة تراكم الدبال بالأراضى الرملية والخفيفة لأكسدة المادة العضوية أكسدة تامة.

وظائف المادة العضوية بالتربة :

تلعب المادة العضوية دوراً هاماً فى زيادة قدرة التربة على الإنتاج للوظائف المتعددة التى تقوم بها وتتلخص أهم هذه الوظائف فيما يلي :-

١-إمداد الكائنات الدقيقة بالغذاء والطاقة. لما كانت المادة العضوية تحتوى على سكريات ودهون وبروتينات ، لهذا فانها تمد الكائنات الدقيقة بالغذاء والطاقة.

٢-المساهمة فى تغذية الحاصلات عن طريق تحللها وعن طريق السعة الكاتيونية للدبال.

تتحرر العناصر المعدنية المختزنة من المادة العضوية أثناء تحللها وتستخدم النباتات هذه العناصر. ويحتفظ الدبال بالأملاح المعدنية الذائبة حتى بعد نقص الماء ثم تتحرر هذه المواد ثانياً ببطء عند إضافة الماء.

٣-إمداد الأرض بالمواد اللازمة لتكوين وثبات الحبيبات المركبة. لما كان للدبال صفات غروية تكسبه القدرة على ربط حبيبات الأرض ببعضها لهذا يشجع الدبال تكوين البناء الحبيبى للأرض.

٤-تحسين قدرة الأرض على الإحتفاظ بالماء وهكذا تزيد المادة العضوية قدرة الأراضى الرملية على الإحتفاظ بمائها.

٥-المساعدة فى تنظيم التحات والإنسياب السطحى للماء.

٦-تحسين تهوية الأراضى الثقيلة عن طريق تشجيع تكوين الحبيبات المركبة.

٧-إكساب الأرض لوناً داكناً مما يزيد قدرتها على إمتصاص الحرارة.

يتضح مما سبق أن للمادة العضوية بالأرض تأثيراً بيولوجيا وكيميائياً وطبيعياً ويمكن تلخيصها فيما يلي:-

١-التأثير البيولوجى: إمداد المادة العضوية الميكروبات بالطاقة والكربون والعناصر المعدنية.

٢-التأثير الكيميائى: إمداد المادة العضوية الأرض بثانى أكسيد الكربون والنترات والكبريتات والأحماض العضوية والتى تساعد فى إذابة المواد وإمداد النباتات بالعناصر الغذائية بطريق مباشر وغير مباشر.

٣-التأثير الطبيعى: تشجيع تحبيب الأرض وحماية الحبيبات المركبة من هدم الماء لها ، وتشجيع تهوية الأرض ونفاذية وتسرب الماء خلالها وتقليل الفائض السطحى للماء والتحات.

تأثير الدبال على نمو النباتات :-

يؤثر الدبال على نمو النباتات تأثيراً غير مباشر بالتأثير على خصائص الأرض.

تتخلق كثير من المواد أثناء تحلل المادة العضوية وتختلف أهمية هذه المواد من حيث التأثير على نمو النباتات. وتتكون فيتامينات بالأرض أثناء تحلل أنسجة النباتات التى تحتويها.ويحتمل حصول النباتات الراقية على فيتامين ١٢ من الأرض مباشرة لعدم قدرتها على تمثيله مع قدرة النباتات الدنيئة كالبكتيريا والفطر على تمثيله.

يتكون حامض الهيوميك أثناء تكوين الدبال ويشجع هذا الحامض النباتات فى إمتصاص العناصر الغذائية ونمو الجذور كما ينشط العمليات.

لون التربة :

يعتبر اللون أحد الخصائص الهامة الشائعة الإستخدام فى وصف الأرض عن غيرها من الخصائص. ويؤثر اللون تأثيراً غير مباشراً على نمو النبات عن طريق التأثير على الحرارة والرطوبة.وتختلف مكونات الأرض فى ألوانها فالدبال أسود أو بنى وأكاسيد الحديد حمراء أو بنية صفراء أو صفراء حسباً لدرجة التأدرت والحديد المختزل أخضر مزرق والكوارتز أبيض غالباً والحجر الجيرى أبيض أو أزرق أو أخضر زيتونى أحياناً والطين رمادى او أبيض أو أحمر ويتوقف على نوع وكمية الغطاء من الحديد ويأخذ الفلسبار ألواناً مختلفة وأن كان يغلب اللون الأحمر.

الألوان الشائعة :-

تأخذ الأرض من الناحية العلمية جميع الألوان فقد تكون بيضاء أو حمراء أو بنية أو رمادية أو صفراء أو سوداء وقد تكون مخضبة باللون الأزرق أو الأخضر إلا أنه لا توجد أراضى زرقاء أو خضراء نقية. تنتشر الأراضى الحمراء أو الصفراء فى المناطق الإستوائية والأراضى الرمادية بالمناطق الرطبة والباردة وتتلون الأراضى الرملية فى مصر باللون الأصفر وتزداد قتامة اللون بازدياد المادة العضوية والطين وتتلون الأراضى الطينية فى مصر باللون الأسود وقد تغطى الأراضى المالحة بطبقة بيضاء اللون.

حموضة التربة :-

تعتبر حموضة الأرض أحد الخصائص الهامة لها ويعبر عنها برقم يسمى رقم الحموضة ويقصد به الأس السالب لتركيز أيون الأيدروجين بالجرامات فى اللتر ، ويكون الوسط متعادلاً إذا كان رقم الحموضة ٧ ($١٠^{-٧}$) وتزداد درجة الحموضة بانخفاض هذا الرقم ، وتسمى الأرض حينئذ أرضاً حامضية ، كما تزداد القاعدية بارتفاع الرقم عن ٧.وقد تكون الأرض قلوية خفيفة أو معتدلة أو شديدة أو شديدة جداً وبالمثل قد تكون الأرض حامضية أو معتدلة أو شديدة أو شديدة جداً حسباً لرقم حموضتها. وعموماً تتراوح حموضة الأرض عن ٣ فى بعض الأراضى العضوية. وتتميز الأراضى بالمناطق الجافة الرديئة الصرف بقلويتها بينما تتميز الأراضى بالمناطق الإستوائية الممطرة بحموضتها. ويتراوح رقم حموضة الأراضى المصرية من ٧-٨ لقلة الأمطار وسوء الصرف. وقد ينخفض رقم الحموضة أحياناً فى الأراضى الرملية عن ٧.

المصادر :

- كتاب علم وتقانة البيئة تأليف فرانك ســـبيلمان ، نانســـي وايتنغ . مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. 2012.
- أســس علم البيئة النباتية. تأليف أ.د عبد الفتاح بدر ، د. عبد العزيز عبد الله قاســم. قســم العلوم الطبيعية _ كلية التربية / جامعة الملك عبد العزيز. 2008.

References :

1- Colinvaux, P.A. (2008) Introduction to Ecology. John Wiley and Sons, Inc . New York.

2- Crawley, M.J. (2016) . Plant Ecolgy .Blackwell Sci. Publ. Oxford.

3- Dobson, M and C. Frid (2001) Ecology of Aquatic Systems. Addison Wiesly Longman Limited .Essex.

4- Etherington , J.R. (2012) Environmental and Plant Ecology . 2nd Ed JohnWiley and Sons, New York.