جامعة دمياط

كلية العلوم

قسم النبات والميكروبيولوجى

المحاضرة السابعة
تانية تربية بيولوجى

إعداد

ممدوح محمد سالم سراج

أستاذ علم البيئة النباتية
قسم النبات و الميكروبيولوجى
كلية العلوم – جامعة دمياط

قوام التربة (Soil Texture)

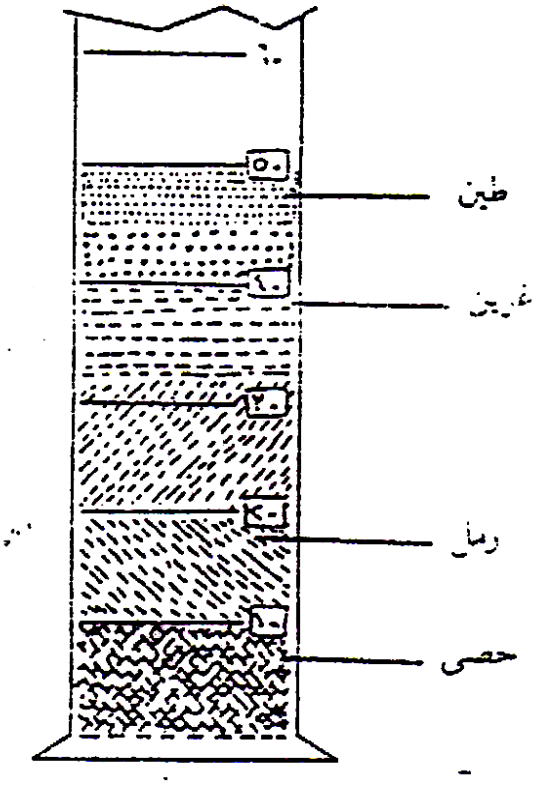
تدل جميع الاختبارات التى أجريت على التربة على أنها تتكون من حبيبات صلبة لا يمكن بأي حال من الأحوال إحصاؤها ، مختلفة الأحجام والأشكال بعضها مجرد أجزاء صغيرة من الصخور المفتتة تتراوح في الحجم ما بين الحصي إلى الرمل الناعم ، والبعض الآخر من مواد عضوية متحللة. وكل تربة تحتوي بشكل عام على نسب مختلفة من الحبيبات ذات الأحجام المختلفة. وتتصف الأجسام المختلفة الرئيسية من حبيبات التربة حسب أحجامها إلى الرمل Sand ، والطمي Silt ، والطين Clay.

وتعتبر حبيبات الرمل أخشن الحبيبات ، فقد يزيد قطرها على ٢مم ، بينما الطمي تكون حبيباته وسطاً في أحجامها بين الرمل والطين ، وهذا الأخير يمتاز بأن حبيباته أصغر

الحبيبات وأدقها حجماً وهي على عكس حبيبات الرمل ، تمتص الماء بوفرة ولها عمل كيميائي ، وسعة مائية كبيرة وقابلية للتشكل عالية ، ومن خصائصها أيضاً أنها تنتفخ عند ابتلالها وتنكمش وتتقلص عند جفافها ، وفي العادة يصاحب الانكماش تشقق التربة وتعد هذه الخصائص خصائص غروية.

وتتكون حبيبات الطين عادة تحت تأثير عوامل مناخية مختلفة كالتعرية الجزئية لبعض مواد الصخور كالركاز الابتدائية وهذه هي مادة الفلسبار Felspar ، وتتعرض صخور الفلسبار لعوامل التعرية فيؤدي هذا التعرض إلى تكوين سليكات الألومنيوم وهي مادة حبيبات الطين ، ويمكن أن نطلق عليها اسم بروتوبلازم التربة لأنها في العادة تقابل البروتوبلازم بالنسبة للجسم الحي ، حيث إن من خصائصها إمساك الماء والمواد الغذائية ، وإتاحة اختراق الجذور لها وامتصاص تلك المواد منها ، ولأنها تقوم في التربة بعملية مهمة يطلق عليها اسم التبادل القاعدي Base exchange

، ويعتبر هذا التبادل تفاعلاً كيميائياً مهماً يحدث في غرويات التربة العضوية وغير العضوية على السواد ، وهذه العملية هي المؤولة عن التغذية المعدنية للنبات.



فصل حبيبات التربة إلى مكوناتها المختلفة

ويقاس قوام التربة عادة في المختبرات بطريقة يطلق عليها اسم التحليل الميكانيكي للتربة Mechanical analvsis ،

وتعتمد هذه الطريقة على فصل حبيبات التربة إلى مجاميع ذات أحجام حبيبية مختلفة.

ولقد تم الاتفاق في الجمعية العمومية لعلوم التربة على تحديد ثلاث مجاميع رئيسية من حبيبات التربة (شكل ٩٤) على النحو التالي :

الرمل Sand وحجم حبيباته (ملم) ٠.٢ – ٠.٠٢

الطمي Silt وحجم حبيباته (ملم) ٠.٠٢ – ٠.٠٠٢

الطين Clay وحجم حبيباته (ملم) أقل من ٠.٠٠٢

فالرمل يتراوح قطر حبيباته ما بين ٠.٢ – ٠.٠٢ وتكون حبيباته مفككة منفردة ، وترى عادة بالعين المجردة وعندما يتم فركها بين الأصابع يستطيع الإنسان الشعور بها ويلاحظ أنها سائبة وغير متماسكة.

وقد تحتوي التربة على كثر من الرمل ولكنها تحتوي أيضاً على كمية كافية من الطين والطمي ، وهذه تعطي التربة صفة الالتصاق والتماسك ويطلق عليها اسم الطمي الرملي Sandy loan ويتصف المكون الرملي للتربة ببعض الصفات إذ أنه إما أن يكون الرمل خشناً Coarse أو متوسطاً Medium أو ناعماً Fine وقد يكون فائق النعومة Very fine .

أما التربة الغرينية Silt فهي تتكون من أحجام متساوية تقريباً من الرمل والطمي والطين وتكون ناعمة الملمس أحياناً ، وتمتاز بلدونتها ، وقد تتقلص عندما تكون جافة (ويتراوح حجم حبيباتها من ٠.٠٢-٠.٠٠٢مم) وهناك طراز من التربة يطلق عليه اسم الظمى الطينى Clay loam وهو عبارة عن تركيب رقيق جداً من التربة تتكسر إلى كتل من الطين عندما تكون جافة بينما تفرك باليد لتتحول إلى عجينة شريطية عندما تكون رطبة يمكن تقطيعها بسهولة . ويأتى بعد ذلك ما يسمى بالطين Clayأو التربة الطينية وهذه تتكون من أصغر حبيبات التربة وأرقها ، وتكون دائماً متماسكة ، وعندما تكون مبتلة وتجف تتشقق إلى كتل ، ولها خصائص اللدونة ، وحجم

حبيباتها أقل من ٠.٧ سم ، وكثيراً ما توجد فى مقطع التربة الصحراوية طبقة عليا يطلق عليها إسم الطبقة الرملية الخشنة أو الحصوية ، وهذه تتكون من خليط من نسبة عالية من الحصى أو الحجارة والرمل الخشن وقليل جداً من الغرين والطين ويكون قطر معظم حبيباتها فى العادة أكثر من ٢ مم. وتسمى الفراغات الثقبية الموجودة فى أية تربة فى مجموعها بالمسامية Porosity والمسامية أكبر فى التربة الطينية منها فى التربة الرملية ومع ذلك فإن تحرك الماء والهواء فى التربة الرملية أيسر بكثير منه التربة الطينية والسبب فى ذلط أن تحرك الماء والهواء ونفاذها فى التربة يتوقف على حجم الثقوب واتساعها أكثر مما يتوقف على المسامية فى مجملها . والثقوب فة التربة الرملية معظمها من النوع الواسع لذا يطلق عليها اسم الثقوب غير الشعرية Non-capillary pores أما فى التربة الطينية فالثقوب معظمها من النوع الضيق والذى يطلق عليه اسم الثقوب الشعرية Capillary pores ويتعذر مرور الهواء فى مثل هذه الثقوب أما التربة النموذجية فهى التى تكون فيها نصف المسامية من ثقوب غير شعرية تسمح

بمرور الغازات والماء والنصف الآخر من ثقوب شعرية تحتفظ بنسبة كبيرة من الماء . التربة جيدة الصرف والتهوية ولكنها قليلة الاحتفاظ بالماء ن وهذا فى العادة يعد من عيوب التربة الرملية أما التربة الطينية ذات الحبيبات الدقيقة المنفردة فهى على العكس من التربة الرملية ترتفع فيها نسبة الثقوب الشعرية ولذلك تكون رديئة التهوية رديئة الصرف ولكنها كثيرة الاحتفاظ بالماء . ورداءة التهوية والصرف هى أكبر عيوب التربة الطينية ذات الحبيبات المتفرقة ويرتبط التركيب الميكانيكى للتربة عادة بخصائصها ويتمثل هذا الارتباط فى النواحى الآتية :

١- ارتباطه بقدرة التربة على حمل الماء وهذا يطلق عليه اسم السعة المائية للتربة Soil water capacity ، لأن التربة التى تحتوى على نسبة كبيرة من الحبيبات الدقيقة يكون مجموع أسطح حبيباتها كبيراً وها يزيد من قدرتها على حمل الماء ، لأن الماء يكون موجوداً فى التربة إما على شكل أغشية مغلقة للحبيبات أو يكون موجوداً فى الزوايا التى بين الحبيبات أو قد يكون ممسكاً بخاصية التشرب . وهذه تعد

من أهم خصائص الغرويات Colloids وفى هذه الحالات يكون الماء ممسوكاً بقوى سطحية كبيرة وتقدر القوة السطحية بحاصل ضرب مساحة السطح × التوتر السطحى .

S.force = S. area XS. Tension (s=surface)

١- ارتباط بإنفاذ الماء Permeability فالماء ينفذ بسهولة عظيمة فى التربة الخشنة ذات الحبيبات الكبيرة ويبطء نسبياً فى التربة ذات الحبيبات الدقيقة ، ولهذا السبب يضيع من ماء المطر الساقط على الأراضى الطينية بالانسياب السطحى.

٢- أما العلاقة التالية فتتركز فيما يسمى بالمقاومة الميكانيكية Mechanical resistance . ومن نتائج هذه المقاومة إعاقة اختراق الجذور للتربة وهو ما يلاحظ في الأراضي الطينية نظراً لأن حبيباتها الثقيلة ذات خصائص غروية تعمل على تماسكها بقوة وصلابة ، فتكون بذلك مقاومتها لاختراق الجذور أشد من مقاومة التربة ذات

الحبيبات الخشنة والتى تحتوي على نسب عالية من حبيبات ذات أحجام كبيرة وليست لها خصائص غروية.

٣- ثم تأتي بعد ذلك العلاقة التى تربط تركيب التربة الميكانيكي بخصائص التربة الانتاجية والتى تتمثل في خصوبة التربة Soil ferility فالغرويات – كما قدمنا – توجد بنسب عالية في التربة ذات الحبيبات الدقيقة وبنسب أقل في التربة ذات الحبيبات الخشنة والكاتيونات فهي التى تشكل الهرم الأساسي في تغذية النبات وتوجد مجتمعة عل سطح الغرويات. وعليه فإن الأراضي الثقيلة (أي ذات الحبيبات الدقيقة الغروية) تكون أكثر خصوبة من الأراضي الخفيفة.

٤- أما التهوية Aeration فتتأثر هي أيضاً بالتركيب الميكانيكي للتربة ، ذلك أن التهوية تكون أفضل في التربة ذات الحبيبات الكبيرة وكذلك في التربة ذات الحبيبات المركبة ، أي التى تتجمع حبيباتها الدقيقة في مجاميع حبيبية ، وذلك لأن الفراغات الهوائية التى يتحرك فيها الهواء داخل التربة تكون أوسع في هاتين الحالتين مما

يساعد على مرور الغازات وانتقالها في يسر وسهولة وبذلك يمكن التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس الجذور وتنفس كائنات التربة الدقيقة لكي يحل محله غاز الأكسجين . أما التربة التى تكون حبيباتها الدقيقة مشتتة ، بمعنى أنها لا تتجمع في مجاميع حبيبية مركبة ، فتكون مسامها ضيقة وبالتالي تكون تهويتها رديئة كما يف الأراضي السبخة.

التركيب الكيميائي للتربة

Chemical composition of Soil

محلول التربة (Soil Solution) :

المواد القابلة للذوبان في الماء والموجودة في التربة يمكن استخلاصها لتكون ما يسمى بمحلول التربة. وإذا قمنا بتحليل مياه الصرف نجد أنها تحتوي على مجموعة من المواد الذائبة تمثل في مجموعها محلول التربة وهذا المحلول هو عادة

محلول مائي مخفف يتراوح تركيزه في الأراضي الزراعية الجيدة من ٠.٠٠٥% – ٠.٢%.

وتنحل الأملاح الموجودة في محلول التربة عادة إلى أيوناتها ، أي أنها شكل أيونات ، ويبلغ الضغط الأسموزي لمحلول التربة في الأراضي الزراعية الجيدة ما بين ٠.٢ – ١.٠ ضغط جوي وهذا الضغط الاسموزي لمحلول التربة أقل من الضغط الأسموزي لجذور معظم النباتات لأن الضغط الأسموزي للجذور يتراوح بين ٥ ، ٢٠ ضغطاً جوياً.

يحتوي محلول التربة على المواد الآتية :

أولاً : الأملاح المعدنية التى توجد بالرماد النباتي.

ثانياً : نسبة من النترات أو الكبريتات أو الفوسفاتات الناتجة من تحليل النفايا العضوية . وتتراوح كمية النيتروجين التى تحتويها التربة على شكل نتراتات ما بين ٣٠٠ جزء من المليون ، أما الفوسفاتات فنسبتها أقل من ذلك بكثير إذ أنها لا تزيد على ١ – ٢ جزء في المليون.

ثالثـــاً : المواد الذائبة التى تبنيها البكتريا وغيرها من كائنات التربة الدقيقة.

رابعــاً : المواد الذائبة التى تفرزها الجذور النباتية.

خامساً : جانب كبير من البوتاسيوم يتراوح ما بين ١٠ – ٤٠ جزءاً من المليون من وزن التربة.

سادساً : بعض الغازات المهمة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون توجد ذائبة في محلول التربة.

يتم الحصول على عينة من محلول التربة بإحدى الطرق الأربع الآتية :

١- الضغط المباشر :

حيث تعرض التربة لضغط مباشر شديد يعتصر فيه الماء من التربة فيسقط إلى أسفل.

٢- القوة الطاردة المركزية :

وفي هذه الطريقة تعرض التربة لقوة طاردة مركزية في أحد أجهزة الطرد المركزي فينفصل محلول التربة السائل عن حبيبات التربة الصلبة.

٣- الإزاحة السفلية :

ويتم ذلك بإحلال سوائل كالماء أو الكحول الإثيلي أو الزيت محل محلول التربة وذلك بوضع التربة في اسطوانات معدنية مثقبة القاع وإضافة الماء أو الزيت أو الكحول من أعلى فتزيح هذه السوائل محلول التربة وتحل محله.

٤- الطريقة العادية :

وفيها ترج التربة مع حجم معين من الماء مدة كافية تم ترشيح أو تروق.

وفي جميع الأراضي الطبيعية توجد مواد الغذاء المعدني في محلول التربة بمقادير كافية لتحقيق نمو كساء خضري . وليست هناك سوى أرض قليلة هي التى تفتقر إلى المواد

الأساسية مثال ذلك الأراضي الرملية التى تتكون حبيباتها من السليكا أو الكوارتز بصفة نقية. وبعض أنواع أخرى من التربة ، ولكن يوجد العديد من الأراضي الرملية المجدبة التى لا تصلح لنمو كساء خضري ليس لنقص في محاليل من المواد الغذائية المعدنية ولكن عدم قدرة هذا النوع من الأراضي على الاحتفاظ بمقادير كافية من الماء أي لنقص في سعتها المائية. وفي الجهات التى تزرع بها المحاصيل بصفة مستمرة يلزم إضافة مواد الغذاء المعدني للتربة (وعلى الأخص النتراتات) من وقت لآخر في صورة مخصبات (أسمدة).

اختلاف تركيب وتركيز محلول التربة في مختلف الأراضي

من الملاحظ أن تركيب محلول التربة وتركيزه يختلفان في الأراضي المختلفة ذلك إلى أسباب عديدة أهمها:

١- اختلاف القدرة الاذابية للماء في الأراضي المختلفة :

هذه القدرة الإذابية تتوقف على مقدار ما بالماء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 الجوي .

٢- كمية غرويات التربة وأنواعها :

يختلف التركيب والتركيز حسب كمية غرويات التربة وأنواعها وذلك لأن هذه الغرويات تمسك إليها المواد الذائبة في صورة أيونات بخاصية التجمع السطحي حبيباتها ، فيمنعها ذلك من الانتشار في محلول التربة ومن زيادة تركيز هذا المحلول وغرويات التربة تحتوي على أيونات سواء في طورها الصلب أو في طورها السائل وسواء كانت غرويات (عضوية) أي دبال أو غرويات غير عضوية (أي حبيبات طينية) ، في جميع هذه الحالات الأربع تتجمع الايونات على سطحها بخاصية التجمع السطحي ولا تكون متاحة في محلول التربة للامتصاص الجذري.

٣- كمية الماء الموجود بالتربة :

تختلف كمية المواد الذائبة التى بمحلول التربة تبعاً لكمية الماء الموجود بالتربة أي تبعاً للمحتوى المائي فكلما زاد ماء التربة زادت كمية المواد الذائبة الموجودة في المحلول ولو أن

تركيـز المحلـول يـنقص بزيـادة المحتـوى المـائي. وتلتصـق الشـعيرات الجذريـة بجـدرها الهلاميـة التصـاقاً وثيقـاً ومباشـراً بالأغشـية المائيـة والمحتويـة علـى محـول التربـة والتـى تغلـف حبيبات التربة.

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

١- كمية المطر.
٢- الامتصاص الجذري.
٣- التبخر.
٤- الصرف.
٥- استنزاف الكساء الخضري لبعض مواد الغذاء المعدني الموجود في التربة.
٦- تسرب كميات أخرى من هذه المواد بالرشح إلى أغوار التربة.

٧- يؤدي استمرار زراعة المحاصيل إلى إنقاص كمية المواد الغذائية المعدنية الموجودة في التربة ، بينما يعمل تبوير الأراضي على زيادة هذه المواد .

٨- نشاط كائنات التربة الدقيقة يغير باستمرار من كمية النيتراتات وهذه بدورها تؤثر على كمية القواعد الذائبة في محلول التربة لأن النتراتات مع الماء تكون حمضاً وهذا الحمض يعتبر مذيباً قوياً. فزيادة النتراتات يؤدي إلى زيادة القواعد الذائبة. وطبيعي أن يكون محلول التربة في تغير دائم من حيث التركيب والتركيز ما دام يحتوي على المواد الغذائية التى يمتصها النبات باستمرار ، وكلما استنزفت كمية من هذه المواد بالامتصاص النباتي فإن كمية مقابلة لها تتحرر من غرويات التربة لتعويض الكمية الممتصة.

ومن الضروري في دراسة محلول التربة وتقدير تركيبه وتركيزه أن نأخذ في الاعتبار إمكانية ذوبان بعض المواد وتحولها إلى محلول حقيقي وامتصاص النبات لها قبل أن تتمكن من الانتشار في محلول التربة والتأثير على تركيزه وقد

يكون حدوث ذلك نتيجة للارتباط الوثيق بين الشعيرات الجذرية وغرويات التربة ، ونتيجة لارتفاع التركيز الجزئي لثاني أكسيد الكربون على سطح الجذور الماصة والشعيرات الجذرية ونتيجة لزيادة تركيز الأحماض المتكونة بيولوجيا عند سطح الشعيرات الجذرية.

تفاعل التربة Soil Reaction

تعتبر التربة حامضية إذا كان تركيز أيون الإيدروجين في محلولها أعلى من تركيز أيون الهيدروكسيل وتكون التربة متعادلة إذ تساوي تركيز الأيونين ويعبر عن تفاعل التربة بما يسمى بالرقم الإيدروجيني ويسمى أيضاً بالجهد الإيدروجيني ويرمز له عادة بالرمز PH ، ويكون محلول التربة متعادلاً إذا كان تركيز أيون الإيدروجين ٧ بينما تكون التربة حامضية إذا كان أقل من ٧ وقاعدية إذا كان الرقم أعلى من ٧.

وتفاعل التربة له تأثير كبير على مدى صلاحيتها لنمو النباتات فإذا كانت من نباتات المحاصيل تأثرت كمية المحصول الذي تنتجه بدرجة حموضتها أو قلويتها وتختلف النباتات المختلفة في مدى احتمالها للحموضة أو القلوية وأفضل رقم هيدروجيني لنمو معظم النباتات يتراوح بين ٦.٥ – ٧.٥ أي في المدي القريب من درجة التعادل ، على أنه في المناطق الجافة يكون تفاعل التربة عادة قلوياً ، وفي كثير من الجهات لا يقل عن ٨ ، أما في المناطق الرطبة ذات الأمطار الغزيرة فتكون التربة عادة حامضية ويعزى ذلك للأسباب الآتية :

١- رشح الأملاح وخاصة القابلة للذوبان إلى أسفل مع ماء المطر وعلى الأخص كربونات الكالسيوم وهذه الأملاح معظمها قاعدية وبهبوطها إلى أسفل تصبح التربة السطحية حامضية.

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

٣- تتحرر أحماض من المكونات المعدنية للتربة ومن المواد العضوية المتحللة الموجودة بها ، ومن بين الأحماض المعدنية حمض النيتريك الذي يتكون جانب منه أيضاً نتيجة لنشاط البكتيريا ، وحمض الكبريتيك الذي يمكن أن يتكون بتأكسد المواد الحاملة للكبريت والموجودة في التربة ، وحمض الايدروكلوريك الذي يتكون بكميات كبيرة نتيجة لتفاعل المياه المالحة مع التربة في الأراضي القريبة من البحار والمسطحات الملحية.

ويتكون حمض الكربونيك باستمرار بكميات وفيرة نتيجة ذوبان ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس جذور النباتات الراقية وكائنات التربة الدقيقة في الماء ، أما الأحماض العضوية فيوجد منها الكثير في التربة ، من بينها حمض الأوكساليك وحمض اللاكتيك (أو اللبنيك) وهذه الأحماض الثلاثة تنتج من تحلل السيليلوز وغيره من المركبات العضوية الموجودة في المخلفات النباتية . وبعض الأحماض العضوية

تفرزها الجذور كما أن الأحماض الأمينية تنتج من الانحلال البروتيوليتي (Proteolysis) ، وهو انحلال البروتينات إلى أحماض عضوية في المواد ذات الأصل العضوي المحتوية على بروتينات.

مقارنة حموضة التربة السطحية بحموضة التربة التحتية :

في الجهات ذات الأمطار الغزيرة تكون التربة السطحية عادة أكثر حامضية من التربة التحتية لأن الأمطار تغسل الأملاح القاعدية الموجودة في التربة السطحية باستمرار وترشح تلك الأملاح إلى الطبقات السفلي حيث تتجمع فيها.

تفاعل التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة :

تفاعل التربة في تلك المناطق إما أن يكون متعادلاً وإما أن يكون قلوياً ولكن لا يكون حمضياً ، وذلك لقلة سقوط الأمطار مما يعمل على بقاء القواعد (أي الأملاح القاعدية) في الطبقة السطحية وعدم تسربها إلى أسفل. ومما يساعد على بقاء القواعد في الطبقة السطحية وعدم تسربها إلى أسفل . ومما يساعد على بقاء القواعد في الطبقة السطحية أيضاً عدم

تكوين أحماض عضوية نظراً لقلة الغطاء النباتي فوق سطح الأرض وما يترتب على ذلك من قلة الدبال المتحلل في مثل هذه الأقطار لأن وجود الدبال وتحلله ينتج عنه تكوين أحماض عضوية.

العلاقة بين الرقم الايدروجيني وبعض خصائص التربة

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

١- التغذية الفسفورية :

وذلك أنه في الأراضي شديدة الحمضية التى يقل رقمها الإيدروجيني عن ٥ تتكون أملاح فوسفات الحديد والألومونيوم وفوسفات هذين العنصرين قليلة الذوبان في الماء ولذلك لا يستطيع النبات امتصاصها والحصول منها على ما يلزمه من غذاء فسفوري أما في الأرقام الإيدروجينية الحامضية القريبة من درجة التعادل أي فيما بين الرقم ٥ ، ٧ وهو رقم التعادل

فإنه يكون هناك قدر ملائم من القواعد في التربة مثل الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم وبذلك يمكن أن تتكون فوسفات هذه العناصر القاعدية وهي قابلة للذوبان في الماء بسهولة وبذلك يستطيع النبات أن يمتصها ويحصل منها على غذائه الفسفوري.

