



الثروات البيئية ٤٤٤ نبت

معنى البيئة ومفهومها :

"البيئة" لفظ شائع الاستخدام وترتبط مدلولاتها بنمط العلاقة بينها وبين مستخدمها. ويمكن ان ننظر الى البيئة من خلال النشاطات البشرية المختلفة، فنقول: البيئة الزراعية، والبيئة الصناعية، والبيئة الثقافية، والبيئة الصحية. وهناك البيئة الاجتماعية ، والبيئة الروحية، والبيئة السياسية.

وتعرفُ البيئة بأنها الطبيعة بما فيها من أحياء وغير أحياء، أي العالم من حولنا فوق الأرض. بينما نجد ان بعض الباحثين عرفها بأنها : مجموعة العوامل الطبيعية المحيطة التي تؤثر على الكائن الحي، او التي تحدد نظام مجموعة ايكولوجية مترابطة . وفي نفس هذا الاتجاه عرفها مؤتمر ستوكهولم عام ١٩٧٢ ومؤتمر تبليسي ١٩٧٨ بأنها: مجموعة من النظم الطبيعية والاجتماعية والثقافية التي يعيش فيها الإنسان والكائنات الأخرى.

وتعني لفظة " البيئة" كل العناصر الطبيعية، حية وغير حية (البيئة البيو فيزيائية) والعناصر المشيدة، أو التي اقامها الإنسان من خلال تفاعله المستمر مع البيئة الطبيعية . والبيئة الطبيعية والبيئة المشيدة تكونان وحدة متكاملة .

البيئة تعني كل ما هو خارج عن كيان الإنسان، وكل ما يحيط به من موجودات. فالهواء الذي يتنفسه الإنسان، والماء الذي يشربه، والأرض التي يسكن عليها ويزرعها، وما يحيط به من كائنات حية أو من جماد، هي عناصر البيئة، التي يعيش فيها والتي تعتبر الإطار الذي يمارس فيه حياته ونشاطاته المختلفة. و عناصر البيئة، هي دائمة التفاعل مع بعضها البعض، حيث يؤثر فيها الإنسان ويتأثر بها، فهي الإطار الذي يتمثل فيما يحيط بالإنسان من ماء وهواء وتربة، وكائنات حية متعددة الأنواع وغير ذلك

والبيئة في أبسط تعريف لها هي: ذلك الحيز الذي يمارس فيه البشر مختلف أنشطة حياتهم، وتشمل ضمن هذا الإطار كافة الكائنات الحية، من حيوان ونبات، والتي يتعايش معها الإنسان ويشكلان سوية سلسلة متصلة فيما بينهم، فيما يمكن ان نطلق عليه، دورات، طاقات الحياة، حيث ينتج النبات المادة والطاقة من تراكيب عضوية معقدة، ويأكل الحيوان النبات والعشب، ويأكل حيوان أكل للحوم حيوان آخر أكلاً للعشب، والإنسان يأكل النبات والحيوان ويستفيد من كل منهما. وبذا تستمر علاقة الإنسان بالبيئة المحيطة به من نبات وحيوان وموارد وثروات .

وهكذا نلمس ان البيئة هي الإطار الذي يحيى به الإنسان مع غيره من الكائنات الحية التي يحصل منها على مقومات حياته من مأكل وملبس ومسكن، ويمارس فيها مختلف علاقاته مع بني جنسه..

والبيئة، بذلك، ليست مجرد موارد يتجه إليها الإنسان ليستمد منها مقومات حياته، وإنما تشمل البيئة أيضاً علاقة الإنسان بالإنسان التي تنظمها المؤسسات الاجتماعية، والعادات، والتقاليد، والقيم والأديان .

ويرتبط نجاح الإنسان في البيئة على قدر فهمه لها، وتحكمه فيها ، واستثماره لمواردها، فيستفيد بما هو نافع من مواردها، ويعمل جاهداً على التخلص مما ينغص عليه حياته في إطار البيئة، كمحاولة التخلص من الملوثات التي أثبت العلم إنها تؤثر على الإنسان تأثيرات ضارة ذات أبعاد مختلفة في ضررها .

مكونات البيئة وتقسيماتها

تمثل البيئة، بإطارها الشامل، نظاماً كبير الحجم، كثير التعقيد، ترتبط مكوناته بتأثيرات عكسية، تأخذ صورة لولب من التفاعلات الارتدادية، التي تشكل في مجموعها وحدة متكاملة تتميز بالاستمرار والإتزان ..

يؤكد المختصون بأنه ليس هناك من إختلاف كبير بين الباحثين فيما يتعلق بمكونات البيئة من حيث المضمون وإن إختلفت المفردات، أو أختلف عدد هذه المكونات. فإن مؤتمر ستوكهولم عام ١٩٧٢ أكد على أن البيئة هي كل شيء يحيط بالإنسان.

ومن خلال هذا المفهوم الشامل الواسع للبيئة يمكن تقسيم البيئة التي يعيش فيها الإنسان مؤثراً ومتأثراً الى قسمين

مميزين هما :-

١) البيئة الطبيعية Natural Environment

ويقصد بها كل ما يحيط بالإنسان من ظواهر حية وغير حية، وليس للإنسان أي أثر في وجودها. وتتمثل هذه الظواهر أو المعطيات البيئية في البنية والتضاريس والمناخ والتربة والنباتات والحيوانات. ولا شك أن البيئة الطبيعية هذه تختلف من منطقة الى أخرى تبعاً لنوعية المعطيات المكونة لها.

٢) البيئة البشرية Human Environment

ويقصد بها الإنسان وإنجازاته التي أوجدها داخل بيئته الطبيعية، بحيث أصبحت هذه المعطيات البشرية المتباينة مجالاً لتقسيم البيئة البشرية الى أنماط وأنواع مختلفة. فالإنسان من حيث هو ظاهرة بشرية يتفاوت مع بيئة لأخرى من حيث عدده وكثافته وسلالته ودرجة تحضره وتفوقه العلمي مما يؤدي الى تباين البيئات البشرية.

ويميل بعض الباحثين الى تقسيم البيئة البشرية الى نوعين مختلفين:

أ- البيئة الاجتماعية Social Environment

تتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان، ومن النظم الاجتماعية والمؤسسات التي أقامها. بعبارة أشمل، **المقصود بالبيئة الاجتماعية ذلك الجزء من البيئة البشرية الذي يتكون من الأفراد والجماعات في تفاعلهم، وكذلك التوقعات الاجتماعية، وأنماط التنظيم الاجتماعي، وجميع مظاهر المجتمع الأخرى. وبوجه عام تتضمن البيئة الاجتماعية أنماط العلاقات الاجتماعية القائمة بين الأفراد والجماعات التي ينقسم إليها المجتمع، تلك الأنماط التي تؤلف النظم الاجتماعية والجماعات في المجتمعات المختلفة.**

ب- البيئة الثقافية Cultural Environment

ويعنى بها الوسط الذي خلقه الإنسان لنفسه بما فيه من منتجات مادية وغير مادية، وفي محاولته الدائمة للسيطرة على بيئته الطبيعية، وخلق الظروف الملائمة لوجوده واستمراره فيها. وهذه البيئة التي صنعها الإنسان لنفسه، وينقلها كل جيل عن الآخر، ويطور فيها، تسمى البيئة الثقافية للإنسان، وهي خاصة بالإنسان وحده. **لذلك فإن البيئة الثقافية تتضمن الأنماط الظاهرة والباطنة للسلوك المكتسب عن طريق الرموز، الذي يتكون في مجتمع معين من علوم ومعتقدات وفنون وقوانين وعادات وغير ذلك .**

وهناك تصنيف آخر لمكونات البيئة لا يختلف كثيراً عن التصنيف الأول، ويرى ان للبيئة شقين: طبيعي، ومشيد.