٢- التغذية الحديدية :

يحدد الرقم الغيدروجيني درجة ذوبان كثير من الأملاح المعدنية مثل أملاح الحديد والزنك والمنجنيز والماغنسيوم وغيرها من الأملاح اللازمة لتغذية النبات ، وعندما يكون محلول التربة شديد القلوية أي مرتفع الرقم الإيدروجيني كثيراً تصبح أملاح الحديد البسيطة عديمة الذوبان نسبياً ، ولذلك يفقد النبات لونه الأخضر بتأثير هذه المحاليل شديدة القلوية نظراً لكون عنصر الحديد يعمل كوسيط في تكوين الكلوروفيل ، أما إذا كانت التربة شديدة الحمضية فإن درجة ذوبان كثير من العناصر مثل الألومنيوم والحديد والمنجنيز والزنك تزداد إلى حد أن تصبح هذه العناصر شديدة السمية للنبات. يتبين

من هذا أن الأراضي القريبة من درجة التعادل هي أكثر أنواع الأراضي ملاءمة لنمو معظم النباتات.

٣- جودة الصرف والتهوية (درجة نفاذية التربة) :

من المعروف أن الحبيبات الفردية الموجودة بالتربة تحمل شحنات كهربائية سالبة على سطوحها ، وهذه الشحنات لا تتعادل إلا إذا تجمعت على سطح غرويات التربة بعض الكتاتوينات أي الأيونات القاعدية وخاصة منها الكاتيونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والماغنسيوم أما كانيون الإيدروجين أحادى التكافؤ فهو لايكفى بمفرده لمعادلة الشحنات السلبة الموجودة على أسطح حبيبات التربة الغروية . ففى حالة التربة شديدة الحمضية تكون أيونات الكالسيوم والماغسيوم قليلة تكفى لمعادلة الشحنات السالبة التى على سطح الحبيبات الغروية وبذلك تظل هذه الحبيبات مشتتة نظراً لتشابه شحناتها ولاتتجمع لتكوين حبيبات مركبة أو مجاميع حبيبية فتظل الثقوب والفراغات فيها ضيقة من النوع الشعرى

وبذلك تكون قليلة الإنفاذ للماء والهواء معاً ، وبعبارة أخرى تكون رديئة الصرف والتهوية . وفى التربة القريبة من دلاجة التعادل تستطيع أيونات الكالسيوم والماغنسيوم معادلة الشحنات السالبة الموجودة على سطح الحبيبات الغروية وعندئذ تتجمع هذه الحبيبات البسيطة لتكوين حبيبات مركبة ، وتصبح التربة منفذة للماء جيدة التهوية . وفى التربة شديدة القلوية يزداد عدد أيونات الصوديوم والبوتاسيوم المتجمعة على سطح الحبيبات الغروية وهى أيونات موجبة الشحن مما يؤدى إلي تنافرها وعدم تجمعها وهذا من شأنه إفساد الخصائص الطبيعية للتربة من حيث جودة الصرف والتهوية . ولإصلاح الأراضي حمضية التفاعل تضاف كميات من مسحوق الحجر الجيرى من وقت لآخر ، وهذا من شأنه معادلة الأحماض الموجودة بالتربة وزيادة نسبة الكالسيوم بها . أما لإصلاح الأراضى القلوية فتستعمل مواد حمضية التفاعل مثل الكبريت أو الكبريتات . وفى بعض الأحيان يمكن إصلاح الأراضي القلوية بتكرار الغسل والصرف مرات كثيرة . وعند استعمال الأسمدة يجب أن يراعى اختيار خليط من المركبات التي تمد

التربة بالعناصر الغذائية اللازمة للنبات وفى الوقت نفسه تغير الرقم الإروجينى لمحصول التربة بحيث تجعله ملائماً لنمو النبات وقريباً من رقم التعادل .

القواعد المتبادلة Exchangeable Bases

يحصل النبات على جانب كبير من الأيونات اللازمة لغذائه المعدنى من الأيونات المتجمعة على سطح الغرويات ، وهذه تؤثر تأثيراً واضحاً على خصوبة التربة وبالتالي علي نمو النباتات . وكما هو معروف تحمل غرويات التربة شحنات سالبة ، ولذلك تلتصق بها جميع الكاتيونات التصاقاً وثيقاً نظراً للشحنة الموجبة التي تحملها الكاتيونات . فتصبح بذلك الأيونات المدمصة على سطح الغرويات وغير المدمصة (الحرة) فى حالة اتزان . فإذا امتصت بعض الأيونات فإن هناك أخرى تتحرر لكى تعيد الوسط إلى حالته الاعتيادية (أى حالة الاتزان) . ويؤثر هذا التبادل الكاتيوني بين سطح حبيبات التربة ومحلولها على الخواص الكيميائية والفزيائية للتربة .

فأيونـات الهيـدروجين تكـون دائمـاً موجـودة بـوفرة فـى محلـول التربـة . وتختـزل درجـة التشـبع بالأيونـات القاعديـة فـى التربـة عـادة بالتبـادل الكـاتيونى ، ولـذلك فإننـا نجـد أن هنـاك أيونـات الهيـدروجين موجـودة بقـدر كـاف فـى الوسـط تعمـل علـي التعويض بناءً علي ما توضحه العلاقة التالية

السعة التبادلية= الهيدروجين + القواعد المتبادلة .

الأراضي الملحية

فـي الأراضـي الجافـة التـي يقل فيهـا الصـرف كثيـراً وكـذلك فـي المسـتنقعات ومـا إليهـا مـن المسـاحات المتاخمـة لشـواطئ البحار وغيرها من مساحات المياه الملحة ، تتراكم المياه أحياناً – خاصـة فـي الأراضـى الواطئـة – الـى حـد يضـر أضـراراً واضـحا بمعظـم النباتـات . وقـد تكـون الأمـلاح موجـودة أصـلاً بالمـادة الأساسـية المكونـة للتربـة ، وليسـت راشـحة فيهـا كمـا يحدث فـى حـالات المطـر الغزيـر . والأمـلاح فـى العـادة أكثـر وجودا بالأماكن ذات الصرف الردىء أو التى تتجمع فيها مياه الصـرف . وتتـراكم الأمـلاح فـى تلـك المواضـع نتيجـة لتبخـر

الماء الذى يذيبها ويصرفها ذائبة من الأراضى المجاورة ، وهى مواضع تتناوب عليها فترات من الابتلال والجفاف . وتسمى تلك التجمعات من الأملاح القابلة للذوبان "قلويات" كما تسمى "أراضى قلوية" كل تلك الأراضى التى تتجمع فيها الأملاح – أيا كان نوعها وتفاعلها – بشرط أن تكون موجودة بتركيزات تكفى للاضرار بالنباتات . وتشمل القلويات كلوريدات وكبريتات وكربونات ونتراتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وكذلك كلوريدات ونتراتات الكالسيوم . ولهذا فحتى نترات الصوديوم ولو أنه أحد المخصبات الهامة ، الاأنه اذا تركيزه فى التربة كثيراً فان التربة تصبح قلوية أو ملحية . وجميع أملاح التربة متعادلة التفاعل ، فيما عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم . ولذلك فالأراضى التى تحتوى فائضاً من أى ملح من هذه الأملاح المتعادلة يكون من الأفضل تسميتها "أراضىملحية" . ومع ذلك فان جميع هذه الأراضى يطلق عليها اسم عام واحد وهو "الأراضى القلوية البيضاء" وذلك نظراً للقشرة البيضاء التى تكونها تلك الأراضى عادة(شكل ١١٥). وتسمى الأراضى شديدة القلوية التى تحتوى

علـى كربونـات الصـوديوم أو البوتاسـيوم "بالأراضـى القلويـة السوداء" وذلك بسبب القشرة ذات اللون الداكن التى تكونها تلك الأملاح على سطح الأرض ، نتيجة لاذابتها المواد العضوية التى بالتربة . وفى كثير من الأماكن ذات النبت المبعثر يكون اللـون بنيـاً أو بنيـاً داكنـاً بـدل أن يكـون أسـود . ويـؤدى نـزع الملوحة (١) (وهو ازالة الزائد من أملاح التربة بالصرف مثلاً) ، واحـداث القلويـة (٢) (بتميـؤ الصـوديوم الـى ايدروكسـيد صـوديوم وتفاعـل الأخيـر مـع ثـانى أكسـيد الكربـون لتكـون كربونـات الصوديوم) الـى تحويل التربـة الملحيـة (٣) الـى تربـة قلويـة (٤) . وهنـاك مسـاحات كبيـرة مـن الأ{اضـى الزراعيـة أصبحت غير صالحة للزراعة بسبب هذه العمليات . أخرى مماثلة بأربعة جرامات من كربونات الصوديوم . ضع كل عينة فـى انـاء خـارجى زجـاجى خـاص ، وأضـف اليهـا مـاء كافيـاً لتشـبيعها . اتـرك الانـاءين جانبـا حتـى تجـف التربـة ، ولاحـظ القشـرة المتكونـة علـى السـطح فـى كـل حالـة . قـد تكـون قشـرة الأرض "القلوية السوداء" ذات لون أبيض اذا كانت التربة فقيرة فقراً شديداً فى المادة العضوية ، كما أن قشرة الأرض "القلوية

البيضاء" قد تكون سوداء اللون اذا كانت الأملاح التى بها هى كلوريدات الكالسيوم والماغنسيوم ، وكانت بها نسبة عالية من المادة العضوية .

الجريزة حول البحيرة الملحة العظمى حيث يشتد جفاف التربة فى فصل الصيف فى أراضى يتراوح محتواها الملحى بين ٠.٥ % ، ٦.٥ . حتي النجيل الملحي (دستكلس) (٤) قد يحتمل ملوحة قدرها ٢% . وفى الحالات المتطرفة تخلو الأرض الملحية من النباتات الوعائية ، كما هو الحال على حفاف البحيرة المذكورة ، ولو أن طحالب مختلفة توجد بالبحيرة نفسها حيث تتراوح الملوحة بين ١٤، ٢٧% ٢٨٦. ولما كان تركيز الأملاح في تربة ما يختلف باختلاف محتواها المائي فان رطوبة التربة يجب تعينها الي جانب النسبة المئوية للأملاح بالتربة المجففة في الفرن . وفضلا عن لك يتوقف مدى احتمال النباتات للملوحة على نوع الملح . فمع أن سمية كربونات الصوديوم فى الظروف الطبيعية تكاد تعدل سمية

كلورور الصوديوم فان الأول أسوأ الأملاح القلوية جميعاً ، وذلك بسبب تأثيره الضار بالتربة أيضاً ، مما يزيد من شدة إضراره بالنبات . والوقت الذى تتركز فيه الأملاح بالتربة السطحية له هو الآخر أهمية كبرى . فالقمح الشتوى مثلاً وهو الذى يحتمل فى الظروف العادية ملوحة تقل عن ٠.٤% قد لا ينجح اذا زرع فى الخريف بأرض ينجح فيها البرسيم الربيعي عادة ، مع أن الأخير أقل احتمالا للملوحة. وأخيراً توجد بعض النباتات كبنجر السكر والبرسيم الحجازى شديدة الحساسية للملوحة في طور البادرة ، ولكنها تصبح شديدة المقاومة فى أطوارها التالية . وتختلف درجة الاحتمال فى حدود معينة بسبب العوامل المعقدة للتأثيرات ، كاختلاف المحتوى المائي (وبالتالي درجة تخفيف الأملاح) ، والمادة العضوية ، وتضاد الأملاح ، والتجمع السطحي ... إلخ . وليس هناك سوى قلة ضئيلة من النباتات النافعة هي التى تستطيع النمو في مواضع تزيد فيها كمية الأملاح القابلة للذوبان بمنطقة الجذور على ١.٥% من الوزن الجاف للتربة.

الأراضي الحامضية :

في المناطق الرطبة تكون التربة غالباً حامضية ، وأسباب حموضة التربة معقدة . فهي تعزى أولاً وقبل كل شيء إلى رشح الأملاح القاعدية القابلة للذوبان وإزالتها من التربة ، خاصة كربونات الكالسيوم . وفي الأراضي ذات الأصل العضوي تكون كربونات الكالسيوم موجودة بمقادير ضئيلة . وعندما تكون الأملاح القاعدية موجودة بنسب صغيرة جداً فإن التربة تكون حامضية بدرجة ملحوظة ، ويكون ذلك في الغالب بسبب تجمع الدبال في ظروف من رداءة التهوية . على أن الحموضة ترجع أحياناً إلى تحرر أحماض من المكونات المعدنية للتربة ، كما سيتضح فيما بعد. والأحماض الموجودة بالتربة إما أن تكون معدنية أو عضوية. فحامض النيتريك قد تنتجه البكتريا المؤزتة ، وحامض الكبريتيك يمكن أن ينتج من تأكسد المركبات الحاملة للكبريت ، وحامض الايدروكلوريك يتكون من تفاعل الماء الملح مع التربة بقرب المسطحات الملحية – بينما ينتج حامض الكربونيك بكميات وفيرة باستمرار ، وهو موجود بالتربة على الدوام . وهناك الكثير من

الأحماض العضوية ، كأحماض الاوكساليك واللاكتيك والليمونيك تتكون بانحلال السليلوز وغيره من المركبات العضوية ، كما أن بعض الأحماض العضوية تقوم الجذور بإفرازها في الأراضي رديئة التهوية. وتتكون الأحماض الأمينية بتعطن المواد ذات الأصل العضوى. ومن المعتقد أن المواد الغروية بالتربة – سواء منها الغرويات العضوية وغير العضوية – تمتص مواد مختلفة ، فمن الممكن أن تتجمع على سطح الدقائق الغروية الجزيئات أو الذذرات أو الأيونات ، وذلك بتضافر بعض العمليات الكيميائية والفزيائية معاً . ومن بين المواد الممتزة (أى المتجمعة على سطوح غرويات التربة) أيونات الأيدروجين. وقد يحل ملح متعادل من أملاح التربة – كلورور الكالسيوم مثلاً – محل أيونات الايدروجين المميزة ، وتنتقل الأيونات الأخيرة الي محلول التربة حيث ترتفع حموضتها . وفضلاً عن ذلك تنشأ الحموضة أحياناً من تحلل مزدوج لأملاح معينة موجودة بالتربة فعلاً ٩٩ . وتعزى الحموضة بصفة عامة الي عدم وجود الكالسيوم والماغنسيوم بكميات كافية لمعادلة الأملاح علي اختلاف مصادرها .

ويحدث النقص في كمية القواعد نتيجة لاستمرار غسل الأملاح القاعدية القابلة للذوبان ورشحها من التربة وتكون المربونات في وجود الماء الحامض بيكربونات قابلة للذوبان تغوض في التربة الى أسفل . وعندما تجف التربة بسبب امتصاص الجذور للماء فان هذه البيكربونات تترسب علي شكل كربونات غير ذائبة ، أى أن الكربونات تستمر في التحرك تدريجياً الي أسفل.

الدبال والكائنات الدقيقة :

يمثل الدبال ذلك الجزء العضوي من التربة الذي يكون في حالة تحلل ، ويتركب من مواد آخذة في التحلل ، ومن مركبات معقدة ناتجة من التحلل ، ومن مواد أخرى مختلفة تبنيها كائنات التربة الدقيقة من نبات وحيوان . وليس للدبال تركيب كيموي محدد ، لأنه دائم التغير بسبب العمليات المختلفة التى ينطوي عليها التحلل ، بين أكسدة واختزال وتكثف ، ويحتوي الدبال على نسبة عالية من الكربون تبلغ عادة ٥٥% كما يحتوي على نيتروجين بنسبة ٣ – ٦% وفي كثير من

الأراضـي يوجـد عنصـرا الكربـون والنيتـروجين بنسـبة ١٠ : ١ تقريباً. ويشمل الدبال جميع المادة العضوية بالتربـة. وينشأ كله تقريباً من تعطن النباتات والكائنات الدقيقة باستثناء جزء ضئيل يستمد مـن بـراز الحيوانـات ومخلفاتهـا . والـدبال داكـن اللـون خفيف الوزن ، مختلط اختلاطاً تاماً بالمكونات الأخرى للتربة.

وهو لا يذوب في الماء ، ولكنه يتحد بسهولة مع مكونات التربـة غير العضوية . ويوجد بالتربـة فـي حالـة غرويـة يمثل المـاء فيهـا وسـط الانتشـار ، ويتجمـع سـطحياً فـوق الـدبال. والـدبال موجـود فـي جميـع الأراضـي التـى ينمـو عليهـا كسـاء خضـري ، وقد تكون كميتـه ضـئيلة جداً فـي الأراضـي حديثـة التكـوين كالأراضـي الرمليـة المنقولـة بالريـاح والمغطـاة بنبـت خفيف متناثر ، ولكنها تزداد بالتدريج مع اضطراد نمو السلسلة التعاقبية.

تـدريب علـى تعيين مقدار المـادة العضـوية بالتربـة بطريقـة مـا ينقص من وزنها بالحريق :

انتخب عينات تربة من بيئات متعددة تمثل مختلف أطوار التعاقب ، كأراضي الحشائش وأراضي النبت القميء والغابات ... إلخ ، بحيث تؤخذ العينات أزواجاً من عمق واحد ، وتمزج كل عينة مزجاً تاماً . ضع حوالي خمسة جرامات من التربة الجافة في جفنة معروف وزنها بعد التجفيف في الفرن. سخن العينة في الفرن عند درجة ١١٠ْم لمدة ثلاث ساعات أو أكثر . ثم بردها في مجفف وأعد وزنها بمنتهى الدقة. أحرق العينة في فرن أو فوق مصباح كبير حتى يحمر لونها حمرة طفيفة وتتأكسد جميع المادة العضوية التى بها. أعد التبريد في مجفف ، ثم أعد الوزن. احسب النسبة المئوية للدبال على أساس الوزن الجاف للتربة. هذه الطريقة البسيطة – رغم ذيوع استعمالها – عرضة للنقد لأنها تعطي أحياناً نتائج عالية أكثر مما ينبغي.

ومع أن كثيراً من الدبال يرجع منشؤه إلى أجزاء النبات التى فوق الأرض ، فإن كميات كبيرة منه تستمد من تحلل الجذور ، وهناك كميات أقل مستمدة من بقايا كائنات التربة. ويتم تحلل البقايا العضوية كلها تقريباً بتأثير نشاط أقسام

مختلفة من البكتيريا والفطر والحيوانات الأولية وغير ذلك من الكائنات التى تعمر التربة.

وتختلف النباتات والحيوانات المهجورة بالتربة كثيراً في احتياجاتها الغذائية ، ولكنها جميعاً سواء في كونها تعتمد في النهاية على مواد عضوية قابلة للتحلل. وتعتبر هذه الكائنات الدقيقة بمثابة مكنسة لهذا الكون. وتنظم المواد العضوية نشاط الميكروبات التى بالتربة ، كما تحدد أنواعها . وهذه الكائنات الدقيقة أغزر ما تكون عدداً في الأربع البوصات السطحية من أية تربة خصبة جيدة التهوية . كما تتشابه في هذا الجزء العلوي من مقطع التربة أنواع النباتات والحيوان بسائر بقاع العالم . وفي أثناء الجفاف الشديد تعيش كائنات التربة الدقيقة في صورة متحوصلة ، وتوجد البكتيريا بالملايين في كل جرام من التربة ، وهي أغزر ما تكون في الربيع والخريف ، ولكن عددها يختلف من يوم إلى يوم ، بل من ساعة إلى ساعة. وفي العادة تعيد بناء ٥ – ١٠% من كربون المواد التى حللتها ، ولكن الكمية التى يعاد بناؤها تتفاوت مع ذلك كثيراً ،

وتزدهر هذه الكائنات بالأراضي المتعادلة ، وغالباً ما تحل محلها الفطر في الأراضي ذات الحموضة العالية.

وهناك أكثر من ٢٥٠ نوعاً معروفاً من أنواع الفطر التى تستوطن التربة ونظراً لوجودها في التربة بوفرة فإنها غالباً ما تنشط الانحلال يف الأراضي التى ترتفع حموضتها إلى حد لا يسمح للبكتيريا بأن تؤدي وظائفها بطريقة فعالة. وتحول الفطريات ٢٠ – ٦٠% من كربون المركبات التى حللتها إلى أنسجة حية تبنى منها أجسادها. وهي بتمثيلها للنوشادر والنيتراتات الناتجة من عمليات الانحلال تحول دون فقد هذه المواد بالتسرب إلى باطن الأرض . وتمثل الفطريات الشعاعية قسماً من الكائنات الحية التى توجد في التربة بوفرة ، وهي وثيقة الصلة بالفطر والبكتيريا على السواء. كذلك توجد طحالب عديدة بالتربة السطحية ، أما الحيوانات الأولية – بما فيها الأميبا والسوطيات والهدبيات ... إلخ –فهي واسعة الانتشار في سائر بقاع العالم. وهناك أنواع معينة تعمل على إنقاص بكتيريا التربة كثيراً بتغذيتها عليها ، ولكن مخلفاتها تضاف في النهاية إلى دبال التربة. وإذا نظر إلى كائنات

التربة الدقيقة مجتمعة فإن مقدار البروتوبلازم في البوصات الست السطحية من أية تربة خصبة يبدو بحق كبيراًز وقد اتضح من البحوث التى أجريت بمحطة التجارب الزراعية بروذامستد أن الأميبا وحدها تقدم للتربة ١٢٠ رطلاً من البروتوبلازم لكل فدان ، بينما تقدم الحيوانات الهدبية ٧٥ رطلاً والبكتيريا من ١٥٠٠ إلى ٧٥٠٠ رطل. وتقدم الفطر كميات مساوية تقريباً لتلك التى تقدمها البكتيريا . يتضح من ذلك أن مقادير كبيرة من مادة الكائنات الحية الدقيقة تضاف إلى المادة العضوية التى تنشط تلك الكائنات الدقيقة نفسها في تحليلها إبان بحثها عن مصادر الطاقة.

وأول ما يختفى من مواد التربة العضوية السكاكر والنشويات والبنتوزانات والبكتينات والمواد السيلوزية والبروتينية ، وينتج عن تحللها بناء كمية مكافئة لها من بروتوبلازم الميكروبات . ومن الممكن في الواقع أن يستغل مرة أخرى على نطاق واسع النيتروجين والمخلفات المعدنية (كالفوسفات والبوتاسيوم والكالسيوم) ، التى تتحرر وتصبح متاحة بتحلل البقايا النباتية بوساطة الكائنات الدقيقة. ثم تتحرر هذه المواد

تدريجاً عندما تموت تلك الكائنات الدقيقة وتبلى. ولا يستغل النبات النامي في أي وقت سوى النذر اليسير من هذه المواد المتحللة ، وذلك في الواقع من حسن الحظ ، إذ بدون هذا الاستنزاف تؤدي سرعة تحلل المواد العضوية إلى تحرر مواد الغذاء النباتي وضياعها إما في الجو أو بالتسرب إلى أغوار التربة تحت مستوى الجذور. وتتحلل المواد العضوية الأخرى كاللجنين والدهون والشموع وغيرها ببطء أشد كثيراً ، وذلك بوساطة كائنات التربة الدقيقة وعلى ذلك يمد الدبال الكائنات النامية بمورد قليل ولكنه مستمر من المواد الغذائية.

وفي وجود الهواء يمتص الأكسجين ببطء – ولكن باستمرار – في أثناء عملية التحلل ، وتتصاعد كمية مماثلة من ثاني أكسيد الكربون. وتتكسر المواد العضوية في النهاية إلى مركبات أبسط . وتكون النواتج النهائية للانحلال هي ثاني أكسيد الكربون والماء والنوشادر وغاز المثين ومركبات غير عضوية كبريتية وفوسفورية . وكذلك يؤدي تحلل الأنسجة إلى إعادة مركبات الكالسيوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وغيرها إلى التربة. ويتأكسد النوشادر على الفور إلى مركبات نتروزية ثم

نتريكية توجد بالتربة على هيئة نتراتات. ومع هذا فليست عملية الانحلال بعملية تبسيط مباشر للمواد المنحلة ، إذ أن جانباً كبيراً من هذه المواد يعاد تمثيله باستمرار إلى مادة بروتوبلازمية تتكون منها الكائنات الدقيقة كما أن الأحماض العضوية المختلفة ، وغيرها من المواد التى تظهر كنواتج متوسطة أثناء عملية الانحلال تتفاعل مع المواد المعدنية الملامسة لها ، مما قد ينشأ عنه إذابة تلك المواد وتحولها إلى مركبات يستطيع أن يمتصها النبات. وفي أثناء تكوين الدبال تأخذ المواد المتحللة ذلك اللون الداكن المميز للدبال .

وتكون الدبال مستمر ، كما أن تحلله مستمر أيضاً. ومع أنه يعتبر أساساً من المكونات الانتقالية فإنه يكاد يكون ثابت المقدار في أية تربة لم يعبث بها . فالمراحل المختلفة من تحلله في تقدم مستمر ، حتى ليصبح مورداً هاما للمواد الغذائية التى يتطلبها النبات ، ومن ثم كانت العلاقة وثيقة بين الكساء الخضري وكائنات التربة. فالأخيرة تعتمد اعتماداً كلياً تقريباً على النباتات التى تنمو على التربة في مدها بالمواد التى تعيش عليها في حين أن الكساء الخضري يعتمد بقدر

مماثل على نشاط الكائنات الحية التى بالتربة في التخلص من بقايا الأجيال النباتية السابقة وفي استمرار إنتاج المواد البسيطة اللازمة لنموها. والأهمية الكبيرة التى لهذه العملية في الاقتصاد الطبيعي واضحة جلية ، كما أن أهمية الدور الذي تؤديه كائنات التربة الدقيقة أمر يحتاج إلى مزيد من التأكيد. ولوا ما تقوم به أدوات التحطيم التى بالتربة ممثلة في تلك الجموع الغفيرة من الكائنات المجهرية التى تهاجم ما يتساقط على الأرض من أجزاء نباتية بمجرد سقوطها ، وتعمل فيها معاولها الهدامة ، حتى تحيلها آخر الأمر إلى مواد قابلة للذوبان في الماء ، وبالتالي صالحة للامتصاص النباتي – لولا هذا النشاط لأصبحت البقايا النباتية بلاء على الأرض.

وهناك عوامل عدة تؤثر تأثيراً عميقاً في سرعة تكوين الدبال وتجمعه ، وفي سرعة تحلله الكيموي أيضاً. وتشمل هذه العوامل :

(١) طبيعة المخلفات النباتية والحيوانية.

(٢) طبيعة الكائنات الدقيقة الناشطة في عملية التحليل.

(٣) درجة الحرارة والرطوبة والامتدادات النتروجينية والتهوية ودرجة الحامضية أو القاعدية التى يحدث فيها الانحلال.

ويكون تحلل الدبال أنشط ما يمكن في التربة الدافئة الرطبة ذات التهوية الجيدة ، أي في أكثر الظروف ملاءمة لنمو الكائنات التي تقوم بهذه العملية. ففي المناخ الاستوائي يكون تجمع البقايا العضوية قليلاً أو منعدماً رغم ازدهار الكساء الخضري. وقد وجد أن المحتوى الدبالى للتربة يزداد إلى الضعف أو ثلاثة الأمثال كلما نقص متوسط درجة حرارة العام بمقدار ١٠ْم . ويسمى "دبالا نيئا" Raw Humus ما يتجمع من المخلفات العضوية في أراضي باردة أو جافة ، أو تلك المخلفات ذات التفاعل الحامضي أو القاعدي الذي لا يوائم نمو الكائنات الدقيقة التى تقوم بالتحليل . ويمكن تمييز طبقات ثلاث في الدبال النيء بالغابات . فالبقايا الغفل تمثل الجزء العلوي من أرضية الغابة ، وهي متحللة قليلاً أو غير متحللة إطلاقاً. وتمثل المادة العضوية المتحللة نوعاً والواقعة تحت " البقايا الغفل " Litter مباشرة طبقة " العجينة " Duff . وهناك طبقة ثالثة أعمق من هذه أيضاً فيها تصل المادة

العضوية إلى درجة من التحلل تختفي معها صورتها الأصلية ، وتعرف تلك الطبقة " بالعفن الورقي " Leaf mold . وتوجد ببعض الغابات الصنوبرية والمروج في الأقاليم الباردة أراضي من هذا النوع ، فيها يتحلل الدبال ببطء شديد. وعلى العكس من ذلك في الغابات السليبة بالولايات المتحدة يكون تراكم المخلفات النباتية قليلاً بسبب سرعة تحللها وإضافة خصبها إلى التربة. ولذلك ففي الغابات الأخيرة قلما تزيد ثخانة الدبال الخام أو النيئ على بوصة واحدة في حين تتجاوز ذلك كثيراً في المسببة للانحلال بسبب رداءة التهوية – تتجمع البقايا النباتية في صورة لبدة ، تحتفظ فيها النباتات الميتة أو أجزاؤها الساقطة بتركيبها العضوي (شكل ١٠١).

وللدبال أثر ملحوظ في تحسين الخواص الطبيعية للتربة ، فهو يعمل كمادة ملصقة تربط حبيبات الرمال ، ويخفف التربة الطينية ويعمل على تفتيحها بتفريق حبيباتها والمباعدة بينها ، وبذلك يزيد من قابلية تغلغل الماء فيها ومن تهويتها والنشاط البكتيري بها وسهولة اختراق الجذور لها. كما أنها بسبب قدرتها الشديدة على الامتصاص تساعد على الاحتفاظ

بالماء لدرجة أن الكساء الخضري الذي ينمو في أراض غنية بدبالها يكون أقل تعرضاً لأضرار الجفاف في الجهات ذات الأمطار المعتدلة . وفي الواقع تكون التأثيرات الطبيعية للدبال من الكبر لدرجة أنها تطغى على الفروق بين الأراضي الرملية والصفراء والطينية.

العوامل المناخية او الجوية
(Climatic Factors)

أولاً : الضوء (Light)

تختلف درجة احتمال النباتات المختلفة للظل وتحتاج اكثر انواع النباتات احتمالا للظل الى ١% على الاقل من الضوء الطبيعي لكى تستطيع ان تقوم بعملية البناء الضوئي بالمعدل اللازم لنموها . وقد يكون الضوء من القلة لدرجة أنه يسمح بتكوين اليخضور الا انه لا يكفي لاتمام عملية البناء الضوئي بالقدر الكافى لاستمرار حياة النبات وعلي ذلك تحتاج معظم النباتات الي ضوء الشمس او الضوء القوى المنتشر لتكوين اليخضور واتمام عملية البناء الضوئي .
وتتميز النباتات الخضراء بقدرتها على استغلال الضوء كمصدر للطاقة وذلك لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء . وللضوء كعامل بيئي اثر على كل من التراكيب الظاهرية والداخلية للنباتات . وكذلك على وظائف اعضائها . ويمكن تبيين ذلك مما يلي .

تأثير الضوء على عدد البلاستيدات الخضراء ومواضعها :

يتوقف تأثير الضوء على التركيب الداخلى لورقة النبات فى ضوء الاحتياجات المائية له لقد وجد ان كمية ضئيلة من الطاقة الضوئية الممتصة تستعمل في البناء الضوئي ، بينما يتحول باقي الطاقة الضوئية الممتصة الى حرارة تسبب تبخر الماء من الخلايا ويترتب على ذلك خفض درجة حرارة تسبب تبخر الماء من الخلايا ويترتب علي ذلك خفض درجة حرارة النبات . وهذا الاثر لا يكون من القوة بنفس الدرجة في حالة نباتات الظل ، في وضع تكون فيه على استقامة أشعة الشمس الساقطة عليها ليحجب بعضها البعض عن تأثير اشعة الشمس المباشرة . وبذلك يقل كمية الماء المفقود بالنتج ،

ويمنع فقد الماء بشدة في وقت تنشط فيه هذه البلاستيدات في صنع المواد الغذائية والذي يحتاج فيه النبات الى درجة عالية من التهيؤ لاتمام هذه العملية على الوجه الاكمل اما في الظل حيث شدة الضوء قليلة فالخطر يكون قليل . بل تزداد الحاجة الى الحصول على اكبر قدر ممكن من الضوء .
ومن ثم تترتب البلاستيدات في وضع تتباعد بعضها عن البعض الاخر ومتعامد في نفس الوقت مع الاشعة الساقطة على النبات يؤدى الى زيادة السطح المعرض للضوء . ويعزي انقسام النسيج الوسطى في ورقة النبات احياناً الى نسيج عادى ونسيج اسفنجى ذلك لان الجزء العلوى لسطح الورقة يستقبل كمية كبيرة من الضوء . لذلك تترتب فيه البلاستيدات على امتداد الاشعة الضوئية اما الجزء السفلي فيستقبل كمية قليلة منه ومن ثم تتبعثر البلاستيدات دون ترتيب معين لتحظى باكبر كمية منه وبذلك تشبه الانسجة السفلى للورقة الطبقات السفلي من الكساء الخضري حيث تظلها الطبقات العليا . لذلك تنتشر بلاستيداتها وتترتب فى وضع يمكنها من الحصول على اكبر كمية من الضوء .
تأثير الضوء على تركيب ورقة النبات

يتباين تركيب ورقة النبات بتباين تأثير شدة الضوء الساقط عليها . ويرجع تأثير الضوء على تركيب الورقة النباتية الى تأثيره على العلاقات المائية للنبات فعدد البلاستيدات الخضراء اللون يزداد شدة الضوء وبذلك تترتب البلاستيدات الموجودة فى بيئة قليلة الاضاءة بطريقة تكفل الحصول على اكبر قدر ممكن من الاشعة الساقطة . بينما في البيئات ذات الضوء الشديد تترتب البلاستيدات بحيث تقلل تعرضها للضوء . ويقل تبعاً لذلك فقد الماء من انسجة النباتن . وتقع البلاستيدات فى منطقة السيتوبلازم المبطنة للجدار الخلوى . ولما كان الجدار مرناً وقابلاً للتشكيل فان حركة البلاستيدات داخل السيتوبلازم فى اتجاه متعامد على سطح الورقة يؤدى الى استطالة الخلايا فى اتجاه الحركة . وهذا يفسر استطالة الخلايا فى النسيج العمادى فى الاتجاه المتعامد على سطح الورقة .
هذا ويختلف عدد الطبقات الانسجة العمادية التى تسقط عليها الاشعة الضوئية من اعلى تبعاً لشدة الضوء الساقط عليها ،

فتزيد كلما زادت شدة الضوء لذلك فان اوراقق نبات الشمس تحتوى على عدد اكبر من طبقات النسيج العمادى مما تحتويه نباتات الظل .
هذا وفى الحالات التي يتعرض فيها سطحي الورقة النباتية للضوء بدرجة واحدة تقريباً كما فى اوراق نبات الكافور ، تتكون انسجة عادية فى الجانب السفلي للورقة مماثلة تقريباً لتلك التكونة فى الجانب العلوي . ويختلف سمك الورقة فى نباتات الشمس عنه فى نباتات الظل ، اذ تكون اكثر سمكاً فى الاولى عنها فى الثانية وتكون الفراغات البينية الموجودة بين الخلايا اضيق واقل عدداً فى الولى عنها فى الثانية .
وفى النبات الواحد تختلف كمية النسيج العمادى اختلافاً كبيراً تبعاً لوضع الاوراق النباتية على ساق النبات . فالاوراق الخارجية التى تستقبل قدراً وافراً من الضوء تختلف عن تلك الداخلية الظليلة ، حيث تحتوى الاولى على نسبة اكبر من الخلايا العمادية .
واذا قلت شدة الضوء الساقط على النبات عن حد معين فان الانسجة العكادية قد لا تتكون على الاطلاق فى اوراق النبات وبذلك يصبح النسيج المتوسط متجانس للتركيب .
ويؤثر الضوء ايضاً فى شكل الورقة ويرجع هذا التأثير على البلاستيدات الخضراء وما يتبع ذلك من تغير فى شكل الخلايا المحتوية عليها . فالخلايا الاسفنجية تميل الى الاستطالة فى اتجاه موازٍ لسطح الورقة ، ومن ثم تؤدي الى امتداد الورقة فى اتجاه متعامد مع اتجاهالاشعة الضوئية . بينما تؤدى الخلايا العمادية الى امتداد الورقة فى اتجاه سقوط الاشعة الضوئية .
لذلك فالاوراق التى يكثر بها الانسجة الاسفنجية (تكون عادة نباتات ظل) تكون ارق من تلك التى تقل فيها كمية تلك الانسجة (تكون عادة نباتات شمس) ، بينما الاوراقالتى تزيد بها نسبة الانسجة العمادية تكون اسمك نسبياً من تلك التى تقل بها نسبة هذه الانسجة لذلك فان اوراق نباتات الشمس السميكة تنزع الى الضيق والصغر بينما تنزع نباتات الظل الرقيقة الى الاتساع والكبر ، واوراق نباتات الشمس المتكونة فى ظروف جافة تكون العادة اصغر واسمك من اوراق نباتات الظل المتكونة فى ظروف رطبة .

تأثير الضوء على سيقان النباتات :

سيقان النباتات التي تعيش في الظل تكون عادة اطول واكثر تفرعاً من تلك التي تعيش في الشمس .والسيقان ذات السلاميات الطويلة لاتظلل الاوراق العليا الموجودة عليها ما يوجد تحتها من اوراق كما يحدث في السيقان ذات السلاميات القصيرة . وهذا يؤدى الي كثرة التفرع وانتشار جسم النبات في مساحة واسعة اذ ان التفرع يحمل الاوراق بعيداً عن الساق وعن بعضه الاخر مما يتيح لها الحصول على اكبر قدر من الضوء .

تأثير الضوء على عملية البناء الضوئي

اثناء قيام النبات بعملية البناء الضوئي فانه يمتص الماء وثانى اكسيد الكربون كما يمتص الطاقة الضوئية بواسطة البلاستيدات الخضراء التي سرعان ما تحولها الى طاقة كيميائية تعمل على اتحاد الماء وثانى اكسيد الكربون لتكوين المواد السكرية ولقد وجد ان معدل عملية البناء الضوئي يقل بانخفاض شدة الاستضاءة عن حد معين ينخفض معدل عملية البناء الضوئي لما تتعرض له البلاستيدات الخضراء من تلف جزئي

تأثير الضوء فى نمو النباتات :

يفسر اصفرار النباتات النامية في الظلام لعدم قدرتها على تكوين اليخضور بالقدر اللازم لاتمام عملية البناء الضوئي وتكوين الغذاء . ويؤدى هذا الى عجز النبات من تكوين انسجة دعامية له . كما يؤدى هذا الى استطالة سلاميات سيقان النباتات وذلك لزيادة قدرة الخلايا على امتصاص الماء ولمرونة جدرها الخلوية خصوصاً في وجود المواد المحفزة للنمو والتي تستجيب لها الخلايا فى الظلام بمعدل اكبر عن استجابتها في الضوء .

ويحتفظ النبات الذي يعيش فى بيئة عادية يحتفظ باخضرار ساقه واوراقه لقدرته على تكوين اليخضور وتمكنه من القيام بعملية البناء الضوئي وتكوين المواد الغذائية اللازمة لبناء

الانسجة الدعامية . وتنمو نباتات البيئات العادية نمواً طبيعياً وذلك لاستجابة خلاياها بطريقة طبيعية للمواد المحفزة للنمو .

تأثير الضوء على ازهار النباتات :

يمرالنبات منذ انبات زهوره الي نهاية نموه بمرحلتين ، هما مرحلة النمو ومرحلة الازهار والاثمار . ويقتصر نمو المرحلة الاولي على تكوين ونكتشف جسم النبات الى جذر وساق وورقة ، بينما المرحلة الثانية فتتم نتيجة استحداث تفاعلات داخلية تؤدى لاتمام هذه المرحلة . ويتأثر نمو النبات وتكشفه بوجه عام بكمية الضوء الساقط عليه ، وهذه الاخيرة وقد تكون ملائمة لاتمام المرحلتين معاً وقد تكون ملائمة لاتمام احدهما على حساب الاخرى . فنبات القطن يجود زراعته في مصر خلال شهري فبراير ومارس ، وحيث تكون الفترة الضوئية التى يتعرض لها النبات ملائمة لعمليتى النمو الخضري والازهار والاثمار معاً . وبذلك يزهر النبات طبيعياً فى شهر يونيو بينما اذا زرعت بذور النبات فى غير موعد زراعتها فى شهرى اكتوبر ونوفمبر ، على سبيل المثال فان ذلك يؤدى الى تأخير عملية الازهار والاثمار . وتزرع نبات القمح فى مصر خلال شهرى اكتوبر ونوفمبر – حيث يزهر فى خلال شهري مارس وابريل . الا ان زراعة حبوبه فى خلال شهري فبراير ومارس قد يؤدى الى نموه خضرياً دون ازهار واثمار
ويتضح مما سبق ان لطول الفترة الضوئية التى يتعرض لها مثل هذه النباتات اهمية خاصة لكى تنمو النباتات نمواً طبيعياً . ويرجع ذلك لطول الفترة الضوئية التى يتعرض لها النبات فى فصل الشتاء خصوصاً اذا زرعت حبوبه فى شهري اكتوبر ونوفمبر ، حيث تكون انسب لحدوث التفاعلات الداخلية اللازمة لنمو النبات وازهاره واثماره عنه ولو زرعت فى شهري فبراير ومارس .

علاقة الضوء بالحركة الميكانيكية لانفتاح وانغلاق الثغور

يعتبر الضوء من اهم العوامل البيئية التى تتحكم فى حركة الثغور . ففى جميع النباتات يرتبط فتح الثغور بوجود الضوء ، سيما اذا كانت الظروف البيئية الاخرى مواتية .

اثر الضوء على حركة النبات

يمكن تبيين ذلك بوضع بادرة نبات فى صندوق مظلم به ثقب ينفذ منه الضوء حيث نجد ان ساق النبات تنحنى نحو الضوء ، وهذا يرجع الى استطالة خلايا الساق البعيدة عن الضوء بمعدل اكبر من الخلايا المواجهة للضوء لان خلايا النبات تستجيب للمواد المحفزة للنمو فى الظلام اكثر منها فى الضوء او ان الضوء ينشط الاكسينات فى الخلايا مما يؤدى الى استطالة الاخيرة وبذلك تنحنى الساق فى اتجاه الضوء هذا وفيما يلي بعض الصفات الظاهرية والفسيولوجية للنباتات التى تعيش فى الشمس مقارنة بتلك التى تعيش فى الظل .

ثانياً : درجة الحرارة

يمكن ايجاز اثر الحرارة على الوظائف التى يقوم بها اعضاء النبات فيما يلي :

درجة الحرارة والانبات

ثبت ان لكل نوع من انواع البذور ثلاث درجات من الحرارة تؤثر فى انباته ، درجة حرارة قصوى واخرى دنيا يقل فيهما معدل الانبات . ودرجة حرارة مثلى يصل فيها معدل الانبات الى اقصى معدل له .

درجة الحرارة وامتصاص النبات للماء

يؤدى انخفاض درجة حرارة التربة الى انخفاض معدل عملية التنفس فى خلايا جذور النبات ، ومن ثم تقل الطاقة الناتجة مما يقل معه قدرة الجذور على امتصاص الماء وزيادة لزوجة البروتوبلازم . وبذلك يقل حركة الاخير ويقل معدل معدل نفاذ الماء فى خلايا الجذور . ويؤدي نقص كمية الماء الممتص عن كميته المفقودة بالنتح الى ذبول النبات . ومن الظواهر التى تدل على ذلك سقوط اوراق بعض الاشجار فى فصلي الخريف والشتاء (كما هو الحال فى اوراق اشجار التوت لانخفاض درجة حرارة التربة والذي يترتب عليه انخفاض معدل امتصاص الجذور للماء . الا ان عملية النتح تستمر بمعدلها الطبيعي ومن ثم تتخلص النباتات مما يوجد عليها من اوراق ، وذلك لتقلل من مساحة السطح الناتج للماء مما يؤدى الى زيادة مقاومة النبات للذبول .

درجة الحرارة والنتح

يزداد النتح او فقد النبات للماء بارتفاع درجة حرارة الوسط الذي يعيش فيه النبات ذلك لان قدرة الهواء الجوى على التشبع ببخار الماء تزداد بارتفاع درجة حرارته مما يساعد على زيادة البخر من الاوراق النباتية ، اى زيادة النتح . واذا زاد معدل فقد الماء عن امتصاصه خصوصاً اذا قلت كمية الماء فى التربة ، فان النبات يذبل ذبولاً مؤقتاً ، يشفي منه النبات اذا اضيف الماء الى التربة ، وقد يتحول الى ذبول
دائم لا يشفى منه النبات حتى لو غمرت التربة بالماء .

درجة الحرارة وعملية البناء الضوئي

يزداد عملية البناء الضوئي فى النباتات بارتفاع درجة الحرارة تدريجياً . ولكل نوع من انواع النباتات درجة حرارة مثلى عندها يكون معدل عملية البناء الضوئي لتأثير الحرارة المميت على البلاستيدات الخضراء .

درجة الحرارة ونمو النباتات

وجد ان بعض النباتات تحتاج لدرجات حرارة منخفضة نسبياً لكى تزهر ، بينما البعض الاخر يحتاج لدرجات حرارة مرتفعة نسبياً لكى تتم عملية الازهار ووجدت مجموعة ثالثة من النباتات تستطيع الازهار فى مجال متسع من درجات الحرارة ومن بين النباتات التى تلائمها درجات الحرارة المنخفضة نسبياً لازهارها نذكر الكرفس ، والبنجر ، والبصل ، والكرنب، والجزر ، ومن بين النباتات التى تناسبها ثنائية الحول مثل نباتات بنجر السكر تزهر مبكراً اذا تعرضت لدرجات حرارة منخفضة نسبياً . مثل هذه النباتات لا تزهر فى الظروف العادية فى فصل نموها الاول بينما تزهر فى فصل نموها الثانى . ويلزمها لكى تزهر فى فصل نموها الاول ان تتعرض بين فصلى النمو الاول والثانى لدرجة حرارة منخفضة نسبياً والا فان عملية الازهار لا تحدث . ولقد امكن تغيير طبيعة هذه النباتات يجعلها تزهر فى فصل نموها الاول بتعرضها لدرجة حرارة منخفضة نسبياً فنبات البنجر يمكنه ان يزهر خلال فصل نموه الاول لو انه تعرض لدرجة حرارة تتراوح بين ١٠ – ١٦°م ، واذا ارتفعت درجة الحرارة ما بين ١٦ – ٢١°م فان قليلاً من الازهار تظهر على النبات ، اما اذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٢١°م فانه لا يزهر .

ثالثاً : الماء

ويمثل ضورة هامة من ضروريات الحياة حيث يدخل فى تركيب اجسام الكائنات الحية النباتية منها والحيوانية . ويتواجد الماء فى التربة والترع والمصارف والانهار والبحار . وكذلك الهواء الجوى واجسام الكائنات الحية . ويسمى الماء الموجود بالهواء الجوى على صورة بخار بالرطوبة . وتعتبر الرطوبة الجوية من اهم العوامل ذات التأثير المباشر على شدة النتح فى النبات . والنتح بدوره هو الذي يحدد فى كثير من الاحوال قدرة النبات على المعيشة فى بيئة ما . نظراً للوسط الغازى

الذي يوجد به بخار الماء الجوى فان توزيعه فى الجو يكون اكثر انتظاماً من توزيع الماء السائل فى التربة . والماء الموجود في الجو يكون ذو اثر على النبات بخلاف الموجود فى التربة قد يكون غير ميسر للنبات .
تعرف كمية الماء الموجود بمتر مكعب من الهواء الجوى (بالرطوبة المطلقة) وهى ليست ذات دلالة كعامل بيئي على رطوبة الهواء الجوى . بينما تعرف النسبة بين كمية بخار الماء الموجود بالهواء في درجة حرارة معينة وضغط معين والكمية اللازمة لتشبعه ببخار الماء فى هذه الظروف ، تعرف (بالرطوبة النسبية) ، فمعنى ٥٠% رطوبة نسبية ان الهواء يحتوى على نصف كمية بخار الماء اللازم لتشبعه . وكلما قلت الرطوبة النسبية زادت السرعة التي يتبخر بها الماء من الاوراق النباتية الناتجة ومن سطح التربة المبللة بالماء . وثمة بعض العوامل البيئية الاخرى التي تؤثر على الرطوبة الجوية نذكر منها درجة الحرارة وشدة الرياح ، والتعرض ، والكساء الخضري ، والمحتوى المائي للتربة .

الماء والنبات

يؤثر الماء كثيراً فى نمو النبات والعمليات الحيوية التى يضطلع بها كما هو موضح فيما يلي :

١- الماء وانبات البذور

تحتوى بذور او حبوب النباتات مهما بلغت درجة جفافها على نسبة من الماء وهذا الاخير يكون من القلة بما لا يكفى لقيام العمليات الحيوية بها خصوصاً تلك المتعلقة بنشاط ونمو الخلايا الحية ومن ثم تظل بذور وحبوب النباتات فى حالة كمون ولا تنبت الا اذا توافر لها القدر الكافى من الماء .

وعلى ذلك فالماء ضروري لعملية انبات البذور والحبوب النباتية وثمة تغيرات طبيعية وكيميائية وحيوية تطرأ على البذور والحبوب النباتية عند انباتها ولا تتم مثل هذه التغيرات فى غيبة من الماء .

٢- الماء وامتصاص المواد الغذائية

يحصل النبات على المواد الغذائية من التربة مذابة فى الماء وذلك بامتصاص الاخير بما يذوب فيه من املاح بواسطة جذور النبات المنتشرة في التربة ويؤثر المحتوى المائي للتربة على عملية امتصاص الجذور للماء وما به من املاح حيث وجد ان تشبع التربة بالماء يقلل من معدل امتصاص الجذور له وذلك لقلة التهوية ونقص الاكسجين بين حبيبات التربة حيث الاخير يكون من الاهمية لتنفس الجذور واذا قلت كميته في التربة فانه يقلل من قدرة الجذور على امتصاص الماء .
ونظراً لان الضغط الازموزي لخلايا جذور النباتات يكون اكبر من مثيله لمحلول التربة ، اى ان تركيز المحاليل داخل الجذور تكون اكبر من تركيز المحلول للتربة لذا ينتقل الماء من الوسط الاقل تركيزاً (جذور النباتات) ، ومن ثم يتم تركيز الماء في الجذور .
وعند امتلاء خلايا النبات بالماء ووصولها الى اقصى حد من الامتلاء يقل الامتصاص رغم ان الضغط الزموزى للشعيرات الجذرية يكون اعلى بكثير من مثيله لمحلول التربة . ويرجع ذلك الى ان لكل خلية نباتية جدار خارجى سليلوزى يليه بالداخل غشاء بلازمي . ويكون الجدار اقل مرونة من الغشاء وكلما زاد انتفاخ الخلية نتيجة امتلائها زادت مقاومة الجدار الخلوى لامتصاص الماء . ولا شك انه اذا زاد انتفاخ الخلية نتيجة امتلائها زادت مقاومة الجدار الخلوي لامتصاص الماء . ولاشك انه اذا زاد تركيز محلول التربة بدرجة قليلة فان النبات يستطيع زيادة الضغط الازموزى لخلايا جذوره بحيث تتمشى مع الزيادة فى تركيز محلول التربة . اما اذا زاد تركيز محلول التربة زيادة كبيرة عن تركيز الشعيرات الجذرية فان قدرة الاخيرة على امتصاص الماء تقل ، ومن ثم يحدث ذبول للنبات بالرغم من وجود الماء بالتربة ، ويسمى هذا بالجفاف

الفسيولوجى (جفاف ناتج عن عدم قدرة النبات على امتصاص ماء التربة بالرغم من توفره فيها) .