١- البيئة الطبيعية Natural Environment

وتتألف من الأرض وما عليها، وما حولها من الماء والهواء، وما ينمو عليها من النباتات وضروب الحيوان وغيرها نمواً ووجوداً طبيعياً سابقاً على تدخل الإنسان وتأثيره المقصود، وغير المقصود في البيئة. كما يقع ضمن نطاق البيئة الطبيعية التربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء (بما فيها الإنسان) بكافة صورها، وهذه جميعاً تمثل الموارد التي أتاحتها الله للإنسان ليحصل منها على مقومات حياته.

٢- البيئة المشيدة Man-made Environment

البيئة المشيدة هي البنية الأساسية المادية التي شيدها انسان. وهي تتألف من المكونات التي أنشأها ساكنو البيئة الطبيعية (الناس)، وتشمل كل المباني والتجهيزات والمزارع والمشاريع الصناعية والطرق والمواصلات والمطارات والموانئ إضافة الى مختلف أشكال النظم الاجتماعية من عادات وتقاليد وأعراف وأنماط سلوكية وثقافية ومعتقدات تنظم العلاقة بين الناس .

ويرى آخرون في صورة ثالثة، أن للبيئة ٣ مكونات:

١- المحيط الحيوي Biosphere

والذي يمثل بيئة الحياة الأصلية أو الفطرية.

٢- المحيط المصنوع أو التكنولوجي Technosphere

ويتألف من كافة ما أنشأه الإنسان في البيئة الطبيعية بإستخدام مكوناتها سواء المستوطنات البشرية والمراكز الصناعية والطرق والمواصلات والمشاريع الزراعية والآلات وغير ذلك.

٣- المحيط الإجتماعي Social Environment

ويقصد به المنظومة التي تدير في إطارها الجماعة البشرية شؤون حياتها الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والثقافية. وهذه المنظومات الثلاثة تتفاعل في ما بينها مؤثرة ومتأثرة .

وهناك صورة رابعة ترى ان للبيئة ٤ مكونات هي:

١- الطبيعية Natural

وتمثل الأرض وما عليها من ماء وما حولها من هواء وما ينمو عليها من نبات وما تحتضنه من حيوانات، وجدت بشكل طبيعي. وتمثل الطبيعة والموارد المتاحة للإنسان للحصول على حاجاته الأساسية من غذاء وكساء ودواء ومأوى ومواد مختلفة.

٢- السكان Population

وهم مجموع الأفراد القاطنين على الأرض في عصر ما. والسكان هم المكون المؤثر والناشط في المكان الطبيعي للبيئة من أجل حياة مريحة تليق بكرامة الحياة البشرية.

٣- التنظيم الإجتماعي Social Order

ويقصد به الأنشطة التي يمارسها السكان في علاقتهم مع الوسط المحيط بهم، والذي يحتوي أوجه حياتهم ومعيشتهم، بكل ما فيها من نظم وتنظيمات للعلاقات وإشباع للحاجات ومعيشة المشكلات.

٤- التكنولوجيا Technology

ويقصد بها مختلف أنواع التقنيات التي إستحدثها الإنسان، والتي مكنته من إستثمار موارد البيئة لتلبية حاجاته وتطلعاته

وكما هو الحال في الصور الثلاثة السابقة لمكونات البيئة، فان هذه المكونات الأربعة، في هذه الصورة الرابعة:

الطبيعة، والسكان، والتنظيم الإجتماعي، والتكنولوجيا، تتفاعل فيما بينها مؤثرة ومتأثرة. وقد يكون هذا التفاعل إيجابياً

ينعكس بفوائد جمة على البيئة، وقد يكون سلباً يؤثر على البيئة ويضر بها، بما ينتج عنه مشكلات تتفاوت أهميتها

وتأثيرها من المستوى الهين البسيط الى المستوى المعقد والمدمر أحياناً.

الغلاف الحيوي ومكوناته

تعتبر الأرض كوكب الحياة، وهي المأوى الوحيد لكل أشكال الحياة . والأرض جزء من الكون الواسع، والأرض ما هي إلا جزء صغير يسبح في محيط الكون الشاسع. والأرض تعتمد اعتماداً مصيرياً على الشمس، حيث الجاذبية الشمسية هي التي تثبت الأرض في دورانها حول نفسها. وأشعة الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة. وهكذا فإن موقع الأرض ومكوناتها تهيئ الظروف الملائمة للحياة بكل صورها وأشكالها.

الجزء المأهول من كوكب الأرض لا يزيد عن غلاف سطحي. وهذا الغلاف يشمل التربة، إلى عمق عدة أمتار، وكل المحيطات، والبحار، والمياه العذبة، والغلاف الغازي، الذي يحيط بالأرض إحاطة تامة.

هذا الغلاف السطحي يطلق عليه علماء البيئة إسم **المحيط أو الغلاف الحيوي Biosphere** ، الذي يبلغ سمكه

حوالي ١٤ كيلومتراً، حيث يبلغ أقصى عمق في المحيطات حوالي ١٣ كيلومتراً، وأعلى قمة للجبال حوالي ١١ كيلومتراً. في المرتفعات الشاهقة تواجه الحياة مشكلة انخفاض الضغط، وقلة غاز الأوكسجين اللازم للتنفس. أما أعماق المحيطات فهي مظلمة لصعوبة وصول ضوء الشمس اللازم لعملية صنع الغذاء. وفي عمق الجزء الصلب من الأرض ترتفع درجة الحرارة إلى الحد الذي لا يسمح للحياة أن تكون .

يمثل النظام البيئي وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية. ويعتبر الغلاف أو المحيط الحيوي Biosphere ، الذي يسمى أيضاً "بيئة الحياة"، نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، ومتنوع المكونات، متقن التنظيم، محكم العلاقات، تجري عناصره في دورات وسلاسل محبوكة الحلقات .

وتنقسم مكونات المحيط أو الغلاف الحيوي إلى قسمين:

مكونات حية ، ومكونات غير حية.

والقسمان يكونان نظاماً ديناميكياً متكاملًا.

١- المكونات الحية للبيئة

تشتمل هذه المكونات على أعداد هائلة من الكائنات الحية المتنوعة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وطرق معيشتها. ويشترك هذا العدد الهائل من الأحياء المتنوعة في مجموعة من الخصائص، تُعرف بمظاهر الحياة، كالإحساس والحركة والاعتداء والنمو والتنفس وطرح الفضلات والتكاثر، مظاهر تبديها أشكال الحياة المختلفة بصورة أو بأخرى.