٣- الماء وعملية البناء الضوئي

يعد الماء احد المكونات الضرورية اللازمة لاتمام عملية البناء الضوئي ، فهو يتحد مع ثانى اكسيد الكربون الذي يمتصه النبات من الجو وذلك في وجود اليخضور والطاقة الضوئية لتكوين المواد الكربوهيدراتية الا ان كميته لا تؤثر فى معدل اتمام هذه العملية ، حيث ان الكمية منه الازمة لاتمام عملية البناء الضوئي لا تتعدى ١% من مجموع ما يمتصه النبات منه . ويرجع انخفاض معدل عملية البناء الضوئي فى حالة نقص الماء الى غلق النبات لثغوره ليتفادى بذلك الذبول مما يتعذر معه دخول ثانى اكسيد الكربون لانسجة النبات الداخلية عبر فتحات الثغور . وبذلك ينخفض معدل عملية البناء الضوئي .

٤- الماء والنتح

تعد الثغور هى الجهاز الرئيسي المنظم لعملية النتح . وتؤثر الرطوبة النسبية للهواء الجوى على معدل عملية النتح . فاذا قلت نسبتها فى الجو زادت سرعة البخر . وزاد معدل عملية النتح .

٥- الماء وتركيب النبات

يعد الماء من اهم العوامل البيئية التى تؤثر على تراكيب النباتات الخارجية منها والداخلية ؟، وكذلك ماتضطلع به اعضاؤها من وظائف حيوية مختلفة . ويمكن تبيين بعض المظاهر المتباينة فى اشكال وتراكيب النباتات تبعاً لوفرة الماء او ندرته فى البيئة التى يعيش فيها . ومن ثم امكن تمييز النباتات التالية :

أ) نباتات البيئة المائية

وهى نباتات تعيش فى بيئة مائية عذبة او مالحة ، او تربة مشبعة بالماء ومن امثلة ذلك نبات الالوديا ، ونبات نخشوش الحوت ، ونبات ياسنت الماء ، ونبات البشنين .

ب) نباتات البيئة متوسطة الرطوبة
وهى نباتات تعيش في تربة عادية يوجد بها كمية مناسبة من الماء مثل نبات القطن ، ونبات الكتان ، ونبات القمح ، ونبات الشعير ، ونبات الذرة .
ج) نباتات تعيش فى بيئة جافة يندر فيها الماء
ويتعذر الحصول عليه مثل نبات الرتم ، ونبات قصب الرمال ، ونبات التين الشوكى ، هذا وثمة مشاكل تتعرض لها بعض النباتات فى بيئتها الطبيعية ، خصوصاً ما يرتبط منها بوفرة وجود الماء او ندرته .
المشاكل

رابعاً : الرياح
وهى عامل بيئي هام يؤثر على الكائنات النباتية والحيوانية بما لها من اثر على العوامل البيئية الاخرى . واكبر النباتات تأثيراً بها تلك النامية فى السهول المستوية ، وتلك النامية بالقرب من شواطئ البحار ، وفي اعالى الجبال ، وتؤثر الرياح تأثيراً مباشراً على النباتات حيث تزيد من معدل فقد الماء من النبات وبالتالى من التربة النامى فيها النبات كما يؤثر على التلقيح وانتشار البذور والثمار ، وتؤثر كذلك على النباتات تأثيراً غير مباشراً بتأثيرها على الرطوبة النسبية للهواء ، حيث تنقل الهواء من مكان لاخر ، ولقدرتها على تحريك الضباب والسحب ، وهذه الاخيرة تغير من شدة الضوء .
ويتوقف اثر الرياح كعامل بيئي على العوامل الطبوغرافية،والبعد عن ساحل البحر والارتفاع عن سطح الارض .
والرياح قد تحدث اضراراً كثيرة للكائنات النباتية ، وينعكس هذا ايضاً على الكائنات الحيوانية / ومن بين تلك الاضرار نذكر التجفيف ، والتقزم والتشويه ، والتكسير ، والبرى ، والتآكل ، وترك رذاذ ملحي على جسم النبات الا انها قد تضطلع بدور هام في تلقيح النبات والعمل على انتشاره وانتشار بذوره وثماره . وقد تكون الرياح عاتية مما دفع الانسان لعمل مصدات لها . وزرع الانسان النباتات المثبتة للكثبان الرملية لتفادى خطورة نقل الاخيرة بها ، ومن امثلة تلك النباتات نذكر منها نبات قصب الرمال ونبات الطرفة ونبات الثمار ونبات الرطريط

ونبات الرتم . هذا وفيما يلي بعض الاضرار التى تسببها الرياح للنباتات .

١ – التجفيف

ثمة بعض الحقائق التى تتعلق بدور الرياح وما تحدثه من تجفيف للنباتات يمكن ايجازها فيما يلى :

أ– تعمل الرياح على زيادة معدل بخر الماء من النبات .

ب– تثنى الرياح ، اثناء هبوبها الاوراق النباتية مسبباً تقلصاً وانقباضاً فى الفراغات البينية الموجودة بين خلايا انسجة النبات ، وبذلك تؤدى الى طرد الهواء المشبع بالماء خارج الاوراق ، ودخول هواء جاف ليحل محله .

ت–الادمة ذات اهمية فى تحديد مقاومة النبات للجفاف خصوصاً عندما تشتد سرعة الرياح.

ث–تتغلق الثغور عادة عندما تزداد سرعة الرياح ، وبذلك يصبح النتح أدمياً .

جـ – يؤدى هبوب الرياح الى زيادة النتح عن الامتصاص ، مما يؤدى احياناً الى موت النبات ، خصوصاً اذا كان الجو دافئ والنباتات طويلة الساق . النباتات الوسادية (نباتات قصيرة غزيرة التفرع) هى اكثر النباتات مقاومة للرياح .

٢ – التقزم

ويحدث بفعل الرياح تهب خلال الفترة التى تكبر فيهاالخلايا وتجتاز طور البلوغ مما ينشأ عنه اختلال فى التوازن المائي الداخلى ، ويرجع التقزم الى نقص كمية المادة الجافة المنتجة ، وقد يصحبه زيادة فى عدد الافرع الجانبية .

٣– التشويه

ويتمثل فى تغيير شكل الاعضاء النباتية تغيراً مستديماً نتيجة هبوب الرياح من جهة واحدة ، ولا يشترط ان يكون التشويه مصحوباً بالتقزم فالرياح الرطبة قد تغير فكل شكل المجموع الخضري دون ان تختزل حجمه ، ويتمثل التشويه فى الشكل الظاهري للنبات وكذلك فى تراكيبه الداخلية . هذا وتؤدى الرياح التى يستمر هبوبها من جهة واحدة الى تفلطح جذع النبات وفروعه ، فى مستوى موازٍ لاتجاه الرياح . كما ان نشاط الكمبيوم يكون اكبر فى الاتجاه البعيد عن الرياح ، حيث حلقات النمو الثانوى تكون اسمك فى ذلك الاتجاه ، وهذا يفسد خصائص الخشب خصوصاً اذا استخدم فى صناعة الاثاث . ومن ثم تغرس مصدات للرياح حول اشجار الغابات التى تزرع بقصد انتاج خشب الاثاث . كما ان هبوب الرياح يؤدى الى انبطاح نباتات المحاصيل على الارض خصوصاً اذا كانت الاخيرة مشبعة بالماء ، وهذا يؤثر على انتاجية المحصول .

٤- التكسير

ثمة بعض المواصفات التى تتوفر فى النباتات القابلة للكسر بفعل الرياح يمكن تبنيها فيما يلي :

أ) يكون الخشب هش قليل التغلظ .

ب) لا يوجد انسجة مغلظة بوفرة (انسجة سكلرتشيمية) .

ت) تكون نباتات مصابة بأمراض حشرية او فطرية او غيرها من الكائنات الممرضة .

ث) تكون نباتات سبق تعرضها الحرائق .

هذا وقد تكون الرياح عاتية فتقلع النباتات من التربة خصوصاً تلك ذات الجذور الضحلة والانسجة الميكانيكية الضئيلة ، خصوصاً اذا كانت نامية فى تربة مفككة او فى بيئة صحراوية مكشوفة .

٥- البري

وتتمثل علاقة هبوب الرياح ببرثي النباتات فى ضوء الحقائق التالية :

أ) ينتح البري من حمل الرياح لحبيبات التربة وقذفها بشدة على النباتات .
ب) تحدث الرياح المحملة بالرمال ثقوب اوراق النباتات نتيجة القذف لحبيبات الرمال .
ت) تستقر احياناً حبيبات الرمال في ثقوب الثغور وتبقيها مفتوحة باستمرار وبذلك يتعرض النبات لفقد كمية كبيرة من ماء جسمه .
ث) يتآكل القلف عادة فى الناحية المواجهة للرياح .

٦- التآكل

فيما يلي بعض الحقائق المتعلقة بأثر الرياح على تآكل التربة ، واثر ذلك على حياة النباتات .
أ) الكساء الخضري يمنع تآكل التربة وانتقالها بفعل الرياح .
ب) الرياح قد تحدث تآكل للتربة ، وبذلك تسبب تعرية للجذور القريبة من سطحها .
ت) الرياح قد تحمل التربة وتجمعها حول النباتات ، وهذه الاخيرة قد تضطر الى انتاج اجزاء خضرية فى مستوى يعلو على سطح الرمال المترسبة باستمرار .
ث) النباتات التى تحتمل ترسيب الرمال تجمع حولها غروداً رملية صغيرة او كبيرة حسب الانواع ، وتكون جذوراً عرضية على الساق ، فى مستويات تزداد ارتفاعاً كلما تقدم ترسيب الرمال .
ج) يكون ذرو الرياح للتربة اشد ما يمكن فى التربة الرملية ، مما يترتب عليه تلف نباتات المحاصيل ، خصوصاً ذات الجذور الضحلة .

٧- الرذاذ الملحي

فيما يلي بعض الحقائق المتعلقة باثر الرياح على النباتات خصوصاً تلك النامية قريباً من المسطحات المائية ، والتى يترتب على وجودها تكوين املاح على اسطح جسمها :

أ) تسبب الرياح تكوين املاح على جسم النبات بفعل حملها لرذاذ الماء من المحيطات والبحار القائمة على جسم ، ويتبخر الماء يتبقى املاح على سطح جسم النبات .
ب) يسبب تواجد الاملاح على اسطح النباتات اضراراً بالغة لها . خصوصاً تلك الحساسة للاملاح ، لما للاخيرة من اثر على بلزمة الخلايا .
ت) تقل عادة كمية الاملاح المتخلفة عن بخر رذاذ الماء كلما زاد بعد موقع النبات عن الساحل .
ث) النباتات الحساسة للاملاح لا تستطيع النمو قريباً من البحر الا اذا كانت حياتها قصيرة .
ج) اخطر الاضرار الناجمة عن الرياح وتكوين الرذاذ الملحي هي تلك الرياح التي تعقبها عواصف غير مطيرة . اذ ان تلك العواصف تجفف الرذاذ تتاركة غشاء من الملح على سطح النبات .

العوامل الاحيائية
(Biotic Factors)

مجموعة العوامل الاحيائية من بين العوامل الهامة التى تئثر على حياة الكائنات الحية وهذه العوامل هىالجزء الثانى من العوامل البيئية بعد مناقشتها للعنصر الفيزيقي الذي ضم مجموعة العوامل المناخية وعوامل التربة والعوامل الموقعية ولا يخلو اى كائن حى من وجود صلة بينة وبين الكائنات الحية ، فقد تكون مبنية على تبادل المنفعة بين الطرفين وقد تعود بالنفع على احدهما والضرر على الاخر . هذا ويمكن تقسيم العوامل الاحيائية الى علاقة بين النبات بعضها البعض او بين نبات وحيوان او بين حيوان وحيوان اخر .

أولاً : العلاقات بين النباتات :

ويوجد نوعان من العلاقة الاجتماعية بين النباتات تعرف احدهما بالرابطة الاعتمادية والاخرى برابطة المعايشة .

١- الرابطة الاعتمادية (Dependent Unions)

وفيها يعتمد احد النباتات على الاخر وتختلف درجة الاعتماد من اعتماد كلى كما يحدث في النباتات المتطفلة الى اعتماد

جزئي كما فى النباتات المتسلقة وتضم هذه الرابطة الصور الآتية:
أ- النباتات المتطفلة (Parasites) مثل تطفل الحامول على البرسيم والهالوك على الفول.
ب- النباتات المتكافلة (Symbionts) مثل الاشن والجذر فطريات ، والعقد البكتيرية على البقوليات .
ج- النباتات العالقة (Epiphytes) وهى نباتات تعتمد على نباتات اخرى كبيرة للدعامة فقط وتتغذى على القلف المتحلل وعلى المواد الغذائية المحمولة بالرياح وتحصل احتياجاتها المائية من الامطار .
د- النباتات المتسلقة (Lianas) وتستخدم هذه النباتات الالتفاف او الاشواك او المحاليق مثل نبات الجهنمية والورد والفاصوليا والبسلة والفول .

٢- رابطة المعايشة (Commensal Unions)

وجود النباتات متجاورة فى بيئة ما من شأنه ايجاد تنافس للحصول على الغذاء والماء والضوء وذلك لتماثل احتياجاتها من المواد الغذائية ، وتقل درجة هذا التنافس بين النباتات ذات الاحتياجات المختلفة والتى تشغل اجزاؤها الهوائية طبقات مختلفة فى الهواء الجوي هذا ويكاد يكون التنافس منعدماً بين النباتات الصحراوية حيث تكون متناثرة وجذورها متباعدة .

ثانياً : العلاقة بين الحيوانات والنباتات :

وتتمثل هذه العلاقة فيما يلي :

١- الرعي والقضم (Grazing and Browsing)
وتتغذى الحيوانات على الاعشاب (Grazing) او على الاشجار والشجيرات ويعرف بالقضم (Browsing)

٢- النباتات مقنصة الحيوانات الصغيرة وخصوصاً الحشرات (Granivorous Plants)
مثل نبات نبنش (Nepenthes) ونبات دروسيرا (Drosera)
٣- التلقيح الحشري (Pollination) تقوم الحشرة بنقل حبوب اللقاح المتعلقة بجسمها من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى كما ان الحشرات تتغذى على رحيق الازهار .
٤- انتشار البذور (Dissemination) :
لبعض الثمار الغضة الوان جذابه وغلاف تقبل على اكله بعض الحيوانات مثل (العنب والطماطم والبلح والفلفل .....) وتكون هذه البذور محمية بقصرة صلبة فلا تؤثر الانزيمات الهاضمة عليها وعندما تجد البذور طريقها مع براز الحيوان الى التربة وتجد الظروف المناسبة تنبت . كما ان بعض الثمار تعلق بصوف او ريش الحيوانات عن طريق اشواكها (الثمار) مثل ثمار الشبيط فتنقلها الحيوانات من مكان لاخر .

بعض الظواهر البيئية المتعلقة بعلاقة الكائنات الحية بعضها بعض :

١- سلسلة الغذاء :

ينتقل الغذاء من كائن لاخر بطريقة ما ويعد الكائن الاول منتجاص للغذاء بينما الثانى مستهلكاً له وعندما يفنى الاخير ويتحلل جسمه فان مادة جسمه تستغل فى انتاج مواد غذائية جديدة بالكائن الاول .

٢- الهرم العددي

وهو يحدد علاقات التغذية بين الكائنات الحية فى سلسلة غذائية ما . ويتضح منه ان اعداد الافراد المنتجة في السلسلة الغذائية تكون اكبر من اعداد افراد المستهلك الاول – وهذا الاخير يكون اكثر عدداً من المستهلك الثاني وهكذا . حيث تصل فى النهاية الى اعداد قليلة من المستهلك الاخير وتعد الافراد المنتجة من الكثرة بما يجعلها تمثل قاعدة الهرم بينما

يكون المستهلك الاخير من القلة بما يجعله يمثل قيمته كما ان هناك تناسباً عكسياً بين عدد الكائنات الحية وحجمها ، فعند قاعدة الهرم تكون اعداد الكائنات كبيرة لكن حجمها صغير بينما عند قمته عددها ويزداد حجمها كما فى الشكل التالى .

النظام البيئي (Ecosystem)

يعرف الجهاز البيئي بأنه الوحدة الطبيعية التى تشتمل على اجزاء حية وغير حية تتفاعل وينتج عن ذلك نظام يتم من خلاله تبادل المواد بين المكونات الحية وغير الحية فى نظام دائري وتمثل البركة قطاعاً بيئياً (Pond Ecosystem) والجهاز البيئي هو اكبر وحدة فعالة فى الدراسات الايكولوجية اذ تحتوى على المكونات الحية وغير الحية وتكون هذا الجهاز

من اربع وحدات او مستويات هي العناصر غير الحية والكائنات المنتجة والكائنات المستهلكة وكائنات مختزلة .

العناصر غير الحية Abiotic Components

وهى مواد عضوية وغير عضوية مثل الماء والاكسجين وثانى اكسيد الكربون واملاح الكالسيوم والفسفور والمواد الدبالية وخلافه .

الكائنات المنتجة Producers

في البركة مثلاً نجد ان الكائنات المنتجة هى جذور النباتات والاعشاب والنباتات الطافية وكذلك الكائنات التي توجد في الاعماق مثل الطحالب التي تقطن البرك والثالوثيات وهذه تلعب دوراً اساسياً فى انتاج الطعام للنظام البيئي فى البركة .

وتعتبر النباتات الخضراء التى لها القدرة على تصنيع الغذاء من موارد عضوية بسيطة منتجة فى النظام البيئي .

الكائنات المستهلكة Consumers

وهى حيوانات مثل يرقات الحشرات والقشريات والاسماك المستهلكة الابتدائية وهى اكلة النباتات وتتغذى مباشرة على النبات ثم المستهلك الثانوى ويتغذي على المستهلك الابتدائي .

الكائنات المختزلة Decomposers

وتمثل اساساً بالبكتريا والفطريات التى تكسر المركبات المعقدة الى مواد بسيطة صالحة للاستعمال عند النبات ن العناصر الكيماوية الغير حية تسلك ممرات او طرق متميزة من البيئة الى الكائن ثم تعود ثانية الى البيئة وهذا يتم باساليب جديدة قليلة او كثيرة وتعرف بالدورة العضوية والغير عضوية او الدورة البموكيماوية مثل دورة الكربون والنتروجين في الطبيعة .

وتكون الكائنات المنتجة والمستهلكة والمحللة فى النظام البيئي تركيباً خاصاً يعرف بسلسلة الغذاء (Food Chain) والتى تتكون من عدة مستويات غذائية يكون فيها العنصر المنتج القاعدة الاساسية في التركيب ومن امثلة ذلك سلسلة غذائية برية واخرى فى البيئة المائية ففي الاولى النباتات هى المنتج في بداية السلسلة والديدان هى المستهلك الاول ، وهي تتغذى على النباتات والطيور هى المستهلك الثاني وتتغذى على الديدان " والقطط او الحيوانات اكلة اللحوم " هى المستهلك الثالث وتتغذى على الطيور وبعد موت الحيوانات اكلة اللحوم تتحلل اجسامها فى التربة بواسطة بكتريا التحلل الى عناصر

بسيطة يمتصها النبات ام في السلسلة الغذائية في البيئة المائية فنجد الطحالب وحيدة الخلية ، (بلانكتون نباتي) هى المنتج في بداية السلسلة الغذائية والقشريات مثل الجمبري وبرغوت الماء . وهما المستهلك الاول للمنتجالسابق وتتغذى الاسماك على القشريات ، والمستهلك الثالث وهو الاسماك الكبيرة والثدييات المائية التي تتغذى على الاسماك الصغيرة ثم تموت الاسماك الكبيرة والثدييات وتتحلل اجسامها فى الماء وتصبح إذا للطحالب .
اهم خصائص النظام البيئي :

١- استمرارية النظام :
ويقصد بالاستمرارية فى النظام البيئي هو استقراره وقدرته على العودة الى وضعه الطبيعي بعد اى تغيير يطرأ عليه سواء كان ذلك التغيير من صنع الطبيعة او من صنع الانسان .

٢- ديناميكية النظام :
تتضح ديناميكية النظام البيئي من العلاقة بين الشمس والارض والغلاف الهوائي كنظام بيئي عام . وفي هذا النظام نجد ان الشمس تصدر كميات هائلة من الطاقة الاشعاعية يصل الى الارض وغلافها الهوائي قدر معين وينعكس جزء اخر عن طريق السحب والطبقة الغازية في الكون لتعود مرة اخرى الى الفضاء والطاقة الشمسية التى تصل الى الارض وغلافها الجوى تسبب له الدفء من ناحية كما تستخدم تفاعلات اخرى كيميائية معقدة تتسبب فى الحفاظ على مكونات الهواء لاستمرارية الحياة على الارض فى صورتها المعروفة لنا .
والشمس كمصدر طاقة هائل تتحول داخل خلايا النباتات الخضراء في وجود كل من الماء وثانى اكسيد الكربون الى سكريات احادية وتبدأ سلسلة غذائية جديدة .

٣- التوازن البيئي :
يستخدم لفظ بيوسفير او المجال الحيوي كتحديد للمنطقة التى تتجلى فيها مظاهر الحياة وهي منطقة يبلغ سمكها عدة كيلو مترات تشمل كل الكائنات الحية والهواء والماء والتربة والارض

التى يقيم عليها الانسان كنظام بيئي متوازن . والمجال الحيوي هو ، مصدر الطاقة (ممثلة فى الاشعاع الشمسي) وهو ايضاً استمرار للحياة حيث تتكون ، خلايا وتموت خلايا اخرى ويحدث تبادل بين الخلايا فى التغذية وذلك بالتمثيل الغذائي فتنشأ بذلك سلسلة غذائية خلال دورة بيولوجية دائمة وضخمة ويترتب على ذلك تحول اشكال الطاقة الى اشكال اخرى وبفضل الاشعاعات الشمسية تستطيع النباتات ان تبنى مواد عضوية وتتخلص من الاكسجين الذي يعد مصدراً للحياة ويحافظ عليها ونلاحظ ان الغذاء الرئيسي للحيوانات اكلة العشب هو النباتات وفتات الصخور والفضلات وهذه الحيوانات تكون فريسة للحيوانات كاكلة اللحوم والحشرات .
وهذا يمثل مجموعة من سلاسل غذائية متصلة الحلقات ويلاحظ اخيراً ان بقايا الحيوانات والمواد العضوية المتحللة تتحول بفعل البكتريا لتكون لعناصر المواد المعدنية التي تعود بدورها الى الكائنات النباتية وهذا النوع من الصلات يقوم بلا شك على وحدة كبيرة ويصون بتوازن البيئة فوق الارض .

دورة بعض العناصر فى الطبيعة

من اهم هذه الدورات دورة الكربون ودورة النتروجين ودورة الماء ولكل عنصر من هذه العناصر دورة فى الطبيعة تؤدى الى ان تظل نسبته ثابتة فى الارض وفى الهواء فتنطلق هذه العناصر من اجسام الكائنات الميتة التى كانت حلقات فى السلاسل الغذائية المختلفة ثم تحللت بفعل الكائنات الحية الدقيقة الى مواد بسيطة فى التربة وتنطلق الى الهواء حيث تستفيد منها الكائنات الحية وبهذه الطريقة يمكن المحافظة على نسبة العناصر الحيوية .

١ – دورة الكربون فى الطبيعة

فى هذه الدورة لا يمكننا تحديد بداية هذه الدورة او نهايتها ولنبدأ بثانى اكسيد الكربون سواء الموجود فى الجو الذي يستخدم بواسطة النباتات العادية او الذائب فى الماء الذي

تمتصه النباتات المائية .ثم تحويله الى المواد السكرية فى عملية البناء الضوئي .
وهذه المواد السكرية وغيرها من المواد التى تبنيها النباتات ودخل فى تكوينها الكربون تدخل ضمن مكونات اجسام الحيوانات اكلة العشب (مستهلك اول) وبالتالى ضمن مكونات حيوانات اكلة اللحوم والانسان وعندما يتغذى عليها ويعتبر كل من الانسان والحيوانات اكلات اللحوم مستهلك ثان . ويعود الكربون ثانية الى الجو نتيجة لعملية تنفس هذه الكائنات كما ان بعض الكربون يطرد خلال الفضلات او البقايا وعندما تموت هذه الكائنات الحية ، النباتية والحيوانية تتحلل اجسامها بواسطة البكتريا والفطر حيث تقوم هذه الكائنات الدقيقة بتحويل الكربون فى المركبات العضوية الى كربون فى المركبات غير العضوية . وفى الازمنة ، الجيولوجية السحيقة وقعت النباتات التى ظهرت فى باطن الارض تحت تأثير الضغط والحرارة وكونت الفحم والبترول ويعتبر احتراق هذه المواد مصدراً هاماً لثانى اكسيد الكربون الموجود فى الجو الان .

٢- دورة النتروجين فى الطبيعة

يعتبر النتروجين عنصراً اساسياً لتكوين الروتينات التي تكون اهم مركبات عضوية فى البروتوبلازم او المادة الحية ويوجد النتروجين فى اللحم والخضروات التى نأكلها نأكلها .
يوجد النتروجين بكميات كبيرة نسبياً فى اجسام الحيوانات (٣,٣ %) وفي النباتات بنسبة ٤٥, % وبكميات صغيرة فى القشرة الارضية (٠٣,%) وتجرى بعض العمليات في الطبيعة تعمل على عودة النتروجين من الكائنات الحية الى البيئة وتسمى هذه بدورة النتروجين فى الطبيعة وهناك اربع عمليات تحدث فى دورة النتروجين هى :
أ- التحلل
ب- النيترة
ج- بناء المركبات النتروجينة العضوية .
د- تثبيت النتروجين .

التحلل (Ammonification)

تقوم بها كائنات دقيقة من فطريات وبكتريا التحلل فتحلل الجثث الي مواد بسيطة اهمها غاز ثانى اكسيد الكربون واملاح النوشادر وغاز النتروجين الذي ينتج من تحلل النترات بواسطة البكتريا النيترة .

النيترة (Nitrification)

وتتم بأكسدة املاح النوشادر الناتجة من العملية السابقة بواسطة بكتريا النيتروز ومونـاس الى املاح النيترايات . نشادر + اكسجين – نيتريتات + ماء + طاقة .

واما النيتريتات المتكونة فتنقلها بكتريا النيتروباكتر وتؤكسدها الى نترات وهذا التفاعل على جانب كبير من الاهمية اذ ان تراكم النيراتات سام لجذور النباتات .

بناء المركبات النتروجينية العضوية :

فى هذه المرحلة تمتص جذورالنباتات النتروجين اللازم لها اساساً على شكل املاح النترات والقليل من النباتات يفضل امتصاص النتروجين على صورة املاح النوشادر وبمجرد دخولب النترات فى النبات تختزل الى نوشادر حيث يتحد مع احماض عضوية مكونة احماض امينية يتكون من تجمع عدد كبير منها البروتينات التي تبنى منها المادة الحية ومكونات كثيرة مثل الخمائر او الانزيمات وتتم هذه العملية اساساً فى اوراق البنات .

تحتاج جميع الكائنات الحية الى عنصر النتروجين،الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية (Deoxyribonucleic Acid (DNA.ومع ان غاز النيتروجين ٢N يشكل ٧٨ % من الغلاف الجوي،إلا ان المنتجات والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع إستخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والإستفادة منه.غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر

النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة الى اَيونات الأمونيوم NH_4 أو النترات NO_3 وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين Nitrogem Fixation التي يمكن ان تتم بطرق:التثيست الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الأصطناعي.وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الإستفادة منه وإستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي.

٣- وهذه التحولات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق أو النشاطات البركانية أو عن البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين الى نيترات ومن ثم تتحول الى أحماض أمينية وبروتينات.هذا وتعتبر فضلات الكائنات الحية وتحللها مصدرا مهما للنيتروجين، حيث تقوم البكتيريا بتحويلها الى نيتريت NO_2 ثم الى نيترات NO_3 ، وبعد ذلك إما يتم امتصاصها عن طريق الجذور أو تتحول الى غاز النيتروجين N_2 الذي يعود الى الجو.

٣. دورة الماء فى الطبيعة

فـى الطبيعـة يتـرك المـاء الجـو متسـاقطاً علـى الارض علـى صورة مطر ويمكن للماء ان يسقط مباشرة فى البحار او ربما يسقط علـى الارض والـتلال وتتكـون التيـارات المائيـة والينـابيع وهذه ، بالتالى تصب فى الانهار تؤدى الى البحر ، وبعض هذا المـاء يعـود ثانيـة الـى الجـو عـن طريـق التبخيـر ، كـذلك نلاحظ ان النباتات تمتص الماء من التربة وتشربه الحيوانات حيث تستخدمه فـى عملياتهـا المختلفـة داخـل اجسـامها وهـذا المـاء يعـود ثانيـاً الـى البيئـة خـلال عمليـات النـتح والتـنفس والاخراج ثم بعد موتها .

توازن النظام البيئـي واختلاله

أسلفنا بان البيئة نظام كبير معقد، يتكون من مجموعة من العناصر(حية وغير حية) تتفاعل فيما بينها، مؤثرة ومتأثرة، تحكمها علاقات أساسية، تحفظ لها تعقيدها ومرونة إتزانها.وتتكون البيئة من مجموعة من الأنظمة الأصغر، تجري مكوناتها في سلاسل ودورات طبيعية تحفظ لها أيضاً التعقيد ومرونة الأتزان.وهكذا، فان أهم ما يميز البيئة الطبيعية هو ذلك التوازن Homeostasis القائم بين عناصرها المختلفة،

فلو أن ظروفاً ما أدت الى أحداث تغيير من نوع ما في أحدى هذه العناصر، فانه بعد فترة قصيرة قد تؤدي بعض الظروف الطبيعية الأخرى الى تلافي اَثار هذا التغيير. ومن أمثلة ذلك ان النار إذا دمرت جزءاً من إحدى الغابات، فانه بعد عدة أعوام قليلة تعود هذه الأرض التي إحترقت أشجارها الى طبيعتها الأولى، فتنمو بها الحشائش والأعشاب، ثم سرعان ما تكتسي بالأشجار الباسقة مرة أخرى. ويرى العلماء ان هذا التوازن شيء حقيقي وقائم فعلاً بين العناصر المكونة للبيئة، يعبرون عنه بإسم النظام البيئي Ecosystem ، وهو نظام متكامل يعيش فيه كل المساهمين في توازن تام، ويعتمد كل منهم على الاَخر ي جزء من حياته وإحتياجاته، ويقوم كل منهم بمهمته في هذا النظام خير قيام، إذا ما أتيحت له الفرصة كاملة.

إن توازن أو إتزان مجموعة الأنظمة البيئية الموجودة في الكرة الحية أمر ضروري لإستمرارية الحياة.وإتزان النظام البيئي يعني التوازن في مجمل الدورات الغذائية الأساسية والمسالك

المتداخلة للطاقة داخل نظام بيئي ما، وهذا يتطلب ان تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي بإتزان. ولذا لابد ان يكون هناك توازناً بين الإنتاج والإستهلاك والتحلل داخل النظام.

ويوجد الإتزان في جميع مستويات التنظيم الحيوي، فلو أخذنا اتزان داخل الفرد، فنلاحظ ان هناك إنتظاماً للعمليات الجسدية والوعائية والأيضية عن طريق تنظيم نبضات القلب والتنفس ودرجة حرارة الجسم.كما يوجد هناك تداخل وتآزر بين الضبط العصبي والهرموني في النمو والتكاثر والسلوك. لذا فالفرد قادر على مقاومة التغيرات البيئية الناتجة عن الوسط المحيط.

وتوجد الأنظمة البيئة المتوازنة حولنا في كل مكان. ومن أمثلتها: البحيرات والغابات والبحار.فكل منها يمثل بيئة منفصلة قائمة بذاتها تعيش مكوناتها معاً في توازن تام.وإذا أخذنا مفهوم الإتزان على مستوى النظام البيئي فإننا نبحث في مدخلات Inputs بيئية تأتي من الوسط المحيط،، كالطاقة الشمسية، وثاني أوكسيد الكاربون، والأوكسجين، والماء،

والعناصر الغذائية.ومخرجات Outputs بيئية تطرح في الوسط المحيط،، وتشمل: الأوكسجين، وثاني أوكسيد الكاربون، والماء، وعناصر غذائية، وطاقة حرارة مفقودة من عملية التنفيس. وحتى يتحقق الإتزان يجب ان يتوفر شرط التعادل في معدل دخول المدخلات وخروج المخرجات[١].

ويتحقق الإتزان في عمليات التنظيم داخل المجتمعات النباتية والحيوانية عن طريق:

التغذية الراجعة Feedback mechanism

والتنظيم الذاتي Self- regulation

كمثال على مفهوم التغذية الراجعة، هوالنشاط العضلي، الذي يزيد من تركيز ثاني أوكسيد الكاربون ويقلل من مستويات الأوكسجين في الدم، وهذا يحفز الإسراع في نبضات القلب ومعدلات التنفس، مما يساعد على طرد ثاني أوكسيد الكاربون CO_2، وأخذ الأوكسجين من الهواء، وعندما تعود مستويات

الأوكسجين O2 و CO2 الى وضعها الطبيعي العادي، تعود أيضاً معدلات نبض القلب والتنفس الى الوضع العادي.وهكذا يبقى النظام في توازن ذاتي يعتمد على التغذية الراجعة لكي يسد إحتياجات الفرد الأيضية.وما حصل هنا هو تراكم للمخرجات في داخل الجسم (حالة تغيير) مما أدى الى زيادة معدل دخول المدخلات للسيطرة على هذا التغيير، وتستمر التفاعلات الأيضية ويستمر طرد المخرجات حتى يتعادل معدل دخول المدخلات مع طرح المخرجات.

إن سر إستمرار الإتزان البيئي هو قدرة البيئة الطبيعية على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مخاطر او مشكلات تمس الحياة البشرية.ويعني ذلك إن عناصر البيئة تتفاعل وفق نظام معين يطلق عليه النظام البيئي Ecosystem وهو عبارة عن ما تحتويه أي كنطقة طبيعية من كائنات حية ومواد غير حية بحيث تتفاعل مع بعضها البعض ومع الظروف البيئية، ومت ينتج من تبادل بين كل من الممكونات الحية وغير الحية. ومن امثلة النظم البيئة الغابة والبحر والبحيرة،

وخلافـه،أي أن هنـاك نظـم بيئيـة أرضـية وظـم بيئـة مائيـة، وللإنسان (كأحد مكونات النظام البيئي) مكانة خاصة نظراً لتطوره الفكري والنفسي، فهو المسيطر الى حد ملموس على النظام البيئية ويتوقف عليه المحافظة على النظام البيئي وعدم إستنزافه بحسن تصرفه.

ويوجد إتجاه اَخر من قبل المدرسة الأساسية البيئية لبحث ظاهرة الأتزان عن طريق دراسة مكونات النظام البيئي والسلسلة الغذائية، حيث يبرز علماء البيئة هنا سلبية إختفاء النوع أو الأنواع من السلسلة الغذائية والتي تعتبر على حد رأيهم من العوامل التي تدفع بنظام متزن الى حالة عدم الإتزان.

ووجهة النظر هنا إن النظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية (بشكل خاص) متكاملة الى أقصى حد.وأن إختفاء او إنقراض أو هجرة الأنواع نتيجة للملوثات او التعدي على مساحات الطبيعة بسبب العمران والصناعة، هو من مسببات إختلال التوازن البيئي، حيث أن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية، عدا عن دوره في عملية نقل

الطاقة من مستوى الى آخر .فإختفاء النوع أو الأنواع يحدث فجوة(فراغ) في البيئة من شانها ان تعطل مسار الطاقة الطبيعية، وبفقدان الطاقة او تشتتها يعتبر العلماء إن النظام غير متكامل، وبالتالي غير متزن.ولعل هؤلاء العلماء هم الأوائل الذين ارسوا فكرة إعادة توطين الأنواع في بيئتها الطبيعية حتى تسير الطاقة وتتدفق بشكل طبيعي ويعود النظام البيئي الى إتزانه الطبيعي.

والتوازن القائم بين مختلف عناصر البيئة توازن دقيق، ويمكن ملاحظته في كثير من الإشياء التي تقع حولنا، فيمكن ان نرى هذا التوازن مثلاً في دورة الكاربون.فيقوم النبات بإمتصاص غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الهواء الجوي، ويستخدمه في صنع ما يحتاجه من غذاء.ويطلق على هذه العملية عملية البناء الضوئي، وفيها ينطلق غاز الأوكسجين كناتج ثانوي. وتقوم عناصر الإستهلاك بإستخدام غاز الأوكسجين في عملياتها الحيوية وفي الحصول على الطاقة اللازمة، وتطيق

بدورها غاز ثاني أوكسيد الكاربون الى الهواء لتستخدمه بعد ذلك عناصر الإنتاج مرة أخرى، وهكذا دواليك[٢].

بيد ان الإتزان في النظام البيئي يتسم بعدم الثبات، نظراً للتغيرات المستمرة التي تتناول عاملاً أو أكثر من العوامل الداخلية في بناء النظام. والتوازن الطبيعي في البيئة هو في الواقع توازن ديناميكي يتصف بالمرونة التي تحفظ للنظام وحدة وتكاملاً في صورة ما..إن الإخلال في التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية ليست مشكلة مستقلة من المشكلات البيئية الرئيسية (زيادة السكان والتلوث وإستنزاف الموارد) بل إنها في الواقع نتيجة لهذه المشكلات.فالزيادة السكانية مثلاً تسبب في زيادة الفضلات التي تلقى في النظام البيئي، كما إنها تؤدي الى إستهلاك كميات كبيرة من موارده. ومن ذلك يظهر ان الإخلال في التوازن الطبيعي قد ينتج من الزيادة في السكان والزيادة في الفضلات المطروحة والزيادة في إستهلاك الموارد.إلا ان الزيادة الصغيرة في السكان لا تحدث مشكلات تخل في التوازن **الطبي**عي للنظام البيئي.فعندما يقيم مثلاً

[٢] - محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة،مصدر سابق، ص ٢٢-٢٤.

١٠٠ شخص في ١٠ كم على طول جدول مائي فان إلقاءهم للفضلات في هذا المجرى قد لا يسبب مشكلة ما لأن العوامل الطبيعية للتطهير (الأسماك والبكتريا وغيرها) تستطيع معالجة هذه الفضلات بسهولة.وبمعنى اَخر فان الفضلات المطروحة في الجدول (وهو نظام بيئي مائي) هي في حدود قدرته الإستيعابية دون إخلال في توازنه الطبيعي.ولكن عملية التطهير الطبيعية قد تختل لو أن هؤلاء السكان قد إزدادوا الى ١٢٥ مثلاً.. وهكذا بالفعل هو ما يحصل على نطاق كبير لموارد المياه في البيئة ككل..ان ظاهرة نمو المدن تتزايد في إطراد ونمو سكان الحضر يفوق نسبة التزايد السكاني وهذا بلاشك يوسع مدى التدخل في الأنظمة البيئية معاً[٣]..

ويمثل الإنسان أحد العوامل الهامة في النظام البيئي، بل هو يعتبر من أهم عناصر الإستهلاك التي تعيش على سطح الأرض.ولذلك فان الإنسان إذا تدخل في هذا التوازن الطبيعي دون وعي او تفكير أفسد هذا التوازن تماماً.ولقد إسترعى

[٣] - رشيد الحمد ومحمد سعيد صباريني، البيئة ومشكلاتها، عالم المعرفة، ص ١٤١-١٤٢

إنتباهه ان العوامل الطبيعية التي يعيش فيها تتعرض بين الحين والآخر للتلوث، مما يعود بالضرورة على حياته وحياة الكائنات الأخرى التي تشاركه فيها. وقد أصبح الإنسان مشكلة البيئة فعلاً، فهو لم يترك نظاماً بيئياً دون أن يقتحم معاقله، بل لم يترك مكوناً من مكونات البيئة دون تعديل او تغيير..يضيف يومياً آلاف الأطفال الى " مستوطنة" محدودة المساحة، ومحدودة الموارد، وفي هذه " المستوطنة" يطرح سموماً تلوث الماء والهواء والغذاء والتربة، مما يجعل العيش فيها غير مريح.لقد تدخل الإنسان بكا ما أوتي من قدرات بيولوجية فذة بالنواميس والقوانين الطبيعية التي تحكم العلاقات والتفاعلات والدورات في الأنظمة البيئية، مؤذياً بذلك قدراتها على التجدد والإستمرار والتوازن.. البيئة تتظلم وتشكو من صنوف الأذى التي تلحق بها من تصرفات انسان وممارساته [٤].

[٤] - المصدر نفسه، ص ١٥٠ – ١٥١.

الكساء النباتى
(Vegetation)

تعبر كلمة الكساء الخضري (vegetation) لمنطقه من المناطق عن الحالة النباتية الطبيعية لتلك المنطقة، تلك الحالة التي تنتج عن تأثير ظروف البيئة وعن تجمع الانواع النباتية المختلفة التي تعمرها في صعيد واحد ،وعن تفاعل هذه الانواع بعضها مع بعض ومع عوامل البيئة او بعبارة اخري هي محصلة تأثيرات البيئة واحتياجات النباتات التي تعيش فيها .ذلك لان النباتات كائنات تجمعيه ،تؤلف مجتمعات(communities)

تعمر مختلف البيئات، ولكل فرد من افراد المجتمع احتياجاته من عوامل البيئة التي قد يتنافس عليها مع غيره من الافراد .وتنشا المجتمعات النباتية اما من البذور والجراثيم الوافدة علي البيئات بوسائل الانتشار المختلفة ، او من اعضاء التكلثر الخضري في بعض النباتات.

المجتمع النباتي

يعرف المجتمع النباتي (plant communities) بانه اية مجموعه من النباتات تعيش معا كوحده، ولافرادها علاقة ببعضها البعض وبظروف البيئه التي تعيش فيها.

ويعتبر"المجتمع" وحدة الكساء الخضري، ولكنها وحده عامه لا تتقيد بحجم او مرتبه. فالغابات متساقطة الاوراق المنتشره في اواسط اوروبا وغربها تعتبر كل واحده منها مجتمعا نباتيا. ومجموعات الاشن او الطحالب الخضراء التي تغطي جذع اية شجره من اشجار تلك الغابه، وكذلك مجموعات النباتات المائيه

التي تعيش طافيه او مغموره في بركه ما، تعتبر كل واحدة منها مجتمعا نباتيا قائما بذاته.

ويشمل الكساء الخضري لاية منطقه من المناطق عددا من المجتمعات ذات الاحجام والمراتب المختلفه، واهم مراتب المجتمعات النباتيه هي:

١-التكوين النباتي (plant formation)

٢-العشيرة (Association)

٣-الجماعه (society)

وسنتحدث عن كل منها بشئ من التفصيل.

١-التكوين النباتي

التكوين النباتي"plant formation" هو اعلي مراتب المجتمعات النباتيه واكثرها شمولا. وينصرف اسم "التكوينات النباتيه" عادة الي تلك المجتمعات التي تمثل الطرز الرئيسيه للكساء الخضري في العالم كله. وتحدد طرز هذه التكوينات عوامل بيئيه مختلفه، اهمها مجموعة العوامل المناخية ومجموعة العوامل الارضية، وتسمي التكوينات التي تحدد صفاتها العوامل المناخيه بالتكوينات المناخيه

"climatic plant information"، اما تلك التي تحددها عوامل التربه فتعرف بالتكوينات النباتيه التربيه" edaphic plant formations".

وتتشابه في صفاتها العامة التكوينات المناخية التي تعيش تحت ظروف مناخية متشابهه في مختلف اقطار العالم، وان اختلفت في تركيبها احيانا، اي في انواع النباتات التي تتكون منها. وبالمثل تتشابه التكوينات التربية في جميع المناطق ذات التربه المتشابهه وان اختلفت في تفاصيل تركيبها النباتي وخصائصها المميزة. وفيما يلي بيان بعدد من اهم التكوينات المناخية والتربية.

(أ) التكوينات النباتية المناخية:

١-الغابات الاستوائية المطيرة ذات الخضرة الدائمة: وهي موزعة في منطقة جزر الملايو وافريقيا الوسطي الاستوائيه وامريكا الوسطي.

٢-الغابات ذات الاوراق المتساقطة صيفا: وتوجد في وسط اوروبا وغربها، وشرقي الولايات المتحدة.

٣-غابات المخروطيات ذات الاوراق المتساقطة: وتوجد في شمال اوروبا.

٤-سهول المراعي الدافئة: بالولايات المتحده وكندا وجنوب روسيا.

٥-الصحاري: وتوجد الصحاري في شمال افريقيا وجنوب غربي اسيا، وفي بعض جهات من جنوب افريقيا وشيلي، وبعض اجزاء من غربي امريكا الشمالية.

(ب) التكوينات النباتيه:

١-المستنقعات القصبية (reed swamps): وتوجد في سائر اقطار العالم، مغطية المياه الضحلة على شواطئ البحيرات والانهار والقنوات بطيئة التيار.

٢-الكثبان الرملية (sand dunes).

٣-المستنقعات الملحية (salt marshes).

ويحدد التكوينان الاخيران خصائص التربة وحدها. ويتفق كل نوع منهما من حيث صفاته العامة -في جميع المناطق

المناخية في العالم، ويقتصر الاختلاف في المناطق المختلفة على انواع النباتات التي يتكون منها كل تكوين.د

وتحدد طرز التكوينات النباتية المختلفة صور الحياة (life forms) المميزة لنباتاتها السائدة. وتعرف النباتات السائدة بانها تلك التي تضفي على المجتمع شكله العام ومظهره الذي يميزه عن غيره من المجتمعات، كما انها قد تهيمن على التركيب النباتي (floristic compition) للمجتمع. اما "صورة حياة" اي نبات فيقصد بها الصورة الخضرية لجسم النبات، من حيث شكله وارتفاعه، وموقع براعمه الي غير ذلك من الصفات التي يرتبط بها تاريخ حياته. فالاشجار ذات الاوراق العريضه المتساقطة كاشجار الزان والبلوط، والاشجار ذات الاوراق الابرية دائمة الخضرة، تمثل صورتين من صور الحياة التي تسود تكوينات الغابة الشمالية. كما تمثل النباتات الوسادية تحت الشجيرية، والاعشاب الحولية التي تموتاعضاؤها الخضرية في نهاية الربيع وتتكاثر في العام التالي بالبذور، صورتين من صور الحياة التي تسود التكوين النباتي الصحراوي. اما في تكوينات المراعي فان صورة الحياة السائدة هي تلك الاعشاب المعمرة ذات الافرع الهوائية المورقة، التي تنبثق كل

ربيع من براعم متجددة عند سطح الارض او تحته، ثم تجف في الخريف وتظل كامنة حتى الربيع التالي.

٢-العشيرة:

يشتمل كل طرز من طرز التكوينات النباتية الرئيسة التي اوردنا ذكرها فيما تقدم على عدد من الوحدات الاجتماعية، تعرف بالعشائر (association)، تمثل مجموعات اقل مرتبة من التكوينات.

وتتميز العشيرة بتركيب نباتي محدد ومنتظم، وبسيادة أكثر من نبات واحد عليها. فاذا كانت السيادة معقودة لنوع واحد فقط سمي المجتمع" تحت عشيرة"(consociation)، ففي المستنقعات النباتية بمنطقة السدود-وهي من طراز المستنقعات القصبية-توجد مواضع يسود فيها نبات البردي (Cyprus papyrus)، واخري يسود فيها نبات ام الصوف (vossia cuspidata)، وثالثة يسود فيها نبات البوص (phragmites commupis)، ورابعة يسود فيها نبات الديس (typha australis). وفي كل هذه المجتمعات تتشابه صور الحياة، اذ ان الصورة القصبية تشملها جميعا، ولذلك يسمي

كل مجتمع من هذه المجتمعات"تحت عشيرة". وأحيانا تنمو جميع هذه الانواع السائدة

–او معظمها–مختلطة ببعضها البعض، ويصل المجتمع في هذه الحالة الي مرتبة العشيرة.

وتعرف الانواع النباتية التي تتكون منها العشيرة–باستثناء النباتات السائدة–بالانواع تحت الرئيسية (subordinate species)، وهي في الساء الخضري الكثيف تتاثر–بل وتتحدد–بوجود النباتات السائدة، ذلك ان النباتات الاخيرة تحدث بالوسط من التغييرات ما يجعله أكثر ملاءمة لبعض الانواع تحت الرئيسية منه البعض الاخر.

٣–الجماعة:

توجد داخل العشيرة –او تحت العشيرة–احيانا مجتمعات نباتية اقل مرتبة، تتكون من انواع تحت رئيسية، تحتل مواضع مختلفة من العشيرة، وتعرف بالجماعات (societies). ويسود كل جماعة نوع واحد من النباتات، وقد يكون هو الوحيد الموجود بالجماعة. وإذا وجد معه غيره من الانواع تحت الرئيسية فان توزيعها داخل

الجماعة يكون في العادة مختلفا عن توزيعها العام داخل العشيرة، اذ ان وجود هذه النوع السائد يغير ظروف البيئة بشكل يلائم بعض النباتات أكثر مما يلائم بعضها الاخر. وتتكون المجتمعات عادة في بقاع تختلف فيها ظروف البيئة العامة اختلافا موضعيا. ولذلك توصف هذه الجماعات بانها جماعات بيئية (Habitat societies).