٢- المكونات غير الحية للبيئة

ليس من الصعب تمييز هذه المكونات عن المكونات الحية، التي تمتلك مجموعة من الخصائص تعرف بمظاهر الحياة. كالحركة، والإحساس، والابتذاء، والنمو، والتنفس، وطرح الفضلات، والتناسل، وهي مظاهر تبديها كل صور الحياة، صغيرها وكبيرها، نباتاتها وحيواناتها بينما لا تبدي المكونات غير الحية أيًا من مظاهر الحياة.

ولعل هذا الفرق الواضح بين مكونات البيئة الحية ومكوناتها غير الحية هو الذي حدى بالبيولوجيين الى تقسيم مكونات البيئة الى عالمين متميزين:

عالم حي، وعالم غير حي.

يتكون العالم غير الحي (المكونات غير الحية للبيئة) من ٣ نظم أو محيطات، هي:

أ- المحيط أو النظام المائي Hydrosphere

يتعين توفر ٣ متطلبات تجعل من الغلاف الحيوي منطقة بيئية صالحة للحياة، هي: توفر الماء بالحالة السائلة، بكميات كافية لتسيير دفة الحياة. استمرار وصول إمدادات من الطاقة من مصدر خارجي، أي الشمس. وضمان الإبقاء على الحدود المشتركة بين حالات المادة الثلاث: الصلبة والغازية والسائلة .

إن الماء ركن أساسي من الأركان التي تهئ الظروف الملائمة للحياة واستمرارها. فهو المصدر والمكون الأساسي الذي يدخل في تركيب كل شيء في الكرة الأرضية، وهو أكثر مادة موجودة في الغلاف الحيوي. وأهمية الماء معروفة، حيث يكون ٦٠-٧٩ في المئة من أجسام الأحياء الراقية، بما فيها الإنسان، كما يكون حوالي ٧٠ في المئة من أجسام الأحياء الدنيا. والماء هو الوسط الذي تجري فيه العمليات الحيوية التي بدونها تنهار الحياة. ولولا الماء لما أمكن للنباتات الخضراء والأحياء الأخرى المحتوية على صبغة الكلوروفيل ان تقوم بصنع الغذاء في عملية البناء الضوئي.

وبدون الماء لا يمكن لخلايا الجسم الحي ان تحصل على الغذاء. وفي الماء يعيش حالياً حوالي ٩٠ في المئة من الأحياء التي تعمر الغلاف الحيوي. الماء إذن مكون أساسي من مكونات البيئة لا يمكن الإستغناء عنه لبقاء الحياة وإستمرارها وما يرتبط بذلك من نشاطات بشرية مختلفة في مجالات الزراعة والصناعة وغيرها .

ب- المحيط الجوي Atmosphere

الأرض مغلفة بجو، شأنها في ذلك شأن كواكب المجموعة الشمسية الأخرى، بإستثناء عطارد. وجو الأرض فريد في مكوناته، حسبما تظهر المعلومات العلمية المتوفرة لدينا، حيث هناك مجموعة قوى أو عوامل طبيعية تحفظ للجو توازنه،

وتجعل منه مكوناً أساسياً من مكونات الغلاف الحيوي الذي يحتضن الحياة ويرعاها بالجاذبية، والضغط الجوي، وغازات الهواء، وبخار الماء، والطاقة، تمثل أبرز قوى أو عوامل جو الأرض.

يتكون جو الأرض، أي الغلاف أو المحيط الجوي المحيط بالأرض Boisphere، من مجموعة طبقات متميزة، تعارف العلماء على تقسيمها إلى ٤ طبقات رئيسية، هي بالترتيب- من أسفل إلى أعلى:

١- طبقة التروبوسفير Troposphere :

ويبلغ سمكها في المتوسط ١١ كم، وتمتد من ٨-١٨ كم إرتفاعاً عن سطح البحر.

٢- طبقة الستراتوسفير Stratosphere :

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٥٠ كم وتمتد من ١١-٦٠ كم إرتفاعاً عن سطح البحر، وتمتاز بعدم حركة الهواء وقلة بخار الماء. وهي الطبقة التي يتجمع ويتولد فيها غاز الأوزون، وتسمى أحياناً بطبقة الأوزون Ozonesphere. ويبدو ان سبب إرتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة هو إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية لتشكيل الأوزون.

٣- طبقة الميزوسفير Mezosphere :

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٣٠ كم، وتمتد من ٦٠-٩٠ كم إرتفاعاً عن سطح البحر، وهي طبقة ذات وظيفة وقائية، إذ تحترق فيها وتتحول إلى رماد كل الشهب والنيازك التي تضل طريقها وتقع في مصيدة الجاذبية الأرضية.

٤- طبقة الثرموسفير Thermosphere أو الطبقة الأيونية Ionosphere :

وهي طبقة سمكية جداً يزيد سمكها عن ٨٠ كم وتمتد من ٩٠-١٧٠ كم تقريباً إرتفاعاً عن سطح البحر. الغازات هنا متأيئة (على شكل ذرات مشحونة كهربائياً) بسبب تصادم جزيئات الغازات مع أشعة شمسية وكونية عالية الطاقة فتتأين. وهذا هو سبب إرتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة. ويذكر ان هذه الطبقة تؤثر على الموجات اللاسلكية فتعكسها إلى الأرض، وبفضل ذلك يتم إنتقال الموجات الإذاعية القصيرة من مكان لآخر على سطح الأرض.

ما يهنا التركيز عليه هنا هو الطبقة الأولى- التروبوسفير، التي تعرف بطبقة التغيير، ويمتد إرتفاعها من حوالي ٨ كم فوق القطبين إلى حوالي ١٨ كم فوق منطقة الأستواء تقريباً. وهي من أهم طبقات الغلاف الجوي، لأنها تضم أهم الغازات اللازمة للحياة، مثل الأوكسجين (بنسبة حوالي ٢١ %) والنترجين (بنسبة ٧٨ % تقريباً) وثاني أوكسيد الكربون، وهي المكونات الأساسية لخليط الهواء. وفيها تحدث معظم الظواهر والتغيرات الجوية المعروفة من ضباب، وسحب، وأمطار، ورياح، ومطبات هوائية، وعواصف، وذلك نتيجة لدورة بخار الماء، التي تعتبر مقصورة على هذه

الطبقة وحدها؟ كما ان درجة الحرارة في هذه الطبقة تتناقص بمعدل درجة مئوية واحدة كلما إرتفعنا حوالي ١٦٠ متراً للأعلى.

من المعروف، أن خليط الهواء حيوي جداً لجميع الكائنات الحية، إذ تحتاج النباتات الى غاز ثاني أوكسيد الكربون والنتروجين لإستكمال عمليات نموها، في حين تحتاج الكائنات الحية الأخرى بما فيها الإنسان، الى غاز الأوكسجين لأداء وظائفها الحيوية. وقد إقتضت الحكمة ان تتحرك مكونات هذا الهواء الأساسية، الأوكسجين والنتروجين وثاني أوكسيد الكربون، في دورات محكمة التنظيم تحفظ لخليط الهواء ثباته وإتزانه.