والنبات الذي يسود الجماعة هو عادة أحد الانواع الرئيسية بالنسبة للعشيرة كلها، بينما داخل العشيرة تعتبر سائر الانواع الاخري التي تتركب منها العشيرة تحت رئيسية بالنسبه اليه. اي ان الجماعة تمثل سيادة داخل سيادة.

وهناك جماعات يقتصر وجودها علي بعض اطوار العشيرة دون البعض الاخر، وتعرف امثال هذه الجماعات" بالجماعات المظهرية" (aspect societies). ففي أحد فصول العام تحتل إحدى الجماعات بقعه من البقاع داخل العشيرة، بينما تحتلهاجماعة اخري في فصل اخر، او تخلو منها الارض خلوا تاما. ومن امثلة الجماعات المظهرية جماعات الفاسول الفورسكالي

(mesembryanthemum forskalei) التي تظهر في كثير من صحارينا الداخلية في فصل الربيع فقط.

ودراسة المجتمعات النباتية حديثة العهد نسبيا، ويطلق عليها اسم علم النبات الاجتماعي (plant sociology)، وهو علم يجب تمييزه عن علم البيئة(Ecology)، الذي يقتصر –بمعناه المحدود–على دراسة الوسط الذي يعيش فيه النبات وتاثير عوامله المختلفة على الاحوال النباتية.

على ان علم البيئة بمعناه الواسع، الذي سناخذ به في هذا الكتاب اقتداء بالكثيرين من علماء البيئة،

يمكن ان يشمل الدراسات الاجتماعية ايضا.

الكساء الخضري الطبيعي وغير الطبيعي

يقصد بالكساء الخضري الطبيعي ذلك الكساء الذي يتكون في ظروف طبيعية خالصة، ولا أثر فيه لتدخل الانسان، مثل ذلك التكوينات الرئيسية التي سبق ذكرها، كالغابات والمراعي

والمستنقعات النباتية والتكوين الصحراوي وغير ذلك. كل هذه تمثل طرزا من الكساء الطبيعي، لان العوامل الطبيعية هي وحدها التي تحكمت في نشاتها وتكوينها وفي ظهورها على الصورة التي هي عليها، ولم يتدخل بني الانسان لاحداثها. وعلى النقيض من ذلك، تعتبر مزارع المحاصيل المختلفة: كزراعات القطن والذرة وحدائق الفاكهة، وهي التي يزرعها الانسان في الحقل لاغراض الاستغلال الاقتصادي، كساء خضريا غير طبيعي، لان الانسان يتحكم في وجودها على الصورة التي تبدو عليها. وبيت هاتين الحالتين المتطرفتين توجد حالة وسط، فيها يقتصر تدخل الانسان علي علي تحوير طفيف في الحالةالطبيعية للكساء الخضري. ومن امثلة هذا التحوير ما يتبع عادة في عمليات تحسين المراعي، من استئصال النباتات التي لا ترعاها الماشية –او التي تضر بها ان اكلتها–من الكساء الطبيعي، وذلك لافساح المجال للنباتات الصالحة للرعيلكي تنتشر وتسود، وتحل محل النباتات المقتلعة. وهو تدخل يخل بالتوازن الطبيعي بين الانواع النباتية المختلفة التي يتكون منها الكساء. ومن ضروب التدخل ايضا الرعي والحرق وادخال نباتات مستوردة الي منطقة من المناطق النباتيه

الطبيعيـة. كـل هـذه التحـورات تـؤدي الـي تغييـر الحالـة الطبيعيـة للكساء الخضري، ولكن الي حد محدود. ويسمي الكساء المحور على هذا النحو" كساء خضري نصف طبيعي" (semi-natural vegatation).

التعاقب فى الكساء الخضرى
(Sucession in Vegetation)

ينشأ الكساء الخضرى من تجمع عدد من النباتات الفردية وتفاعلها

مع بعضها البعض ويحدث هذا التفاعل نتيجة لما تحدثه النبتات

المبكرة من تحوير فى عوامل البيئة يجعلها أكثر رطوبة وأكثر جفافا أو يغير من درجة خصوبة التربة أو يقلل من شدة الضوء إلى غير ذلك من التأثيرات مثل هذه التحويرات تجعل البيئة أمكثر ملائمة لنمو بعض النباتبات مما كانت من قبل وأقل ملائمة لنمو بعضها الآخر

ومن الممكن تتبع نشأة الكساء الخضرى ونموه فى أرض قد جردت من نباتاتها كما أخليت من البذور وغيرها من أعضاء التكار يلاحظ فى مثل هذه الأرض أن النباتات تستعمرها ببطء شديد فى العام الأول وتكوتين أكثر النباتات التى تظهر فيها اعشاب حولية ولكن بانتهاء السنة الثانية يكون الكساء قد زاد زيادة ملموسة وظهرت به بعض الأنواع المعمرة بالإضافة إلى زيادة جيدة فى عدد الأنواع الحولية عما كانت عليه فى العام الأول ثم يزادا عدد أفراد النباتات

المعمرة عاما بعد عام عن طريق تكاثرها بالبذرة وبأعضاء التكاثر الخضرية ويضاف إليها حتى يتغطى بها السطح جميعه بعد فترة من الزمن وبعد ازديدا نسبة الأنواع المعمرة والمواد الغذائية لمشاركة النباتات المعمرة أهمية ورسوخا وتصادف بعض هذه النباتات المعمرة حظا من النجاح أوفر مما يتاح للنباتات الأخرى ولذلك تسود هذه النباتات الناجحة سريعا وتستعمر الأرض إلى حد استبعاد غيرها من النباتات

نمو الكساء الخضرى

يمر الكساء الخضرى فى نموه بخطوات محددة هى الآتية: -

١-الهجرة وتشمل الانتقالات بجميع أنواعها سواء منها انتقات البذور أو أعضاء التكاثر الخضرية من أماكن وجدوها إلى المنطقة التى

يجرى استعمارها وقد تكون المسافة التى تنقلها أعضاء التكاثر طويلة أو قصيرة وهي طويلة بنوع خاص فى حالات الانتشار بالرياح أو بتيارات المياه الجارية

٢-الاستقرار: من البديهى أن الهجرة وحدها لا تستطيع أن تنتج كساء خضريا بل يلزم لتكوين هذا اكساء أن تنبت البذور وأعضاء التكاثر المنقولة وأن تنمو البوادر الناتجة إلى بناتات بالغة ثم تتكاثر حتى يتاح لها الإستقرار فى الموطن الجديد

٣-التجمع: يلي استقرا طلائع الاستعمار أن تأخذ الأفراد فى التجمع أعدد كبيرة عن طريق التكاثر

٤- التنافس تنمو النباتات الغازية قبل تجمعها نموا حرا دون أى تنافس بينها سواء على الماء أو الضوء أو المواد الغذائية إذ أن البيئة تحتوى فى هذا الطور االمبكر من هذه العوامل ما يفى بحاجة

جميع النباتات ولكن بعد أن تتجمع النباتات وتتزاحم يصبح الطلب على مصادر الطاقة والمواد اللازمة للنباتات المتزايدة أكثر مما تسمح به موارد البيئة وامكانيتها ولذلك فإن القوى من النباتات يكبت الضعيف ويتغلب عليه ومن ثم يزداد الأخير ضعفا حتى يموت ويختفى من الكساء أو يتحول إلى قزم ضشيل ويمضى التنافس بين النبتات فى سرعة زائدة ولكنها غير ملحوظة

٥-التفاعل

عندما تنمو النباتات معا وتتنافس فيما بينه على العوامل الضرورية فإنها تؤثر على المكان الذى تعيش فيه بمختلف أنواع التأير فبعد أن كان المكان شديد الاستضاءة يصبح ظليلا ويزداد الظل الواقع عليه كثافة بإزدياد كثافة الكساء كذلك يؤدى ازدياد كمية الماء الممتص من التربة بسبب ازدياد كثافة النباتات – إلى جفاف التربة ونقص

محتواها المائى أنا أذا كانت التربة جافة فى أول أمرها فإن تجمع المواد الدبالية الناشئة عن تعفن الجذور الميتى والسيقان والأوراق المتساقطة يؤدى إلى ازديدا السعة المائية للتربة وبذلك تتحول الأرض إلى اليابسة إلى أرض رطبة كذلك يحد الكساء الخضرى المتزايد كثافة وارتفاعا من سرعة تحرك الرياقح قرب سطح الأرض حيث تنمو البادرات ومن التفاعلات أيضا ما يسببه الظل من خفض درجة الحرارة وتثبيتها وزيادة الرطوبة النسبية بالهواء ومنها ازدياد خضوبة الترة بيبب ما يتراكم فيها من مواد عضوية تصبح مرتعا خصيبا للفطريات والبكتريبا التى تويد فى محتوى التربة من المركابات النتيروجينة التى يعتمد عليها النبات فى غذائه

وجملة القول أن التغيرات التى تطرأ على البقعة المستعمرة تغيرات جسمية ومتعددة النواحى إذ أن الكساء الخضرى يحدث بها من الأثر

البالغ ما يجعلها مغايرة كل المغايرة لما كانت عليه فى بادئ الأمر وقد لا تقوى طلائع النباتات الغازية على الاستمرار فى البقاء لعدم قدرتها على احتماال التغيرات الحادثة ولكن النباتات االتى تغزو المكان بعد ذلك تجد هذه التغيرات أكثر ملائمة لها من الظروف الأصيلة للبيئة فالشجيرات مثلا تحل محل الأعشاب بسبب ما تلقى عليها من ظل يؤدى إلى وأدها كذلك الأشجار تبدأ ظهورها تحت الشجيرات حتى إذا ما علت قوفها اوهنتها بسبب ما تقلى عليها من ظلال

على أن تحوير ظروف البيئة لا يمكت أن يستمر إلى ما لانهاية والطرز النهائى للكساء من حيث كونه عشبيا أو شجيريا – يتوقف على المناخ فإذا كان المطر قليلا والتبخر شديدا كما فى الصحارى المصرية فإن موارد الماء تكفى بالكاد لتكوين كساء عشبى أو تحت

شجيرى من نباتات تحتمل الجفاف أما إذا كان المطر غزيرا كما فى معظم جهات أوربا وأمريكا الشمالية فإن الأحوال المناخية تسمح بنمو الأشجار الباسقة ولذلك فغن الطرز النهائى للكساء الخضرى فى هذه المناطق هو الأشجار وهو أ٨على صور الحياة حميعا وعندما يصل نمو الكساء الخضبر إلى هذا الحد الذروى يقف تغير ظروف البيئة فلا تزداد خصوبة التربة أكثر مما زادت

كما يظل المحتوى المائى للتربة وتظل لرطوبة النسبية ثابتين وكذلك تبقى شدة الضوء ثابتى وبذلك يكون الكساء الخضرى فى حالة توازن مع المناخ ويمعنى آخر يصبح ثابتا فإا حدث أن أخليت رقعة من نباتاتها بالحرق او التقطيع فإن الخطوات السابقة تلك جميعها الواحدة تلو الأخرى

التعاقب

لا تقف الحياة أبدا موقف جمود بل تظل حيثما وجدت فى تغير مستمر ولقد كان الوصف الذى اوردناه لوحدات الكساء الخضرى فى الباب السابق يصور تلك الوحدات على أنه جامدة لا حراك بها ذات شكل وتتركيب ثابتين مع أن الحقيقة أنها متغيرة دائمة التغير ولكن تغيرها فى الغاب بطئ غير ملحوظ

ومن الممكن اعتبار الوحدات الاجتماعية المختلفو كالعشيرة وتحت العشيرة والجماعة ممثلة لبقاع فى حالة توزن نسبى تتجمع فيها انواع من نباتات شتى وتختلف المجتمعات فى درجة ثبوته واستقرارها فبعضها شديدة الثبوت تظل بدون تغير ملحوظ آجالا طويلة وبعضها الآخر قليلة تتحول فى مدى سنوات معدودة غلى مجتمعات مغايرة

ويمكن تمييز نوعين من التغيرات التى تطرأ على الكساء الخضرى:

تغيرات تذبذبية

فيها تظهر بعض النباتات بالمجتمع ثم تحختفى لتعود إلى الظهور تارة اخرى وتلك تغيرات سريعة نسبيا لتلاحظ بوضوح فى الأكسية الحولية والثنائية المفتوحة كتلك التى توجد بالسواحل الرملية وجوانب الطرق والأراضى المهملة وغير ذلك من الأماكن التى تترض باستمرار للكثير من التغيير والتبديل

ب- تغيرات موجهة:

وهي تغيرات بطيئة لا يتسنى إدراكها إلا على فترات متباعدة ويهجف اتجاهها العام نحو تحقيق مركز متوازن للكساء الخضرى وتعرف هذه التغيرات بالتعاقب ومن نتائجها أن مساحة من المساحات يمكن أن تشغلها على التوالى مجتمعات نيابية مختلفة

وفى الأغقليم المناخى الواحد يكون الطور النهائى للتعاقب واحد سواء بدأ فى المكاء أو على اصخر أو فى أرض مهملة

فإذا جردت رقعة من كسائها الخضرى أو أظهرت عارية جديدة كما يحدث بانبثاق أرض كانت مغمورة تحت سطح البحر أو بجفاف إحدى البحيرات أو بترسيب الأنهار لطبقات من الطمى فى هيئة جزرية نهارية أو بترسيب طبقات من الرمال التى تحملها الرياح فوق سطح صخرى فى جميع الحالات تأخذ النباتات التى تسعمر الأرض أولا لا تلبث أن تختفي لتفسح مكانا لأنواع أخرى تأتى من بعدها كذلك تختفي الأخيرة بدورها لتحل محلها نباتات جديدة إلى أن ينتهي الأمر ببلوغ حالة من الاستقرا النسبى عندما يحث التوازن بين البيئة والكساء

هذا النوع من التعاقب يمثل طريقة نمو الكساء الخضرى ووتسمى كل حالة من حالات التعاقب بسلسلة التعاقب أو السلسلة التعاقبية

وهنا نوعان رئيسيان من سلاسل التعاقب:

أ-سلسلة التعاقب المائى وتبدأ فى الماء

ب- سلسلة التعاقبالجفافى وتبدأ على أرض جافة او صخور عارية وسنتحدث عغن كل من هاتين السلسلتين على التوالى:

سلسلة التعاقب المائى (Hydrosere):

تمر هذه السلسة بعد أطوار أو حلقات نلخصها فيما يلي:

١- الطور المغمور : تنم بالبحيرات الضحلة نسبيا التى لا يزيد عمق الماء فيها على سبعة أمتار تقريبا – نباتات تعيش مغمورة فى الماء وتعتبر الطلائع فى سللسو التعاقب المائى ومن اهم الانواع

النباتية التى تظهر فى هذا الطور نبات الأفوديا وبعض انوا لسان البحر وحامول الماء والناياس وتنو هذه النباتات على أعماق مختلفة ضاربة بجذورها غالبا فى القاع الرملى أو الطينى ويتوقف العمق الذى تعيش فيه النباتات المغمورة كتلا كثيفة متشابكة يمتلئ بها الماء المكشوف الخالى من النباتات ويشاهد هذا الطور المغمور بوضوح فى بحيراتنا الشمالية كبحيرة إدكو وعلى سواحل بحيرة البرلس وخاصة فى المواضع المتلصة بالمصارف جيث تقل ملوحةى الماء وفى بعض أجزاء من بحيرة إدكو تبلغ النباتات المغمورة درجة من الكثافة يتعذر معها التجول فى البحيرة حتى بالقوارب الصغيرة

ولاستمرار نمو هذه النباتات المغمورة سنة بعد اخرى اثر كبير على البيئة وذلك لأن المواد العالقة التى يحملها معه تيار الماء تترسب

على هذه النباتات ثم تهبط منها إلى القاع وفى الوقت نفسه تموت الأجزاء المسنة من النباتات المغمورة وتغوص إلى القاع حيث تظل دون تحلل يذكر نظرا لقلة ألأكسجين عند ذلك العمق وتختلط بها بقايا الحيوانات أيضا وتكون جميع هذه المواد العضوية دبالا يربط التربة الطيبنية ويجعلها أكثر تماسكا وخصوبة ويؤدى استمرارا الترسب إلى نقص عمق الماء ورفع مستوى القاع وبديهى أن تصبح هذه الظروف الجديدة غير ملائمة لنمو النباتات الأصلية التى استعمرت الرقعة المائية فى أول الأمر ولكنها تلائم ظهور أنوةاع جديدة تختلف عن الأنواع السابقة

٢-الطور الطافى

عندما ينقص الماء إلى مترين أو ثلاثة تدبأ أنواع عديدة من النباتات الطافية زحفها على الرقعة التى تشتغلها نباتات الطليعة المغموة وتهاجلا هذه النباتات الوافدة عادة بواسطة الرزومات من المياه الضحلة المجورة ومن هه النباتات الرقيم والبشنين وبعض أنواع عشبة البرك وأنواع من عصى الراعى ونباتات اخرى كثيرة وقد يجتمع عدد كبير من هذه الأنواع معا أو يجتمع نوعان منها فقط و يقتصر الغطاء على نوع واحد فحسب وتنسب بعض هذه النباتات جذورها بالطين الذى بالقاع وبعضها تظل جذورها عالقة بالماء بعيدة عن القاع ومن أمثلتها الزقيم وعدس الماء والياسنت الممائى ولمعظم النباتات الطافية ريزومات تمتد مسافات طويلة قرب سطح الماء وتعطى جذورا عند العقد كما فى الياسنت والزقيم ويسمح طو السيقان

وأعناق الأوراق عادة بوصول الأنصال إلى سطح الماء وامتدادها فوقه

وفى بداية هذا الطور ترافق النباتات الطافية النباتات المغمورة مرافقة وطيدة وخاصة منها تلك التى تستمر فى الماء بعد أن نقص عمقه وأصبح ضحلا ولكن كلما زاد عدد النباتات الطافية التى تفد على المكان واستمر انتشارها عاما بعج عام وزادت تغطيتها لسطح الماء قل وصول الضوء إلى النباتات المغمورة ويساعد تكتل النباتات ذات الجذور الطليقة كالياسنت وعدس الماء على سرعة تغطية السطح وانقاص كمية الضوء ويترتب على تجمع السيقان عند سطح الماء وتشابكها بغزارة ترسيب التربة والمواد التى يجحملها الماء وفى الوقت نفسه تبنى بقايا النباتات الطافية بعد موتها التربة بسرعة وتستمر عملية البناء إلى أن يصبح الجزء القريب من شاطئ البحيرة والذى

كانت تسوده النباتات الطافية صالحا لغزو نباتات جديدة هى نباتات المكستنقعات القصبية وذلك لأن الماء إذا قل عمقه كثيرا أصبح غير صالح لنمو النباتات الطافية ولذلك تأخذ هذه النباتات فى الاضمحلال شيئا فشيئا إلى أن تختفى كلية لتحل محلها نباتات المستنقعات

المشكلات البيئية الراهنة

يتفق الخبراء البيئيون بأن المشاكل البيئية الراهنة، التي تستلزم حلولاً ومعالجات عاجلة،هي كثيرة، وشائكة ومعقدة، وبخاصة التلوث البيئي بشتى أنواع الملوثات والسموم البيئية،وتداعياته الخطيرة، تقابلها،في العديد من دول العالم، وبضمنها العالم العربي، إجراءات علاجية دون المستوى المطلوب.ويقر الجميع بالحاجة الماسة لخلق تربية بيئية، ووعي بيئي، وثقافة بيئية لدى عامة الشعب لإدراك أهمية البيئة وضرورة المحافظة على مقوماتها، وغرس السلوك الإنساني السليم،بوصفه العامل الأساسي الذي يحدد إسلوب وطريقة تعامل الإنسان، فرداً وجماعة، معها، وإستغلال مواردها، بما من شأنه المحافظة على القوانين التي تنظم مكوناتها الطبيعية وتحفظ توازنها بشكل محكم ودقيق، وإشاعة التعامل معها في ضوء قوانينها

الطبيعية وبعقلانية وحكمة في الإستخدام، بعيداً عن الإسراف والتلف وإستنزاف الموارد البيئية، بما فيها الموارد الدائمة، والمتجددة، وغير المتجددة، من خلال ترشيد وضبط الإستهلاك، بإعتبارها الضمانات الملبية لحاجات الإنسان والإيفاء بمتطلباته عبر الأجيال المختلفة..

ولكي تتحقق هذه المطالب المشروعة، لابد من دراسة المشاكل البيئية القائمة دراسة جدية ومعمقة بغية الوصول الى معالجات فاعلة.. من هنا،ومع أن المشكلات البيئية سيتم تناولها بالتفصيل في مادة " المشاكل البيئية المعاصرة في العالم"،التي تدرس في الفصل الأول – ماجستير ،إلا أننا نجد من المفيد أن نعرف طالب الفصل التأهيلي بأبرز هذه المشكلات بشكل مكثف.

المشكلة السكانية

نظراً لوخامة المشكلة،أصبحت المجتمعات البشرية والمؤسسات والمنظمات العلمية البيئية تضع نصب أعينها مشكلة القضية السكانية، وذلك بسبب العلاقة التبادلية الهامة بين السكان ومسيرة التطور الإجتماعي والأقتصادي.وقد أظهرت البحوث العلمية الميدانية في كثير من المجتمعات ان عدم أخذ العامل السكاني بعين الأعتبار في التخطيط التنموي والبيئي سيؤدي الى حدوث خلل تنموي، بحيث تغدو المجتمعات عاجزة عن تلبية الحاجات الإجتماعية والإقتصادية والبيئية للأفراد

وللتدليل على خطورة ظاهرة التزايد السكاني العالمي وما يتبعه من عملية إستنزاف للموارد،فان عدد سكان العالم يبلغ حالياً أكثر من

٦.٣ مليار نسمة، ومن المتوقع ان يصل الرقم الى ١٤.٢ مليار نسمة عام ٢٠٢٥، إذا إستمر معدل النمو السكاني الحالي على ما هو عليه، والذي يساوي ١.٦٧ % سنوياً.

ومن النتائج الناجمة عن معدلات الزيادة السكانية في العالم إرتفاع نسبة فئة الأعمار من ١-٢٤ سنة لتشكل ما مجموعه ٥٠ % من عدد سكان العالم عام ٢٠٠٠، وإزدياد معدلات الهجرة من الريف الى المدينة في الدول النامية، وزيادة معدلات الكثافة السكانية والإزدحام في المدن الكبرى[٥].

ومن أهم الأخطار البيئية التي تهددها عملية النمو السكاني العشوائي هي:

الإكتظاظ السكاني في المدن وما يتبعه من مشاكل بيئية وإجتماعية وصحية.

الهجرة من الريف الى المدينة مما يتخلى الريف من المزارعين وتتدهور التربة.

توسع المدن والمراكز على حساب الأراضي الزراعية المنتجة.

الإستعمال الخاطئ والعشوائي للمبيدات والمخصبات من قبل المزارعين

التلوث البيئي

التلوث هو أخطر تهديد للبيئة ،لما يسببه من أذى وضرر للحياة البشرية، أو لحياة الأنواع الأخرى،أو يضر بالشروط الحياتية

والنشاطات البشرية، أو بالمكتسبات الحضارية، وقد يبدد ويقضي على الموارد الأولية. والواقع ان التلوث طال كل شيء في الحياة..

لقد أصبح التلوث مشكلة كبيرة أعطيت الكثير من الإهتمام بالنظر لآثارها السلبية في نوعيية الحياة البشرية.فالملوثات تصل الى جسم الإنسان في الهواء الذي يستنشقه وفي الماء الذي يشربه وفي الطعام الذي يأكله وفي الأصوات التي يسمعها، هذا عدا عن الآثار البارزة التي تحدثها الملوثات بممتلكات الإنسان وموارد البيئة المختلفة.أما إستنزاف موارد البيئة المتجددة وغير المتجددة، فهي قضية تهدد حياة الأجيال القادمة.

والمؤسف ان أغلب العوامل المسببة للتلوث هي عوامل من صنع الإنسان، وقد إزدادت بصورة خطيرة مع التقدم الصناعي، ومع

التوسع الهائل في إستخدام الطاقة، وإزدياد مشاريع التنمية الإقتصادية، خاصة تلك التي تجاهلت المسألة البيئية وأهملت حماية البيئة والمحافظة عليها.

فلو دققت بمصادر تلوث الهواء، تجد ما هي إلا مخلفات الصناعية المختلفة- مخلفات إحتراق الطاقة (الفحم الحجري، النفط، الغاز)- غازات عوادم السيارات- الإشعاع الذري،المواد الكيمياوية المؤدية الى تآكل الأوزون، الغازات المنبعثة من نشاطات بشرية مختلفة والتي تؤدي الى تغييرات مناخية وغيرها.

ومن مصادر تلوث المياه:المخلفات الصناعية والبشرية والحيوانية،التلوث الناجم عن الصرف الصحي،الأسمدة والأدوية والمبيدات، وتبديد المياه.

ومن مصادر تلوث التربة:المخلفات الصناعية والزراعية والبشرية،إنحسار الغطاء النباتي للتربة،التصحر ،التملح، الإنجراف، تدمير الغابات والأشجار، سوء الإستثمار الزراعي للأرض،التوسع العمراني على حساب المناطق الخضراء، دفن النفايات النووية والكيمياوية،بقايا الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية، وغيرها.

وهنالك التلوث الغذائي،وما يسببه من تسمم يقتل الألوف سنوياً، ويخلف العوق لألوف أخرى من البشر.

وكذلك التلوث الصوتي،أو الضجيج، وأهم مصادره: الضجيج المنتشر في التجمعات السكانية والمناطق الصناعية والورش، والى جوار المطارات ومحطات سكك الحديد، وغيرها.

وهكذا، فان التلوث ينقسم عموماً الى: تلوث مادي: مثل تلوث الهواء والماء والتربة.وتلوث غير مادي: كالضوضاء التي تنتج عن

محركات السيارات والآلات والورش والماكينات وغيرها، مما تسبب ضجيج يؤثر على أعصاب الإنسان ويلحق به الكثير من الأذى الفسيولوجي والضرر السيكولوجي، حيث تثير أعصاب الإنسان وتزيد من توتره وهياجه.بالإضافة الى الضرر العضوي- إصابة جهاز السمع بالصمم أوقلة السمع.

والواقع،أصبح تلوث البيئة ظاهرة نحس بها جميعاً، لدرجة ان البيئة لم تعد قادرة على تجديد مواردها الطبيعية،فأختل التوازن بين عناصرها المختلة، ولم تعد هذه العناصر قادرة على تحلل مخلفات الإنسان، او إستهلاك النفايات الناتجة عن نشاطاته المختلفة.وأصبح جو المدن ملوثاً بالدخان المتصاعد من عادم السيارات، وبالغازات المتصاعدة من مداخن المصانع ومحطات القوى، والتربة الزراعية

تلوثت نتيجة الإستعمال المكثف والعشوائي للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية.. وحتى أجسام الكائنات الحية لم تخل من هذا التلوث..فكثير منها يختزن في أنسجته الحية نسبة من بعض الفلزات الثقيلة..ولم تسلم المجاري المائية من هذا التلوث.. فمياه الأنهار والبحيرات في كثير من الأماكن أصبحت في حالة يرثى لها، نتيجة لما يلقى فيها من مخلفات الصناعة، ومن فضلات الإنسان، كما أصاب التلوث البحيرات المقفلة والبحار المفتوحة على السواء..كذلك أدى التقدم الصناعي الهائل الى إحداث ضغط هائل على كثير من الموارد الطبيعية.. خصوصاً تلك الموارد غير المتجددة، مثل الفحم وزيت البترول وبعض الخامات المعدنية والمياه الجوفية، وهي الموارد الطبيعية التي إحتاج تكوينها الى إنقضاء عصور جيولوجية طويلة، ولا يمكن تعويضها في حياة الإنسان.ولقد صحب هذا التقدم

الصناعي الهائل الذي أحرزه الإنسان ظهور أصناف جديدة من الموارد الكيميائية لم تكن تعرفها الطبيعة من قبل.. فتصاعدت ببعض الغازات الضارة من مداخن المصانع ولوثت الهواء، وألقت هذه المصانع بمخلفاتها ونفاياتها الكيميائية السامة في البحيرات والأنهار .وأسرف الناس في إستخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات الزراعية، وأدى كل ذلك الى تلوث البيئة بكل صورها..فتلوث الهواء.. وتلوث الماء.. وتلوثت التربة، وإستهلكت وأصبح بعض الأراضي الزراعية غير قادر على الإنتاج..كذلك إزدادت مساحة الأراضي التي جردت من الأحراش والغابات وإرتفعت أعداد الحيوانات والنباتات التي تنقرض كل عام، كما إرتفعت نسبة الأنهار والبحيرات التي فقدت كل ما بها من كائنات حية، وتحولت الى مستنقعات.

واليوم،يخطئ كل من يعتبر تلوث البيئة هو شأن محلي،أو مشكلة محلية، لآن البيئة في الحقيقة لا تخضع لنظام إقليمي، وإنما هي مفتوحة، وهو ما يجعل التلوث مشكلة دولية، تساهم فيها جميع الدول تأثراً وتأثيراً.ولا أدل على ذلك من تساقط كميات هائلة من ملوثات على كثير من الدول الأوربية عن طريق الأمطار لم تنتج من قبلها، بل نتجت عن مناطق ملوثة، وإنتقلت عبر الرياح والمياه ومع الأمطار من بلد الى اَخر. وعادة ما تنتقل الملوثات مباشرة عبر الرياح من مكان ملوث الى اَخر غير ملوث.وهناك مشكلة تلوث مياه الأنهار والمحيطات والبحار،التي أصبحت مشكلة عالمية..وهناك مشكلة تصدير وإستيراد المواد الغذائية من مناطق ملوثة وذات تأثير خطير، وتحولها من مشكلة إقليمية الى مشكلة عالمية.ومشكلة ثقب

الأوزون التي تشترك فيها كل دول العالم، وتعتبر من أهم المشاكل البيئية التي يعتبر العالم كله مسؤولاً عنها، ولا يمكن تدارك مخاطرها،إلا إذا تعاونت كل الدول، متقدمة ونامية، من أجل تقليل الملوثات التي تصل الى البيئة.

إن العديد من علماء البيئة يجمعون بان الفقراء هم الأداة الأكثر إضراراً بالأنظمة البيئية سعياً وراء العيش والحياة، حيث أنهم يستهلكون ويستعملون ما يقع تحت أيديهم من أجل الحصول على الطاقة أو الغذاء، حيث يتسبب إستخدام الحطب والمخلفات الزراعية والفحم والروث كوقود في الأغراض المنزلية في تلوث كثيف داخل المباني، وهو التلوث الذي تتعرض له في الأغلبية النساء والأطفال.وأدرجت العديد من الدراسات بيانات وإحصائيات تشير الى

إرتفاع نسبة الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي وسرطان الأنف والحنجرة بسبب التعرض لإنبعاثات مثل هذا الوقود..

فقبل عقدين،أكد تقرير لمنظمة الصحة العالمية WHO ان البيئة الملوثة تقتل أكثر من ٣٠ ألف شخص يومياً في دول العالم الثالث، وان أكثر من نصف سكان العالم لا يستطيعون الحصول على مياه نقية خالية من الميكروبات، وأن ٦ ملايين طفل في الدول النامية يموتون سنوياً من جراء الإصابة بالإسهال، وان نصف سكان هذه الدول يعانون من مشاكل الديدان الطفيلية. وأكد مؤتمر المدن والعواصم الإسلامية، الذي عقد في القاهرة في أيلول / سبتمبر ١٩٨٦، إرتفاع نسبة الوفيات في العالم نتيجة للتلوث من ٦٠ حالة وفاة عام ١٩٣٠ الى ٢٠٠٠ حالة وفاة عام ١٩٨٥.

ويؤكد أحدث تقرير دولي نشر في أواخر تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٦، بأن أكثر من ٣ ملايين طفل دون الخامسة من عمرهم يتوفون في كل عام، لأسباب وظروف تتعلق بالبيئة، مما جعل البيئة واحداً من أهم العوامل المهمة في الحصيلة العالمية لوفاة أكثر من ١٠ ملايين طفل سنويا، وهذا جعلها أيضاً عاملا بالغ الأهمية في صحة وعافية أمهاتهم.فان تلوث الهواء داخل الأماكن وخارجها، وتلوث المياه، وأخطار التسمم، ونواقل الأمراض، والإشعاع فوق البنفسجي، وتردي النظم البيئية، جميعُها عواملُ أخطار بيئية هامة بالنسبة للأطفال، وفي معظم الحالات بالنسبة لأمهاتهم أيضاً.

وأوضحت الدكتورة ناديا أبو ناصف– استشارية طب حديثي الولادة، وعضو اللجنة المنظمة للمؤتمر العالمي الثالث لصحة الطفل، أن

الأخطار البيئية والتلوث في البلدان النامية، بوجه خاص، تكون عوامل إسهام رئيسية في وفيات الأطفال وأمراضهم وحالات عجزهم بسبب الأمراض النفسية الحادة وأمراض الإسهال والإصابات البدنية وحوادث التسمم والأمراض التي تنقلها الحشرات والعدوى التي تظهر في اوقات الولادة. كما أن وفيات الطفولة وأمراضها الناجمة عن أسباب مثل الفقر وسوء التغذية، ترتبط هي أيضاً بأنماط التنمية غير المستدامة وتدهور البيئات الحضرية أو الريفية.

ومن أهم العوامل الفتاكة المتصلة بالبيئة والتي تزهق أرواح الأطفال دون الخامسة من عمرهم،هي:

-الإسهال: يفتك بنحو ١.٦ مليون طفل سنويا، وهو ينجم أساساً عن المياه الملوثة وسوء طرق الوقاية والعلاج.

-تلوث الهواء داخل الأماكن: يقتل قرابة مليون طفل سنويا نتيجة العدوى التنفسية الحادة، وكذلك الأمهات اللاتي يكلفن بالطبخ أو يبقين قريبات من المواقد بعد الولادة يتعرض معظمهن للإصابة بالأمراض التنفسية المزمنة، نتيجة التلوث باستخدام وقود الكتلة الحيوية الذي لا يزال منتشراً على نطاق واسع.

-الملاريا: تقتل ما يقدر بمليون طفل دون الخامسة في كل عام، ومعظمهم في أفريقيا. ويمكن أن تتفاقم الملاريا نتيجة سوء معالجة المياه وتخزينها وعدم ملاءمة المساكن واجتثاث الأشجار وضياع التنوع البيولوجي.

-الإصابات البدنية غير المتعمدة: التي قد ترتبط بأخطار بيئية في الأسرة أو المجتمع، تقتل قرابة ٣٠٠ الف طفل سنوياً، تُعزى ٦٠ الف حالة منها إلى الغرق، و ٤٠ الف حالة إلى الحرائق، و ١٦ الف

حالة إلى التسمم، و ٥٠ الف حالة إلى حوادث المرور على الطرق، وأكثر من ١٠٠ الف حالة تعزى إلى اصابات أخرى غير متعمدة.

-الرصاص (الموجود في الجو) والزئبق (الموجود في الطعام والمواد الكيميائية الأخرى): يمكن أن تُؤدي على المدى الطويل إلى آثار مزمنة مثل العقم والإجهاض وعيوب الولادة.

-المبيدات والمذيبات والملوثات العضوية: قد تؤثر على صحة الجنين، إذا تعرضت الأم لها، كما تتأثر صحة المواليد، الذين تنمو أجسامهم سريعا، بارتفاع مستويات الملوثات في لبن الثدي. وفي بعض الحالات قد لا تظهر الآثار الصحية إلا في مقتبل العمر.

تلوث البيئة

١-تلوث الهواء:

الهواء هو كل المخلوط الغازي الذي يملأ جو الأرض بما في ذلك بخار الماء ، ويتكون أساساً من غازي النتروجين نسبته ٧٨,٠٨٤% والأكسجين ٢٠,٩٤٦% ويوجد إلى جانب ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون نسبته ٠,٠٣٣% وبخار الماء وبعض الغازات الخاملة وتأتي أهمية الأكسجين من دورة العظيم في تنفس الكائنات الحية التي لا يمكن أن تعيش بدونه وهو يدخل في تكوين الخلايا الحية بنسبة تعادل ربع مجموع الذرات الداخلة في تركيبها .

ولكي يتم التوازن في البيئة ولا يستمر تناقص الأكسجين شاءت حكمة الله سبحانه أن تقوم النباتات بتعويض هذا الفاقد من خلال عملية البناء الضوئي ، حيث يتفاعل الماء مع غاز ثاني أكسيد الكربون في وجود الطاقة الضوئية التي يمتصها النبات بواسطة مادة الكلوروفيل الخضراء ولذلك كانت حكمة الله ذات اثر عظيم رائع

فلولا النباتات لما استطعنا أن نعيش بعد أن ينفد الأكسيجين في عمليات التنفس واحتراق ، ولا تواجد أي كائن حي في البر أو في البحر ، إذا أن النباتات المائية أيضاً تقوم بعملية البناء الضوئي ، وتمد المياه بالأكسجين الذي يذوب فيها واللازم لتنفس كل الكائنات البحرية .

(هذا خلق الله فأروني ماذا خلق الذين من دونه بل الظالمون في ضلال مبين)

لقمان – آية ١١

لكل إنسان العصر الحديث قد جاء ودمر الغابات ، وطعن بالعمران على المساحات الخضراء وراحت مصانعه تلقي كميات هائلة من الأدخنة في السماء ، ولهذا كله أسوأ الآثار على الهواء وعلى توازن البيئة ، وإذا لجأنا إلى الأرقام لنستدل بها ، فسوف نفزع من تضخم

التلوث ، فثاني أكسيد الكربون كانت النسبة المئوية الحجمية له حوالي ٠,٠٢٩% في نهاية القرن الماضي ، وقد ارتفعت إلى ٠,٠٣٣% في عام ١٩٧٠ وينتظر أن تصل إلى أكثر من ٠,٠٣٨% في عام ٢٠٠٠، ولهذه الزيادة أثار سيئة جدا على التوازن البيئي .

تعريف تلوث الهواء:

هو وجود أي مواد صلبه أو سائلة أو غازية بالهواء بكميات تؤدي إلى أضرار فسيولوجية واقتصادية وحيوية بالإنسان والحيوان والنباتات والآلات والمعدات ، أو تؤثر في طبيعة الأشياء وتقدر خسارة العالم سنويا بحوالي ٥٠٠٠مليون دولار ، بسبب تأثير الهواء ، على المحاصيل والنباتات الزراعية .

ويعتبر تلوث الهواء من أسوأ الملوثات بالجو ، وكلما ازداد عدد السكان في المنطقة الملوثة .

وعلى مدار التاريخ وتعاقب العصور لم يسلم الهواء من التلوث بدخول مواد غريبة عليه كالغازات والأبخرة التي كانت تتصاعد من فوهات البراكين ، أو تنتج من احتراق الغابات ، وكالأتربة والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ، إلا أن ذلك لم يكن بالكم الذي لا تحمد عقباه ، بل كان في وسع الإنسان أن يتفاداه أو حتى يتحمله ، لكن المشكلة قد برزت مع التصنيع وانتشار الثورة الصناعية في العالم ، ثم مع هذه الزيادة الرهيبة في عدد السكان ، وازدياد عدد وسائل المواصلات وتطورها ، واعتمادها على المركبات الناتجة من تقطير البترول كوقود ، ولعل السيارات هي أسوأ أسباب تلوث الهواء بالرغم من كونها ضرورة من ضروريات الحياة الحديثة ، فهي تنفث

كميـات كبيـرة مـن الغـازات التـي تلـوث الجـو ، كغـاز أول أكسـيد الكربون السام ، وثاني أكسيد الكبريت والأوزون .

طرق تلوث الهواء :

أولاً : بمواد صلبة معلقة : كالدخان ، وعوادم السيارات ، والأتربة ، وحبوب اللقاح ، وغبار القطن ، وأتربة الاسمنت ، وأتربة المبيدات الحشرية .

ثانياً : بمواد غازية أو أبخرة سامة وخانقة مثل الكلور ، أول أكسيد الكربون ، أكسيد النتروجين ، ثاني أكسيد الكبريت ، الأوزون .

ثالثـاً : بالبكتيريـا والجـراثيم، والعفـن النـاتج مـن تحلـل النباتـات والحيوانات الميتة والنفايات الآدمية .

رابعاً : بالإشعاعات الذرية الطبيعية والصناعية:.

اظهر هذا التلوث مع بداية استخدام الذرة في مجالات الحياة المختلفة ، وخاصة في المجالين : العسكري والصناعي ، ولعلنا جميعا ما زلنا نذكر الضجة الهائلة التي حدثت بسبب الفقاعة الشهيرة في أحد المفاعلات الذرية بولاية (بنسلفانيا) بالولايات المتحدة الأمريكية ، وما حادث انفجار القنبلتين الذريتين على (ناجازاكي وهيروشيما) إبان الحرب العالمية الثانية ببعيد ، فما تزال أثار التلوث قائمة إلى اليوم ، ومازالت صورة المشوهين والمصابين عالقة بالأذهان ، وكائنة بالأبدان ، وقد ظهرت بعد ذلك أنواع وأنواع من الملوثات فمثلاً عنصر الاسترنشيوم ٩٠ الذي ينتج عن الانفجارات النووية يتواجد في كل مكان تقريباً ، وتتزايد كميته مع الازدياد في إجراء التجارب النووية ، وهو يتساقط على الأشجار والمراعي ، فينتقل إلى الأغنام والماشية ومنها إلى الإنسان وهو يؤثر

فـي إنتاجيـة اللـبن مـن الأبقـار والمواشـي ، ويتلـف العظـام ، ويسـبب العديـد مـن الأمـراض وخطـورة التفجيـرات النوويـة تكمـن فـي الغبـار الـذري الـذي ينبعـث مـن مواقـع التفجيـر الـذري حيـث يتسـاقط بفعـل الجاذبيـة الأرضـية ، أو بواسـطة الأمطـار فيلـوث كـل شـيء ، ويتلـف كل شيء .

وفي ضوء ذلك يمكن أن نقرر أو أن نفسر العذاب الذي قد حل بقوم سيدنا لوط عليه السلام بأنه ، كان مطراً ملوثاً بمواد مشعة ، وليس ذلـك ببعيـد فـالأرض تحتـوي علـى بعـض الصـخور المشـعة مثـل البتشبلند وهذه الصخور تتواجد منذ آلاف السنين ،

تأثير تلوث الهواء على البر والبحر :

تتجلى عظمة الله ولطفه بعباده في هذا التصميم الرائع للكون ، وهذا التوازن الموجود فيه ، لكن الإنسان بتدخله الأحمق يفسد من هذا

التوازن ، في المجال الذي يعيش فيه ، وكأن هذا ما كانت تراه الملائكة حينما خلق الله آدم – قال تعالى : (هو الذي خلق لكم ما في الأرض جميعاً ثم استوى إلى السماء فسواهن سبع سماوات وهو بكل شيء عليم . وإذ قال ربك للملائكة إني جاعل في الأرض خليفة قالوا أتجعل فيها من يفسد فيها ويسفك الدماء ونحن نسبح بحمدك ونقدس لك قال إني أعلم ما لا تعلمون) سورة البقرة الآيتان ٢٩، ٣٠ .

وجد أن للتلوث آثاراً ضارة على النباتات و الحيوانات و الإنسان والتربة ، وسوف نناقش هذا الأثر الناتج عن تلوث الهواء :

صحياً : تؤدي زيادة الغازات السامة إلى الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والعيون ، كما أن زيادة تركيز بعض المركبات الكيمائية كأبخرة الأمينات العضوية يسبب بعض أنواع السرطان ، والبعض

الغـازات مثـل أكاسـيد غـاز النتـروجين آثـار ضـارة علـى الجهـاز العصبي ، كذلك فإن الإشعاع الذري يحدث تشوهات خلقية تتوارثها إن لم يسبب الموت .

مادياً : يؤدي إلى الآتي:

يـؤدي وجـود التـراب والضـباب إلـى عـدم إمكانيـة الرؤيـة بـالطرق الأرضية والجوية .

حدوث صدأ وتأكل للمعدات والمباني ، مما يؤثر على عمرها المفيد ، وفي ذلك خسارة كبيرة .

التلوث بمواد صلبة يحجز جزءاً كبيراً من أشعة الشمس ، مما يؤدي إلى زيادة الإضاءة الصناعية .

علـى الحيوانـات : تسـبب الفلوريـدات عرجـاً وكسـاحاً فـي هياكـل المواشـي العظميـة فـي المنـاطق التـي تسـقط فيهـا الفلوريـدات ، أو

تمتص بواسطة النباتات الخضراء ن كما أن أملاح الرصاص التي تخرج مع غازات العادم تسبب تسماً للمواشي والأغنام والخيول ، وكذلك فإن ثاني أكسيد الكبريت شريك في نفق الماشية .

أما الحشرات الطائرة فإنها لا تستطيع العيش في هواء المدن الملوث ، ولعلك تتصور أيضاً ما هو المصير المحتوم للطيور التي تعتمد في غذائها على هذه الحشرات ، وعلى سبيل المثال انقرض نوع من الطيور كان يعيش في سماء مدينة لندن منذ حوالي ٨٠ عاماً ، لأن تلوث الهواء قد قضى على الحشرات الطائرة التي كان يتغذى عليها .

على النباتات : تختنق النباتات في الهواء غير النقي وسرعان ما تموت ، كما أن تلوث الهواء بالتراب ، والضباب والدخان والهباب يؤدي إلى اختزال كمية أشعة الشمس التي تصل إلى الأرض ،

ويؤثر ذلك على نمو النباتات وعلى نضج المحاصيل ، كما يقلل عملية التمثيل الضوئي من حيث كفاءتها ، وتساقط زهور بعض أنواع الفاكهة كالبرتقال ومعظم الأشجار دائمة الخضرة ، وتساقط الأوراق والشجيرات نتيجة لسوء استخدام المبيدات الحشرية الغازية ، وكمثال للنباتات التي تتأثر بالتلوث محاصيل الحدائق وزهور الزينة ، والبرسيم الحجازي ، والحبوب ، والتبغ ، و الخس ، وأشجار الزينة ، كالسرو ، و الجازورينا ، والزيزفون .

على المناخ : تؤدي الإشعاعات الذرية و الانفجارات النووية إلى تغيرات كبيرة في الدورة الطبيعية للحياة على سطح الأرض ، كما أن بعض الغازات الناتجة من عوادم المصانع يؤدي وجودها إلى تكسير في طبقة الأوزون التي تحيط بالأرض ، والتي قال عنها القران :(وجعلنا السماء سقفاً محفوظاً وهم عن آياتها معرضون) .

إن تكسير طبقة الأوزون يسمح للغازات الكونية والجسيمات الغريبة أن تدخل جو الأرض ، وان تحدث فيه تغيرات كبيرة ، أيضاً ، فإن وجود الضباب والدخان والتراب في الهواء يؤدي إلى اختزال كمية الإشعاع الضوئي التي تصل إلى سطح الأرض ، والأشعة الضوئية التي لا تصل إلى سطح بذلك ، تمتص ويعاد إشعاعها مرة أخرى إلى الغلاف الجوي كطاقة حرارية فإذا أضفنا إلى ذلك الطاقة الحرارية التي تتسرب إلى الهواء نتيجة لاحتراق الوقود من نفط وفحم وأخشاب وغير ذلك ، فسوف نجد أننا نزيد تدريجياً من حرارة الجو ، ومن يدري ، إذا استمر الارتفاع المتزايد في درجة حرارة الجو فقد يؤدي ذلك إلى انصهار جبال الجليد الموجود ة في القطبين وإغراق الأرض بالمياه ، وربما كان ذلكما تشير إليه الآية رقم ٣ في سورة الانفطار : (وإذا البحار فجرت) .حيث ذكر المفسرون أن تفجير

البحار يعني اختلاط مائها بعضه ببعض ، وهذا يمكن له الحدوث لو انصهرت جبال الجليد الجليدية في المتجمدين الشمالي والجنوبي .

٢-تلوث الماء

أول وأخطر مشكلة :

يعتبر تلوث الماء من أوائل الموضوعات التي اهتم بها العلماء والمختصون بمجال التلوث ، وليس من الغريب إذن (أن يكون حجم الدراسات التي تناولت هذا الموضوع أكبر من حجم تلك التي تناولت باقي فروع التلوث .

ولعل السر في ذلك يرجع إلى سببين :

الأول : أهمية الماء وضروريته ، فهو يدخل في كل العمليات البيولوجية والصناعية ، ولا يمكن لأي كائن حي –مهما كان شكله

أو نوعه أو حجمه – أن يعيش بدونه ، فالكائنات الحية تحتاج إليه لكي تعيش ، والنباتات هي الأخرى تحتاج إليه لكي تنمو ، (وقد أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون الهام في تركيب مادة الخلية ، وهو وحدة البناء في كل كائن حي نباتً كان أم حيواناً ، وأثبت علم الكيمياء الحيوية أن الماء لازم لحدوث جميع التفاعلات والتحولات التي تتم داخل أجسام الأحياء فهو إما وسط أو عامل مساعد أو داخل في التفاعل أو ناتج عنه ، وأثبت علم وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوفر له مظاهر الحياة ومقوماتها) .

إن ذلك كله يتساوى مع الآية الكريمة التي تعلن بصراحة عن إبداع الخالق جل وعلا في جعل الماء ضرورياً لكل كائن حي ، قال تعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون) الأنبياء /٣٠ .

الثاني : أن الماء يشغل أكبر حيز في الغلاف الحيوي ، وهو أكثر مادة منفردة موجودة به ، إذ تبلغ مسحة المسطح المائي حوالي ٧٠.٨% من مساحة الكرة الأرضية ، مما دفع بعض العلماء إلى أن يطلقوا اسم (الكرة المائية) على الأرض بدلا من الكرة الأرضية . كما أن الماء يكون حوالي(٦٠-٧٠% من أجسام الأحياء الراقية بما فيها الإنسان ، كما يكون حوالي ٩٠% من أجسام الأحياء الدنيا) وبالتالي فإن تلوث الماء يؤدي إلى حدوث أضرار بالغة ذو أخطار جسيمة بالكائنات الحية ، ويخل بالتوازن البيئي الذي لن يكون له معنى ولن تكون له قيمة إذا ما فسدت خواص المكون الرئيسي له وهو الماء .