ج-المحيط اليابس Lithosphere

أما المكون الرئيس الثالث للغلاف الحيوي، فهو المحيط اليابس، الذي يشمل الأجزاء الصلبة من الكرة الأرضية الى عمق يزيد قليلاً عن ٣ أمتار، على اساس ان الظروف بعد ذلك تصبح غير قادرة على إعالة الحياة، حيث ترتفع درجة الحرارة، وينعدم الهواء، ولا يتوفر الغذاء. والأجزاء الصلبة في الكرة الأرضية تتكون من الصخور، والصخر يتكون من واحد او أكثر من المعادن. والمعادن ثروات تزرع بها الأرض، ويستثمرها الإنسان في شتى مجالات حياته. والمعادن ليست فقط ماياخذ منها الإنسان ما يحتاجه للتصنيع والتشييدان الكثير من المعادن، قبل ذلك، مواد تدخل في بناء المادة الحية، وتسهم بفاعلية في تسيير النشاطات الحيوية في كل صور الحياة .

الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية Biogeochemical Cyclees

يتبع النظام البيئي دورات تدويرية، كالدورة الكيماوية الحيوية، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

المعروف ان قشرة الأرض تحوي كافة عناصر الجدول الدوري الطبيعية، غير المصنعة في المختبرات. وتختلف نسب وجود هذه العناصر في الطبيعة، فمنها الشائع، ومنها النادر. والعناصر التالية هي الأكثر شيوعاً، وتشكل أكثر من ٩٩ ٪ من مكونات صخور قشرة الأرض: الأوكسجين، السيليكون، الألمنيوم، الحديد، المغنيسيوم، الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم. غير ان العناصر الرئيسية في النظام البيئي الحيوي هي: الأوكسجين والكربون والنيتروجين والفوسفور والكبريت. وتدخل هذه العناصر في تكوين المادة الحية (الكتلة الحية) في الكائنات على شكل مركبات كيميائية مختلفة، مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات، وغيرها.

وبما ان هذه المواد الكيميائية تنتقل من العالم الحيوي الى العالم الجيولوجي، وبالعكس، فان إنتقالها يسمى بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (الدورات البيوجيوكيميائية) Biogeochemical Cycles ولكل مركب او عنصر كيميائي دورته الخاصة به. كما ان هنالك أشياء مشتركة بين جميع الدورات. ففي كل دورة هنالك أجزاء منها تسمى مستودعات Reservoirs حيث يتم إحتجاز العناصر فيها لفترة طويلة من الزمن، وبالمقابل هنالك أيضاً خزانات Pools تحجز فيها العناصر لفترة قصيرة من الزمن. والفترة الزمنية التي يستغرقها المركب او العنصر في المستودعات او الخزانات تسمى فترة المكوث Residence Time فالمحيطات على سبيل المثال مستودعات للماء، بينما تمثل الغيوم خزانات. كذلك بالنسبة للمجتمعات الحيوية، فان الأنواع الحية فيها تمثل خزانات. ومعظم الطاقة اللازمة لإنتقال المركبات او العناصر من مستودع او خزان لآخر تزودها الشمس أو تأتي من جوف الأرض .

سنركز هنا على دراسة دورات الماء والكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت لأهميتها في التعرف على حالة النظام البيئي من حيث غناه او فقره بهذا العنصر او ذاك، ويمكن من خلالها رصد مستويات التلوث او المستويات غير المرغوب بها في النظام البيئي.

دورة الماء Water cycle

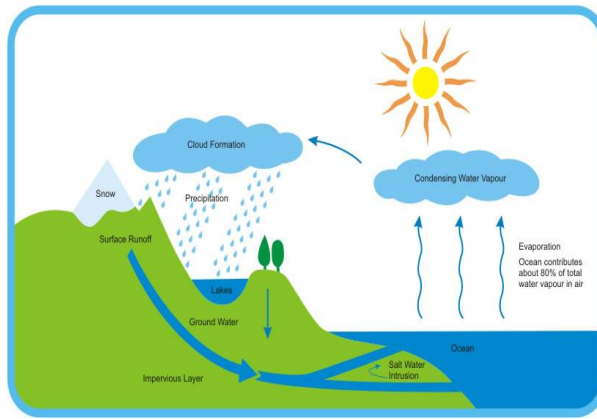
يعتبر الماء عنصر هام للحياة على سطح الأرض، فالنبات والحيوان والإنسان يعتمدون عليه اعتمادا كبيرا للاستمرار في الحياة. والماء أما أن يكون على صورة بخار في الهواء أو ماء سائل في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات أو متجمد على هيئة جليد في القطبين. وتقدر كمية الماء الموجودة في المحيطات بحوالي ٩٧% من كمية الماء على سطح الأرض ويتبخر منها حوالي ٨٧٥ كم^٣ يوميا ويعود ٧٧٥ كم^٣ على هيئة أمطار أما الباقي فيبقى على صورة بخار متطاير في الهواء، هذه بالإضافة الى ١٦٠ كم^٣ من الماء تتبخر يوميا من اليابسة نفسها والتي تستقبل ٣ كم^٣ على هيئة أمطار. وتتوزع هذه الكمية على اليابسة والأنهار والبحار والمحيطات، وتكون المياه الجوفية.

تستهلك النباتات والحيوانات والإنسان الماء الذي ما يلبث أن يعود أما على هيئة بخار كما هو الحال في عملية النتح والعرق والزفير وأبخرة المصانع، أو سائل كما في المياه العادمة المنزلية والصناعية. وتعتمد كل هذه العمليات اعتمادا مباشرا على عناصر الطقس المختلفة من حرارة وضغط جوي ورياح وعمليات جريان الماء وتسربها الى التربة، أو وصولها الى الأنهار والبحار. وتجدر الإشارة هنا الى أن المياه العذبة لا تزيد نسبتها على سطح الأرض عن ٣% فقط من مجمل كمية الماء الموجودة وأن ٩٨% من هذه المياه العذبة موجودة على صورة جليد في القطبين.

$$\text{تبخر} + \text{نتح} = \text{تكاثف}$$

إن دورة المياه تمثل في الطبيعة نظاماً هائلاً تحركه الطاقة الشمسية، ويعمل فيه الغلاف الجوي جسراً بين المحيطات والقارات. فماء المحيطات بصورة رئيسية وماء القارات بصورة فرعية، يتبخران باستمرار في الغلاف الجوي. وتعمل

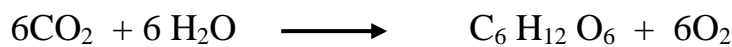
الرياح على نقل الهواء الحامل لبخار الماء الى مسافات بعيدة والى ارتفاعات شاهقة، حيث تبدأ عمليات معقدة في تكوين الغيوم، وحدث الهطول. والماء الساقط على سطح المحيط ينهي بذلك دورته، أما الماء الساقط على اليابسة فأمامه رحلة طويلة الى المحيط .



دورة الكربون Carbon cycle

الكربون عنصر الحياة، فهو اللبنة الأساسية في بناء المركبات العضوية التي تبنى منها الخلايا، وبالتالي الكائنات الحية. ومن ثم فهو عنصر رئيسي في تركيب الكائنات الحية، ولكنه ثانوي في تركيب قشرة الأرض الصخرية، حيث يبلغ تركيزه ٠,٠٣٢٪، وترتيبه الرابع عشر. ويعتبر بعض الباحثين دورة الكربون دورة للأوكسجين والهيدروجين والكربون بسبب ارتباط العناصر جميعها في دورة واحدة. غير ان الأوكسجين يكاد يكون موجوداً في دورات جميع العناصر الأخرى.

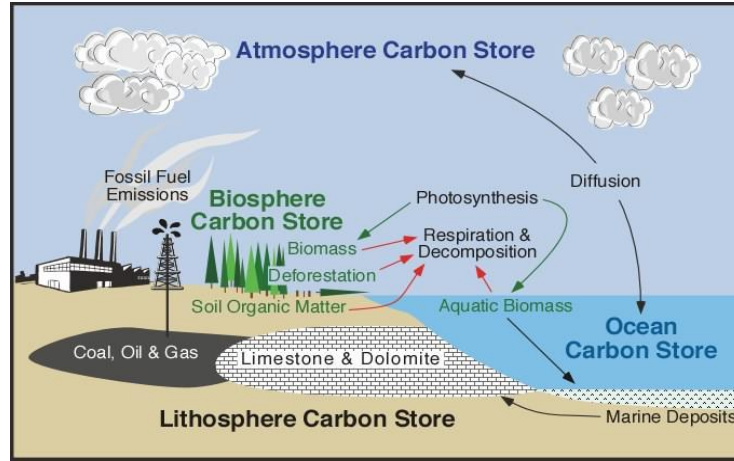
تبدأ دورة الكربون في الطبيعة بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis فهي التي تحرك الكربون في الطبيعة، ولو توقفت لتوقف وجود هذا العنصر في الإشكال الأخرى الحاملة له. وفي هذه العملية يأخذ النبات غاز ثاني أوكسيد الكربون من الجو، والضوء من أشعة الشمس، والماء من التربة، ليصنع منها الكربوهيدرات في مجموعة من المعادلات.



هذا الغاز يسير بدوره مغلفة، يستهلك في خلالها من قبل عدد من الكائنات، وفي بعض التفاعلات، ثم ما يلبث أن يعود الى الغلاف الجوي. المعروف أنه يذوب في مياه البحار والمحيطات وقد يعود من هذه المياه الى الجو. وهو يخرج من

غازات البراكين، ومن حرق الغابات الإستوائية . فاحتراق الوقود والغابات، وعملية التنفس عند الإنسان من شهيقة وزفير، وحرق البترول والفحم، وتحلل المواد العضوية، كلها تطلق غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي ما يلبث أن يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية. حيث يتحد مع بخار الماء فيكون دقائق الجير التي تترسب في أعماق البحار والمحيطات. كذلك فإن نسبة كبيرة من الكربون تتحول الى مواد مخزنة كالفحم والبترول، الذي يبقى مخزن في جوف الأرض، ثم ما يلبث أن يعود للاستخدام بعد أن يخرج الإنسان. هذا بالإضافة الى كمية الكربون التي تختزن على صورة أحجار كلسية.

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي ٠,٠٣% من الغلاف الجوي، وبزيادة كميته عن هذه النسبة تحدث المشاكل البيئية والصحية.

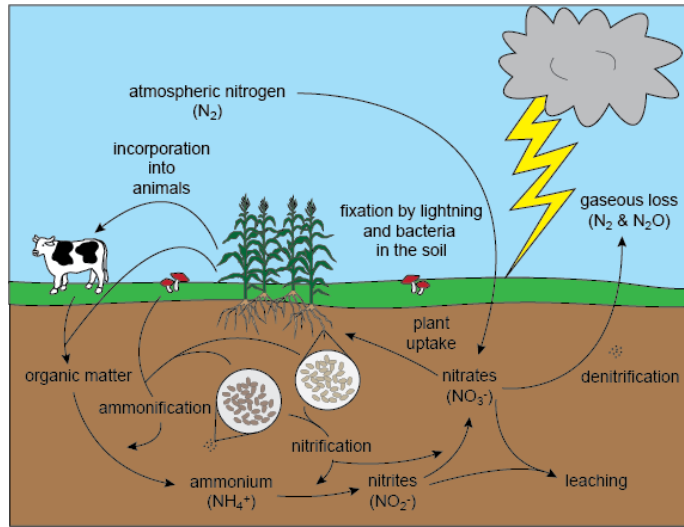


دورة النيتروجين Nitrogen Cycle

تحتاج جميع الكائنات الحية الى عنصر النيتروجين، الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية (Deoxyribonucleic Acid (DNA). ومع ان غاز النيتروجين N_2 يشكل ٧٨% من الغلاف الجوي، إلا ان المنتجات والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع استخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والاستفادة منه. غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة الى أيونات الأمونيوم NH_4 أو النترات NO_3 وتسمى هذه العملية تثبيت النيتروجين Nitrogen Fixation التي يمكن ان تتم بطرق: التثبيت الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الاصطناعي. وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الاستفادة منه واستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي.

وهذه التحولات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق أو النشاطات البركانية أو عن البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين الى نترات ومن ثم تتحول الى أحماض أمينية وبروتينات. هذا وتعتبر فضلات الكائنات الحية

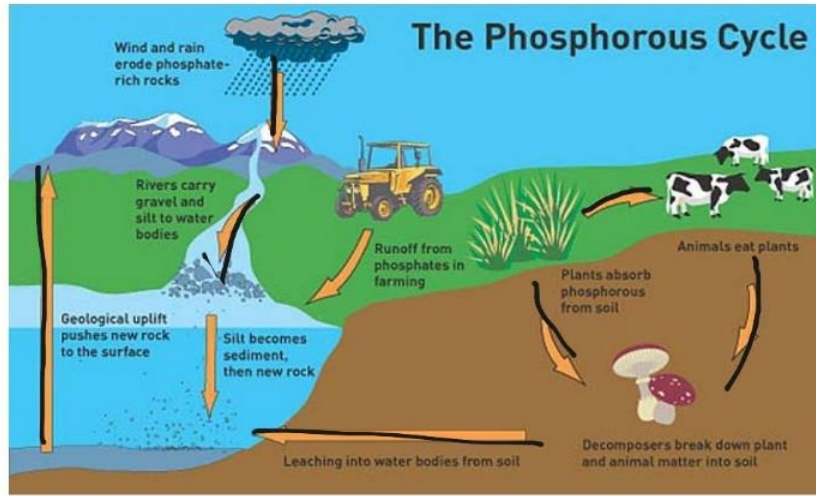
وتحللها مصدرا مهما للنيتروجين، حيث تقوم البكتيريا بتحويلها الى نيتريت NO_2 ثم الى نترات NO_3 ، وبعد ذلك إما يتم امتصاصها عن طريق الجذور أو تتحول الى غاز النيتروجين N_2 الذي يعود الى الجو.