مصادر تلوث الماء :

يتلوث الماء بكل ما يفسد خواصه أو يغير من طبيعته ، والمقصود بتلوث الماء هو تدنس مجاري الماء والآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعه ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا و صبغات كيميائية ملوثة ، ومن أهم ملوثات الماء ما يلي :

مياه الأمطار الملوثة:

تتلوث مياه الأمطار – خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين و أكاسيد الكبريت و ذرات التراب ، ومن الجدير بالذكر أن تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والأتربة في الهواء أو الماء ، وفي الماضي لم تعرف البشرية هذا النوع من التلوث ، وأنى لها هذا ؟

ولقد كان من فضل الله على عباده ورحمه ولطفه بهم أن يكون ماء المطر الذي يتساقط من السماء ، ينزل خالياً من الشوائب ، وأن يكون في غاية النقاء والصفاء والطهارة عند بدء تكوينه ، ويظل الماء طاهراً إلى أن يصل إلى سطح الأرض ، وقد قال الله تعالى في كتابه العزيز مؤكداً ذلك قبل أن يتأكد منه العلم الحديث : (وهو

الـذي أرسـل الريـاح بشـراً بـين يـدي رحمتـه وأنزلنـا مـن السـماء مـاء طـهورا) الفرقان ٤٨.

وقال أيضا :

(إذ يغشيكم النعاس أمنة منه وينزل عليكم السماء ماء ليطهركم به ويذهب عنكم رجس الشيطان وليربط على قلوبكم ويثبت به الأقدام) الأنفال آية ١١

وإذا كان ماء المطر نقيا عند بدء تكوينه فإن دوام الحال من المحال ، هكذا قال الإنسان وهكذا هو يصنع ، لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفثتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات ، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه

، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات أدى ذلك إلى التسمم (ليذيقهم بعض الذي علموا لعلهم يرجعون) الروم ٤١

كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والأنهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات وإلى تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الإنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة ، كما تموت الطيور البحرية التي تعتمد في غذائها على الأسماك .

إنه انتحار شامل وبطيء يصنعه البعض من بني البشر ، والباقي في غفلة عما يحدث حوله ، حتى إذا وصل إليه تيار التلوث أفاق وانتبه ن ولكن بعد أن يكون قد فات الأوان .

مياه المجاري :

وهي تتلوث بالصابون والمنظفات الصناعية وبعض أنواع البكتريا والميكروبات الضارة ، وعندما تنتقل مياه المجاري إلى الأنهار والبحيرات فإنها تؤدي إلى تلوثا هي الأخرى .

المخلفات الصناعية :

وهي تشمل مخلفات المصانع الغذائية والكيمائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والأحماض والقلويات والأصباغ والنفط ومركبات البترول والكيماويات والأملاح السامة كأملاح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم .

المفاعلات النووية :

وهي تسبب تلوثً حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتها ، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من

الإنسان وبقية حياتها مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية الكائنات .

المبيدات الحشرية :

والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف المصارف ، كذلك تتلوث مياه الترع والقنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من مياه الترع والقنوات الملوثة بهذه المبيدات ، ولعل المأساة التي حدثت في العراق عامي ١٩٧١ –١٩٧٢م أو ضح دليل على ذلك حين تم استخدام نوع من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق مما أدي إلى دخول حوالي ٦٠٠٠شخص إلى المستشفيات ، ومات منهم ٥٠٠.

التلوث الناتج عن تسرب البترول إلى مياه البحار والمحطات :

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات التي تتكرر سنوياً ، وإما نتيجة لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر .

ومن أسباب تلوث مياه البحار أيضاً بزيت البترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه ، كما حدث في شواطئ كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات ، وتكون نتيجة لذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بثمانمائة ميل على مياه المحيط الهادي ، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدرافيل والأسماك والكائنات البحرية نتيجة للتلوث .

هكذا رأينا كيف ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ، والخطورة الكبرى من تلوث الماء تكمن في المياه الصالحة للشرب

، ومما يؤسف له أن هناك بعض الأنهار لم تعد تصلح لهذا الغرض مثل نهر الرور بألمانيا ، كما أن إلقاء مخلفات المجاري في مجري الأنهار دون معالجة يؤدي إلى تغير لون الماء ، وإلى نمو الطحالب والنباتات المائية بصورة كثيفة ، مما يؤثر على الملاحة وعلى سرعة التيار ، بالإضافة إلى أن الماء الراكد يكون مركزاً خصباً لنمو وتكاثر الطفيليات المسببة للأمراض كالكوليرا والبلهارسيا والحمى التيفودية و الدوسنتاريا وغيرها من الأمراض ، وإذا نحن تأملنا قوله تعالى : (مثل لجنة التي وعد المتقون فيها أنهار من ماء غير آسن وأنهار من لبن لم يتغير طعمه وأنهار من خمر لذة للشاربين وأنهار من عسل مصفى ولهم فيها من كل الثمرات ومغفرة من ربهم كمن هو خالد في النار وسقوا ماء حميماً فقطع أمعاءهم) سورة محمد اية ١٥ .

و جدنا أن الآية الكريمة (توجه الأنظار إلى أن الماء الآسن الراكد المتغير ماء ضار ، وقد قررت الآية الكريمة ذلك قبل كشف المناظير المكبرة "ميكروسكوب" بقرون عدة حيث تبين أن الماء الراكد المتغير مستودع الملايين البكتريا الضارة وغيرها من الطفيليات التي تصيب الإنسان والأنعام بأضرار شتى) .

٣-تلوث الأرض :

يتلوث سطح الأرض نتيجة التراكم المواد والمخلفات الصلبة التي تنتج من المصانع والمزارع والنوادي والمنازل والمطاع والشوارع ، كما يتلوث أيضاً من مخلفات المزارع كأعواد المحاصيل الجافة ورماد احتراقها .

المبيدات الحشرية :

والتي من أشهرها مادة د .د.ت ، وبالرغم من أن هذه المبيدات تفيد في مكافحة الحشرات الضارة ، إلا أنها ذات تأثير قاتل على البكتريا الموجودة في التربة ، والتي تقوم بتحليل المواد العضوية إلى مركبات كيميائية بسيطة يمتصها النبات ، وبالتالي تقل خصوبة التربة على مر الزمن مع استمرار استخدام هذه المبيدات ، وهذه طامة كبرى ، وخاصة إذا أضفنا إلى ذلك المناعة التي تكتسبها الحشرات نتيجة لاستخدام هذه المبيدات والتي تؤدي إلى تواجد حشرات قوية لا تبقى ولا تذر أي نبات أخضر إذا هاجمته أو داهمته .

إن مادة الـ د .د.ت تتسرب إلى جسم الإنسان خلال الغذاء الذي يأتيه من النباتات والخضروات ويتركز هذا المبيد في الطبقات الدهنية بجسم الإنسان الذي إذا حاول أن يتخلص منها أدت إلى التسمم بهذا المبيد ، وتتركز خطورة مادة الـ د .د.ت في بقائها

بالتربة الزراعية لفترة طويلة من الزمن دون أن تتحلل ، ولهذا ازدادت الصيحات والنداءات في الآونة الأخيرة بضرورة عدم استعمال هذه المادة كمبيد .

إنه لمن المؤسف أن الاتجاهات الحديثة في مكافحة الحشرات تلجأ إلى استخدام المواد الكيميائية ، ويزيد الطين بلة استخدام الطائرات في رش الغابات والنباتات والمحاصيل الزراعية . إن ذلك لا يؤدي إلى تساقط الأوراق والأزهار والأعشاب فحسب ، بل يؤدي إلى تلوث الحبوب والثمار والخضروات والتربة ، وذلك قد يؤدي إلى نوعين من التلوث :

الأول : تلوث مباشر وينتج عن الاستعمال الآدمي المباشر للحبوب والثمار الملوثة .

الثاني : تلوث غير مباشر وهذا له صور شتى وطرق متعددة .

فهو إما أن يصاب الإنسان من جراء تناوله للحوم الطيور التي تحصل على غذائها من التقاطها للحشرات الملوثة حيث تنتقل هذه المبيدات إلى الطيور وتتراكم داخلها ويزداد تركيزها مع ازدياد تناول هذه الطيور للحشرات فإذا تناولها الإنسان كانت سماً بطيئاً ، يؤدي إلى الموت كلما تراكم وازدادت كميته وساء نوعه .

وهو إما أن يصاب به نتيجة لتناوله للحوم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الملوثة .

كما يمكن أن يصاب به نتيجة لسقوط هذه المبيدات في التربة وامتصاص النبات لها ، ودخولها في بناء خلايا النبات نفسه .

ومن أشهر المبيدات الحشرية التي تضر بصحة الإنسان تلك المحتوية على مركبات الزئبق ولقد سمي المرض الناتج عن التسمم بالزئبق بمرض (الميناماتا) وذلك نسبة إلى منطقة خليج (ميناماتا)

باليابان والتي ظهر فيها هذا المرض لأول مرة عام ١٩٥٣م ، وذلك كنتيجة لتلوث المياه المستخدمة في ري الأراضي الزراعية بمخلفات تحتوي على مركبات الزئبق السامة الناتجة من أحد المصانع وحتى ولو كان بكميات صغيرة على جسم الإنسان حيث ترتخي العضلات وتتلف خلايا المخ وأعضاء الجسم الأخرى ، وتفقد العين بصرها ، وقد تؤدي إلى الموت كما تؤثر على الجنين في بطن أمه . فهل بعد هذا فساد ؟ إنه لمن المزعج أن دعاة التقدم والتطور يعتقدون أن استخدم المبيدات الكيمائية والحشرية تساعد على حماية النباتات من خطر الحشرات والفطريات التي تهاجمها . وأنها بذلك يزيدون الإنتاج ويصلحون في الأرض .

(وإذا قيل لهم لا تفسدوا في الأرض قالوا إنما نحن مصلحون . ألا إنهم هم المفسدون ولكن لا يشعرون) .

الأسمدة الكيماوية :

من المعروف أن الأسمدة المستخدمة في الزراعة تنقسم إلى نوعين :

الأسمدة العضوية :

وهي تلك الناتجة من مخلفات الحيوانات والطيور والإنسان ، ومما هو معروف علمياً أن هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .

الأسمدة غير العضوية :

وهي التي يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية فإنها تؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من أن الغرض منها هو زيادة إنتاج الأراضي الزراعية ، ولقد وجد المهتمون بالزراعة في بريطانيا أن زيادة محصول الفدان الواحد في السنوات الأخيرة لا تزيد على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تغطية

التربـة بطبقـة لا مسـامية أثنـاء سـقوط الأمطـار الغزيـرة ، بينمـا تقـل احتمالات تكون هذه الطبقة في حالة الأسمدة العضوية .

ونقول : في الوقت الذي فقد فيه المجاعات والأوبئة كثيراً من قسوتها وضراوتها في إرعاب البشرية نجد أن تلوث البيئة قد حل محل هذه الأوبئة ، وخطورة التلوث هو أنه من صنع الإنسان وأن آثاره السيئة تعود عليه وعلى زراعته وصناعته ، بحيث تؤدي في النهاية إلى قتل النفس التي حرم الله قتلها إلا بالحق ، وإلى تغيير شكل الحياة على الأرض ، ومن الواجب علينا كمسلمين أن نحول منع ذلك بشتى الطرق الممكنة عملاً بقوله تعالى : (من قتل نفسا بغير نفس أو فساد في الأرض فكأنما قتل الناس جميعاً ومن أحياها فكأنما أحيا الناس جميعاً) المائدة ٢٢ .

دور النباتات و الأشجار في البيئة

لكم ندهش حين يحدثنا باحثو العقاقير عن أشجار النيم بوصفها مصانع نموذجية لإنتاج العقاقير الشافية لأوجاع الإنسان . كما ندهش حين يحدثنا باحثو وقاية النبات عن مبيدات النيم الحيوية وقدرتها الذكية فى مكافحة الآفات الزراعية . ولكن شجرة النيم ليست هذا ولاذاك فحسب ، بل هى قبل كل شئ رئة من رئات الحياة على سطح الأرض . إن قدرة هذه الشجرة كمرشح حيوى للغازات الضارة الملوثة للهواء ، شئ خيالى حقاً . فهذا " الفلتر " الطبيعى لدية كفاءة عالية على امتصاص ملوثات غازية عدة لا سيما أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الرصاص . و ينتج أول أكسيد الكربون عن ماكينات احتراق المركبات والتدفئة المنزلية والتدخين ويكثر بشكل خاص فى المدن المزدحمة بالمواصلات . وهو بحد ذاته خطر كبير ، بحسبانه لا يرى ، ولا تشم له رائحة . وتتنوع

مصادر أكاسيد الرصاص فى الهواء وهى التى تتسرب رويداً رويداً إلى أبدان الأحياء . وإذا فحصنا أكاسيد النيتروجين فسوف نجد أن أول أكسيد النيتروجين وثانى الأكسيد ، هما أهم الأنواع . وتتركز مصادرها فيما تقذفه بالعوادم وسائل المواصلات . ويمكن لأول أكسيد النيتروجين التحول فى وجود الضوء إلى ثانى أكسيد النيتروجين ويمكن لهذا الغاز الاتحاد مع بخار الماء الموجود بالهواء ، مكوناً حامض النيتريك الذى يعمل على تآكل النباتات ، ويؤثر فى المزروعات . وبالها من تأثيرات مدمرة . ولكن لحسن الحظ فقد اكتشف البيئيون أن بوسع كل شجرة نيم مزروعة على أرصفة الشوارع فى المدن التى تعانى من أزمة تلوث الجو والهواء ، امتصاص تلكم الغازات جميعها ، من مسافة تتراوح ما بين ثلاثة وخمسة أمتار . واكتشفوا أن حزاماً من الأشجار بعرض ٣٠ متراً ،

يستطيع خفض تركيز غاز أول أكسيد الكربون ، بنسبة تصل إلى ٦٠% ، كما يمكن لكيلو متر مربع من الأشجار أن تمتص يومياً قدراً من الغازات ، يصل إلى ١٢٠ كيلو جراماً . وينبغى ألا ننسى دور الأشجار فى تنقية الهواء من الجزيئات العالقة والغبار ، فالأشجار الكثيفة فى الغابة تستطيع خفض عدد الجزيئات العالقة بمعدل يتراوح ما بين ١٠٠ ، ١٠٠٠ مرة ، كما تحتجز كميات من الجزيئات العالقة تتراوح ما بين ٤٠ ، ٨٠% من كميتها الموجودة بالهواء . ولأجل أن تصنع الأشجار متراً واحداً من مادتها الخشبية الجافة ، فإنها تمتص من الهواء ١.٨٣ طن ، من غاز ثانى أكسيد الكربون

وتطلق بدلاً منه ٠.٢٣ طن من غاز الأكسجين . وتنطوى الأشجار على إمكانيات مذهلة بالنسبة إلى تلطيف الجو وإبطاء وتيرة ارتفاع

درجة الحرارة . وفى هذا السياق يكفى أن نعلم أن خطة قومية لتشجير ٢٠% من صحارى مصر ، تكفل إعادة الاتزان الحرارى بشكل ملموس لكوكبنا الأرضى . فهذه مزايا بيئية عظيمة ولئن كان فى الطبيعة أنواع كثيرة من الأشجار تستطيع تحقيق بعضها بصورة جيدة ، فإن أشجار النيم فى مقدورها أن تحقق كافة المزايا البيئة . وبطريقة أكمل وأفضل.

دور الأشجار في درء أخطار الغازات

للأشجار دور هام في تنقية جو المدن من غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى، وفيما يلي دور الأشجار في درء أخطار الغازات :

يقوم الهكتار الواحد من الغابات بامتصاص الغبار وتصفية حوالي ١٨ مليون متر مكعب من الهواء سنويا .

يمكن لهكتار واحد من الغابات امتصاص ما بين ٢٢٠ إلى ٢٨٠ كلغ من غاز ثاني أكسيد الكربون وإطلاق ما بين ١٨٠ إلى ٢٤٠ كلغ من غاز الأكسجين .

يحتجز هكتار واحد من غابة اللاركس Larix أكثر من ٧٠ كلغ من غاز ثاني أكسيد الكبريت وهكتار واحد من غابة الصنوبر الحرجي P. Sylvestris أكثر من ٢٦ كلغ من غاز ثاني أكسيد الكبريت .

ينتج هكتار واحد من غابة اللزاب Juniperus كلغ من الزيوت الطيارة المضادة للجراثيم التي تنظف جو الغابة من الأحياء الدقيقة .

تفرز أوراق جنس الصنوبر Pinus موادا وزيوتا طيارة تنقي الجو من الجراثيم وتقضي حتى على جراثيم السل، لذلك ينصح بزراعتها في المصحات .

تقضي مفرزات أشجار الشوح Abies على نسب كبيرة من جراثيم المكورات العنقودية .

من المعروف أن التنفس والرياضة داخل الغابة ينعش الأعصاب ويريحها ويعطي الجسم راحة وخاصة غابات الأرز Cedrus التي يتكون تحت مظلتها نسب كبيرة من غاز الأوزون .O3

تفرك أشجار الآس والحور والجوز والعرعر والزيزفون والكينا موادا مضادة للبكتيريا والفيروسات ومثبطة لنشاطها .

تفرز نباتات الكينا Eucalyptus موادا طاردة للبعوض .

تخفض الأجزاء الخضراء عدد الملوثات الصلبة للهواء حول المدن والمناطق الصناعية بنسبة ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة ويمكن أن تحتجز من ٤٠ إلى ٨٠% من الجزئيات المعلقة .

تساعد الغابات والأشجار الكثيفة على الحد من سرعة الرياح التي تثير الغبار مما يؤدي إلى تناقص التلوث بحدود من ٣٠ إلى 40%.

تمتص أنواع الصنوبر والقيقب Acer والتفاح Malus والسنديان أكاسيد النيتروجين Nox وتؤدي إلى تنظيف الجو من حوالي ٥٠ % من غاز ثاني أكسيد النيتروجين السام .

يمتص كيلوغرام من الغابات ما وزنه ١٢٠ كلغ من غاز أول أكسيد الكربون السام .

تساهم الأشجار بالحد من تركيز غاز SO_2 في الهواء الجوي وتمتصه بكميات متفاوتة تتراوح بين ١٠ إلى ١٨ كلغ لكل كيلو غرام من الأوراق الجافة .

موازنة الكربون

إن الأراضي الزراعية والغابات كما يصنفها العلماء هي إحدى الوسائل الناجحة لإعادة توازن كربون الأرض، فالغابات والنباتات الخضراء هي بالوعة الكربون وإليها وحدها يعود امتصاص الكربون من الغلاف الجوي بكميات هائلة .

وهنا يمكن أن نفهم الدور التوازني الذي تلعبه الغابة، فبالرغم من أنها من المتضررين جراء ظاهرة الدفيئة الزجاجية إلا أنها تقوم بامتصاص نسبة كبيرة من غاز الكربون بالجو محدثة بذلك توازن ديناميكي في نسبة الغازات الموجودة في الغلاف الجوي، ولهذا

السبب إضافة إلى أسباب اقتصادية أخرى ركز العالم على التوسع في زراعة الغابات وصيانتها وحمايتها. لذلك اتجهت الدراسات العلمية إلى الغابات وقدرت ساندرا بوستل من معهد مراقبة البيئة العالمية إمكانية مساحة ١٣٠ مليون هكتار من الغابات لامتصاص ٦٦٠ مليون طن من الكربون كل عام وأطلق على الاقتراح اسم «بنك الكربون» حيث تستطيع هذه المساحة من الغابات والتي تعادل ضعف مساحة فرنسا أن تمتص هذه الكميات الهائلة من الكربون لمدة ثلاثين سنة لحين نضج أشجار الغابة، وهذه المساحة من الغابات إضافة لامتصاصها الكربون فإنها تؤمن احتياجات العالم الثالث من الخشب ويمكنها أن تعيد الأراضي المتدهورة إلى حالتها الطبيعية. ويرجع سبب التوسع في إنتاجية الغابات وصيانتها إلى ارتفاع حرارة الأرض بسبب غازات الدفيئة الزجاجية .

ويعتبر أعظم المشروعات التطبيقية في هذا المجال ذلك الذي طبق في غواتيمالا لامتصاص وموازنة ٣٨٧ ألف طن من الكربون ينتظر أن تنطلق سنويا من محطة طاقة تدار بالفحم، لذلك تقرر زراعة ١٢ ألف هكتار بالأشجار وزراعة ٦٠ ألف هكتار أخرى بالغابات المحصولية (والتي تجمع بين الغابات والمحاصيل الزراعية المحصودة) وتبلغ تكلفة المشروع ٣،١٦ مليون دولار، تشترك فيه ٤٠ ألف أسرة ترعى نحو ٥٢ مليون شجرة تقريبا .

لقد أقر علماء البيئة والمناخ برخص وفعالية هذه التكنولوجيا الحيوية والتي ليس بمقدورها موازنة جميع الانبعاثات الغازية ولكن عمليا ومقارنة مع طرق أخرى تعتبر الأرخص والأكثر فاعلية حيث يقدر مخططو المشاريع الغاباتية أن التكلفة السنوية المتوقعة تقل عن ٣ دولارات سنويا لموازنة وامتصاص طن واحد من الكربون وفي

تقديرات أخرى وصلت إلى ١٦ دولار لكل طن من الكربون يمكن تفاديه .

ويمكن تخفيض التكاليف عندما تقوم البلدان بمشاريع مماثلة فلا تحتاج إلى شراء الأراضي. وهناك الكثير من الأسر التي ستساهم في مشروع التقنية الخضراء لامتصاص الكربون من خلال خدمتها الذاتية في حقول تعود ملكيتها لهم ونفعها العام للمناخ والبيئة .

إن مشروع استزراع الغابات لا يوفر للبيئة توازن الكربون فحسب، بل يوفر لها كميات إضافية من الأكسجين النقي التي تنطلق من الأشجار بحسب كفاءتها كما يوفر للسكان مصادر رزق وفرص عمل أخرى .ويمكن تطبيق مشروع غواتيمالا في بلدان أخرى، ويشابه هذا المشروع تقريبا مشروع الحزام الأخضر الكويتي واقتراح زرع مليون نخلة في الكويت، فمن شأن مشروع الحزام الأخضر

ومشروع المليون نخلة أن يوازن كميات كبيرة من الكربون المنطلق إلى الجو .

إن تفاؤل العلماء بالغابة والأشجار لا يقف عند حد معين، ولكن زراعة هذه الأعداد وهذه المساحات بالأشجار تتطلب مساندة جميع الجهات الحكومية والأهلية بشكل خاص لخدمة أشجار الغابة والمحافظة عليها حيث أصبحت التقنية الحيوية الخضراء هي الحل الأمثل لمواجهة الكميات المتزايدة من الغازات، وهذا ما يتطلب البحث عن الأراضي الكافية لاستزراعها وجمع الأموال اللازمة وحشد طاقة المؤسسات التنموية المختلفة لإنجاح هذا العمل، وتعبئة جهود المؤسسات الاجتماعية للمشاركة في تنمية التقنية الخضراء؛ لأن الأمر واقع في مأزق خطير خاصة بعد فشل مساعي مؤتمر تغير المناخ العالمي والذي عقد في هولندا في نوفمبر من سنة

2000، فالشواهد توحي أن معدل إزالة الغابات يتسارع وسوف تزداد كميات الكربون المنطلقة إلى الجو في المستقبل القريب جدا ما لم تحدث تغيرات إيجابية تحد من هذا التزايد .

المراجع

١- محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة،الدار المصرية اللبنانية،١٩٩٣،

٢- د. علياء حاتوغ- بوران و محمد حمدان أبو دية، علم البيئة،دار الشروق، عمان، ١٩٩٤

٣- روبرت لافون-جرامون، التلوث، ترجمة: نادية القباني، مراجعة: جورج عزيز، الناشر للطبعة العربية:"ترادكسيم"، ١٩٧٧.

٤-مصطفى عبد العزيز، الإنسان والبيئة،القاهرة، المطبعة الحديثة، ١٩٧٨.

٥-طلال يونس، التربية البيئية ومشكلات البيئة الحضرية، ورقة عمل قدمت في ندوة دور البلديات في حماية البيئة ي المدن العربية، الكويت، منظمة المدن العربية، ١٩٨١.

٦- زين الدين عبد المقصود، البيئة والإنسان، علاقات ومشكلات، القاهرة، دار عطوة، ١٩٨١.

٧- إبراهيم خليفة، المجتمع صانع التلوث، قضايا بيئية، العدد ١٢، الكويت، جمعية حماية البيئة الكويتية، ١٩٨٣.

٨- محمد عبد الفتاح القصاص، قضايا البيئة المعاصرة، العلوم الحديثة، العدد ١، السنة ١٦، ١٩٨٣

٩- رشيد الحمد ومحمد صباريني، البيئة ومشكلاتها،عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت،ط٢، ١٩٨٤.

١٠- د. محمد صابر سلين، د. أمين عرفان دويدار، د. حسني أحمد إسماعيل، ود. عدلي كامل فرح، علوم البيئة، وزارة التربية والتعليم، بالإشتراك مع الجامعات المصرية، برنامج تأهيل معلمي المرحلة الإبتدائية للمستوى الجامعي، ١٩٨٦