دورة الفوسفور Phosphorus Cycle

تختلف دورة الفوسفور في الطبيعة عن دورات الكربون والماء والنيتروجين في كون الغلاف الجوي لا يشكل أحد خزاناته. وهو يوجد في القشرة الأرضية كعنصر على شكل فوسفات، حيث تتحد ٤ ذرات من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الفوسفور مشكلة أيون الفوسفات، الذي يتحد بدوره مع أيون موجب، كأيون الكالسيوم، مكوناً معدن الأبتيت (فوسفات الكالسيوم) والموجود في كثير من صخور القشرة الأرضية النارية منها والرسوبية. وعندما تتجوى الصخور الحاوية على الفوسفات ينتقل أيون الفوسفات الى الماء ومن ثم الى النباتات (المنتجات) عبر التربة. وبعد ذلك الى الكائنات الحية (المستهلكات)، حيث يصبح مكوناً رئيسياً من مكونات أغشية الخلايا و DNA و RNA و ATP ثلاثي فوسفات الأدينوسين. ومع موت النباتات والحيوانات يعود الفوسفات الى الماء والتربة يدخل الفوسفور في تركيب العظام والأسنان. وفي تركيب الأسمدة، وبهذه الطريقة، بالإضافة الى تحلل النباتات والحيوانات الميتة، يتم إيصاله للتربة ومن ثم الى النباتات. ويوجد الفوسفور بكمية كبيرة في فضلات الإنسان والحيوانات، التي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات. وأصبح الفوسفور يدخل في تركيب مساحيق الغسيل مما أدى الى إرتفاع نسبته في المياه العادمة، وبالتالي الى حدوث

تلوث في الأنهار والبحار والمياه الجوفية، مما دفع العلماء الى البحث عن طرق لإزالة مركبات الفسفور من المياه العادمة. وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في إيصاله للأنهار والبحار، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل الى الطيور التي تعتاش على هذه النباتات. وتترسب الكميات التي تصل الى البحار والمحيطات في قيعانها لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور.



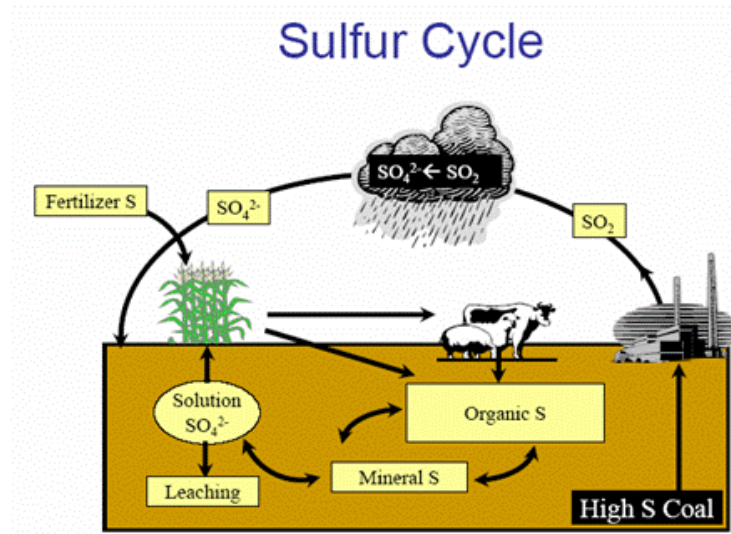
دورة الكبريت Sulfur Cycle

يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية الحيوانية والنباتية. لذا يعد من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية. وتبدأ دورته بخروجه من بعض أنواع الصخور التي تحتويه، مثل صخور الجبس، التي تتكون من معدن الجبس CaSO_4 وخام الكبريت الحر Native Sulfur خلال عملية التجوية الكيميائية. وينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبة SO_4 مع المياه السطحية أو الجوفية الجارية، حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات. وجزء أقل يصل الى التربة. وينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة في البحار والمحيطات الى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل الى صخور، مثل صخور الجبس والأنهيدريت. وبذلك تغلق دورة الكبريت على هذا الوجه.

أما الكبريت الذي يصل الى التربة، فيمكن للنباتات أن تمتصه على شكل كبريتات ذائبة، حيث يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية، وخاصة البروتينات النباتية. ويمكن ان ينتقل هذا الكبريت الى المستهلكات بترتيبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية. وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحلات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت

إما هوائياً أو لا هوائياً. وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة الكبريت الى التربة لتعود فتمتصه نباتاً أخرى، أو ينتقل خلال غسيل التربة بواسطة مياه الأمطار الراشحة خلالها الى المياه السطحية الجارية او المياه الجوية. وهذه بدورها تصل في النهاية الى البحار والمحيطات لتترسب بعد ذلك وتكون الرسوبيات، ومن ثم الصخور الرسوبية المحتوية على الكبريت خلال الزم الجيولوجي الطويل.

وتتماز دورة الكبريت عن دورة الفوسفور بتكون طور غازي للكبريت لا تجد مثله في دورة الفوسفور. إذ يمكن ان يصل الكبريت الى الغلاف الجوي على شكل عدة أنواع من الغازات، ومنها: ثاني أوكسيد الكبريت SO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S . وينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود الأحفوري المحتوي أصلاً على الكبريت بإحدى أشكاله، مثل معدن البايريت او المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجودة في الفحم الحجري. عادة يتفاعل الغاز المذكور مع الماء ليكون حامض الكبريتيك الذي يسهم في تكوين المطر الحمضي Acid Rain والذي يهطل على سطح الأرض ويسبب العديد من المشكلات البيئية. وأيضاً يمكن ان ينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت Thiobacillus ذاتية التغذية الكيميائية. أما مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين، الذي يصل الى الغلاف الجوي، فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت. وغاز كبريتيد الهيدروجين واحد من ملوثات الجو وهو غاز سام وله رائحة كريهة تشبه رائحة البض الفاسد. قد يصل غاز ثاني أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين الى الغلاف الجوي عن طريق البراكين .



موارد البيئة

الموارد الطبيعية وأصنافها

تُعرف **موارد البيئة الطبيعية Environmental Resources** بأنها المواد ذات الفائدة للإنسان والممكن إستغلالها من الطبيعة والتعامل معها كسلعة مهمة في التجارة المحلية والدولية، ويتضمن هذا التعريف المعادن والصخور والفلات ومصادر الطاقة والتربة والمياه السطحية والجوفية.

و تصنف الموارد تبعاً لمدى إستمرار توافرها، الى ٣ أصناف، وهي:

موارد البيئة الدائمة و موارد البيئة المتجددة و موارد البيئة غير المتجددة.

أ- موارد البيئة الدائمة Permanent Resources

وتشمل مكونات المحيط الحيوي ذات الكمية الثابتة، وهي الهواء والماء والطاقة الشمسية.

- **الهواء** أثنى موارد البيئة الطبيعية، رغم توفره بشكل دائم، حيث لا يستطيع أن يستغني عنه أي كائن حي.
 - **الماء** فهو يغطي أكثر من ٧ أعشار الكرة الأرضية، وتقدر كميته بحوالي ١,٤٥ مليار كيلومتراً مكعباً.
- وتشكل المحيطات والبحار المستودع الرئيس له، فهي تحتوي حوالي ٩٧,٢ % من مجموع المحيط المائي على شكل ماء صالح لا يفيد الإنسان مباشرة في الإستخدامات الزراعية أو الصناعية أو الأدمية أو للشرب. أما المياه العذبة، والتي تبلغ نسبتها حوالي ٢,٨ % فقط من مجمل المياه في الكون، فان حوالي ٧٥ % منها متجمدة على هيئة جليد وثلوج في القطبين وبعض المناطق الباردة الأخرى، أي حوالي ٢,٢ % من مجمل كمية المياه في العالم. وعليه فان نسبة المياه العذبة السائلة المتاحة للإنسان وللإستخدامات المعيشية تقدر بحوالي ٠,٨ % فقط من مجموع الماء في الكرة الأرضية، وهذه نسبة قليلة الى حد كبير، إلا أن هذا الماء على قلته يلعب دوراً رئيسياً في تهيئة الظروف الملائمة للحياة، ذلك أنه يكون ٦٠-٧٠ % من أجسام الأحياء الراقية بما فيها الإنسان وتزداد هذه النسبة الى ٩٠ % من أجسام الأحياء الدنيا.
- وكما هو الحال مع مكونات الهواء، فان للماء دورة يسير فيها، وفي إحدى حلقاتها تكون الإستخدامات البشرية المختلفة.

- **ومصدر الطاقة الشمسية الشمس**، التي توصف بأنها مفاعل نووي ضخم. وقد وجد العلماء ان حوالي ٣٥ % من الطاقة الشمسية التي تصل الى الأرض، تعود ثانية الى الفضاء، حيث تعكسها السحب ودقائق الغبار الجوي و سطح الأرض، وبشكل خاص الصحاري والثلج والجليد. وتعمل الإشعاعات الشمسية على مدى المحيط الجوي بالحرارة، علاوة على تبخير الماء، ونقل الهواء، وتكوين الأمطار، وإتمام دورة الماء في المحيط الحيوي. كما ويتحول جزء من هذه الإشعاعات الى حرارة عادية تعطي للقشرة الأرضية ومياه المحيطات الدفء اللازم لإستمرار الحياة .

ب- موارد البيئة المتجددة Renewable Resources

وهي **الموارد الطبيعية** التي تمتلك خاصية التجديد ذاتياً، ويمكن إثراؤها وإعادة إنتاجها. وتشمل الكائنات الحية، كالأسمك والأشجار والتربة والمياه.

لكائنات الحية بكافة صورها دورات حياة تعطيها خاصية استمرار الأنواع. ويقدر العلماء عدد الكائنات الحية الموجودة على الأرض بحوالي ٣٠ مليون، استطاع الإنسان ان يصنف منها حوالي ١,٤ مليون نوع فقط ما بين حيواني ونباتي .

أما **التربة**، فهي طبقة سطحية من القشرة الأرضية تكونت مع الزمن، بفعل مجموعة من القوى والعوامل التي عملت، ولا زالت تعمل، على تفتيت الصخور التي هي الأصل في نشأة التربة، ومن هذه العوامل: **الماء المتجمد في الصخور، والماء الجاري، والرياح، والنباتات، وتباين درجات الحرارة. والتربة نظام متجدد:** صخور تفتت، معطية حبيبات صخرية تمتزج بحبيبات لا صخرية (الدبال Humus) الذي تكون من تحلل جثث وفضلات كائنات حية، وبالماء والهواء يستكمل نظام التربة كل عناصره. وهكذا فان التربة نظام متجدد. **والمياه الجوفية** تتجدد مياهها في الآبار بمياه المطر.

ج- موارد البيئة غير المتجددة Non-Renewable Resources

وهي الموارد الطبيعية التي لا تتجدد خلال حياة الإنسان، أي تلك التي يستغرق تجدها ملايين السنين. إنها غير متجددة المصدر، وتؤخذ عادة من باطن الأرض، كالفحم والبتروول والخامات معدنية، أو من مياه حفرية، وهي **ذات مخزون محدود**، وتشمل **النفط، والغاز الطبيعي، والفحم، والمعادن.** وهذه الموارد البيئية تتعرض للنفاذ والنضوب، لأن معدل استهلاكها يفوق معدل تعويضها، الذي يكون بطيئاً جداً، بحيث لا يدركه الإنسان في عمره القصير، ومن هنا سميت هذه الموارد بالموارد غير المتجددة.

فيما يتعلق بالنفط والغاز الطبيعي، فقد إختل في السنوات الأخيرة مركز الصدارة بين مصادر الطاقة بدلاً من الفحم، وذلك لأسباب يقع في مقدمتها إختراع المحرك ذي الإحتراق الداخلي، وإرتفاع القيمة الحرارية لهما، وسهولة النقل والتخزين، ورخص الإنتاج. ومن هنا بدأ معدل استهلاك النفط والغاز الطبيعي يزداد من عام لآخر، بحيث تشير بعض الإحصائيات الى ان هذه الزيادة في البلدان المتقدمة تبلغ ٣ % سنوياً، وأن الإستهلاك العالمي للطاقة يتضاعف كل ١٠ سنوات.

أما المعادن (الحديد والنحاس والألمنيوم والقصدير والذهب والفضة والبلاطين وغيرها) فتشير التقارير ان هناك زيادة مضطردة في استخداماتها تبعاً للنمو السكاني وتقدم التكنولوجيا، بحيث أصبح نصيب الفرد من المعادن (إنتاج واستخدام السيارات ووسائل المواصلات الأخرى والآلات والأدوات والمنشآت والنقود المعدنية وغير ذلك)، يزداد بسرعة تبلغ ٣

أمثال سرعة ازدياد السكان. وبدأ واضحاً أن كميات المعادن المتبقية في الأرض تتراجع بسرعة، لا بل أن نضوب بعضها قد أصبح وشيكاً .

وهناك نوع آخر من المصادر الطبيعية غير قابل للاستنفاد ، كطاقة الشمس والأمواج والرياح ما دامت الشمس تشرق على الأرض .

النظام البيئي

يمثل النظام البيئي Ecosystem (= Biogeocoenosis) وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وغير حية تتفاعل مع بعضها وتؤدي إلى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية. لذا فالنظام البيئي، بما يشمل من جماعات ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة، مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية. وهو تفاعل هذا المجتمع مع العوامل غير الحية، التي تحيط به في منطقته البيئية. ويسمى أكبر نظام بيولوجي على وجه الأرض بالكرة الحية Biosphere والتي تحتوي جميع العوامل الحية وغير الحية الموجودة في اليابسة والهواء والماء.

ويمثل الموطن البيئي Habitat وحدة النظام البيئي، حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة، من معالم فيزيائية وكيميائية وحيوية، بينما تعتبر المواطن الدقي Microhabitates أصغر الوحدات البيئية المأهولة، وتوجد مصطلحات أخرى، مثل المناخ الدقيق Microclimate والحيز الوظيفي Niche لتحديد المتغيرات الدقيقة المتداخلة ووظيفة الكائن الحي ضمن النظام البيئي.

ويتكون النظام البيئي إجمالاً في أبسط صورة من مكونات غير حية Abiotic Components ومكونات حية Biotic Components تشكلان معاً نظاماً ديناميكياً متزاناً .

التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية The Biotic Structure of Ecosystems

ينظر علم البيئة إلى النظام البيئي الطبيعي Ecosystem بوصفه أية مساحة طبيعية وما تحتويه من كائنات حية نباتية أو حيوانية أو مواد غير حية، بل ويعتبره بعض الباحثين بأنه الوحدة الرئيسية في علم البيئة. والنظام البيئي قد يكون بركة صغيرة، أو صحراء كبيرة.

ويمكن تعريف النظام البيئي كتجمع للكائنات الحية من نبات وحيوان وكائنات أخرى، كمجتمع حيوي، تتفاعل مع بعضها في بيئتها في نظام بالغ الدقة والتوازن، حتى تصل إلى حالة الاستقرار، وأي خلل في النظام البيئي قد ينتج عنه تهديم وتخريب للنظام .

تقسيمات النظم البيئية ومكوناتها الحيوية

تُقسم النظم البيئية، بوصفها وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية، الى أنواع Types of Ecosystems، من حيث توفر المكونات الحية والمكونات غير الحية، الى قسمين:

نظام بيئي طبيعي أو متكامل، ونظام بيئي غير متكامل.

أولاً- النظام البيئي الطبيعي أو المتكامل

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المفتوح Open Ecosystem، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية: مكونات حية Biota ومكونات غير حية Abiota .

١-المكونات أو العوامل غير الحية Abiotic components or Factors

المكونات غير الحية تشمل المواد العضوية وغير العضوية، مثل الماء وثاني أكسيد الكربون والأوكسجين والكالسيوم والنيتروجين والهيدروجين والماء وأملاح الفوسفور وأحماض أمينية والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية، والدبال Humus. وكذلك نوع التربة والتضاريس، والغابة والمستنقع والنهر والبحيرة، وعناصر المناخ، كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء وعناصر فيزيائية، كالجاذبية والإشعاع الشمسي. علماً بأن جزءاً بسيطاً من هذه التراكيب تستفيد منه الكائنات الحية، وهو الذي يكون ذائباً في الماء. أما الجزء الأكبر فهو مُخزن في الرواسب القاعدية.

٢-المكونات أو العوامل الحية Biotic Components or Factors

تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعني بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة. وتشمل: النباتات- كالأشجار، والحيوانات- كالحشرات القاريات، والكائنات المجهرية (الميكروبات) كالبكتريا والفطريات.. الخ.

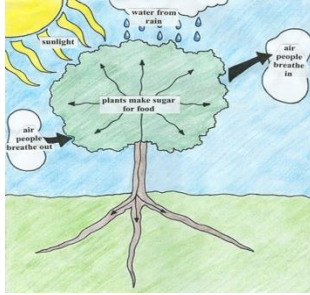
الكائنات الحية ودورات الغذاء

مع ان للنظم البيئية الطبيعية إختلافات كبيرة فيما بينها، لكنها تشترك في صفة واحدة مهمة، وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات التغذية بين الأعضاء المختلفة. فكل نظام بيئي طبيعي يحتوي على ٣ أنواع من الكائنات الحية مرتبطة غذائياً مع بعضها بعضاً، وهي: كائنات تصنع المواد وتسمى **المنتجات**، وأخرى تلتهم الغذاء وتسمى **المستهلكات**، وثالثة تعيش متطفلة وتحل المواد او تقترب الكائنات الأخرى، وتسمى **المفككات** أو **أكلات الفتات** والمحللات.

أ-المنتجات Producers

كائنات حية توفر الغذاء لنفسها وللأحياء الأخرى التي تُعرف بالمستهلكات. هي غالباً من النباتات الخضراء والطحالب التي تقوم بصنع غذائها بنفسها، وتسمى أيضاً الكائنات الحية ذاتية الإغذاء Autotrophs التي بإمكانها أن تصنع الغذاء في عملية البناء أو التمثيل الضوئي، وفي هذه العملية تأخذ المنتجات غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو بوجود أشعة الشمس، وتحتاج إلى الماء والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة لكي تبقى حية، وهي تنتج سكر الجلوكوز الذي يزود المنتجات بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية، وتطلق غاز الأوكسجين. ثم تقوم المنتجات بتحويل سكر الجلوكوز إلى مركبات عضوية Organic Compounds معقدة تشمل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها، تبني بها أنسجتها وأجزاءها، بوجود العناصر الغذائية الأخرى Mineral Nutrients كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت، التي تقوم بامتصاصها من التربة أو من الماء مباشرة... المنتجات تحصل على المواد الأولية اللازمة لعملية البناء الضوئي من البيئة.

وتعد جميع النباتات الخضراء، بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية، كائنات منتجة (ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية التركيب الضوئي. ويعد البناء الضوئي المنبع الرئيس للحياة، فهو يمثل القدرة الإنتاجية لجميع النظم البيئية المحتوية على النباتات الخضراء، كما هو الوسيلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. ولا يتم البناء العضوي ببساطة، وإنما يتضمن سلسلة متكاملة من التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى الأنزيمات والعديد من المركبات الوسيطة المعقدة.



ب- المُستهلكات Consuners

كائنات حية تعتمد في غذائها على غيرها، مستهلكة ما تنتجه الكائنات الحية المنتجة، أو تتغذى على بعضها، مستعملة المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية، سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وبذلك تسمى أيضاً كائنات حية غير ذاتية الإغذاء Heterotrophs، لأنها غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية. وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتيريا. وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي إلى:

- أكلات الأعشاب Herbivores
- أكلات اللحوم Carnivores

■ أكالات الأعشاب واللحوم Omnivores

الحيوانات المستهلكات الأولية تسمى Primary Consumers ، ويمكن تسميتها بالعواشب أو آكلة الأعشاب Herbivores. أما الحيوانات التي تتغذى على المستهلكات الأولية فتسمى مستهلكات ثانوية Secondary Consumers ، فالغزال الذي يقتات على العشب يعد مستهلكاً أولياً، والذئب مستهلكاً ثانوياً عندما يتغذى على الغزال. وتسمى المستهلكات الثانوية والأعلى منها بأكالات اللحوم أو اللواحم Carnivores أو المفترسات (الضواري) . Predators. أما المستهلكات التي تتغذى على النباتات والحيوانات معاً فتسمى مستهلكات إختيارية Omnivores . وهناك مجموعة خاصة من المستهلكات هي الطفيليات Parasites وهي كائنات قد تكون نباتية او حيوانية تعيش في داخل الكائن الحي أو عليه، والذي يدعى العائل Host وتتغذى عليه خلال فترة من الزمن، ولكن لا تؤدي الى قتله مباشرة، بل الى إضعافه .

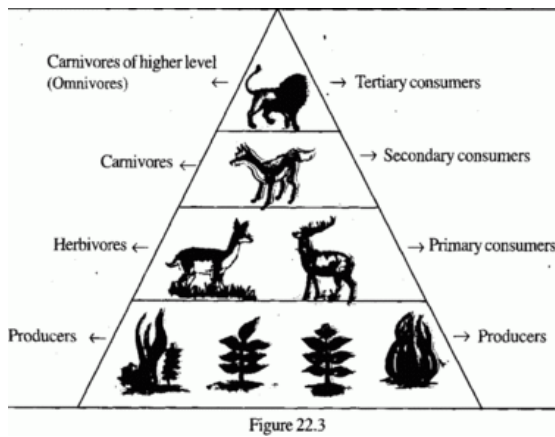


Figure 22.3

ج- المُحلّلات Decomposers

كائنات حية تقوم بتحليل الجثث والفضلات العضوية، معيدة للبيئة موادها، مثل البكتريا، والفطريات، التي تتجمع في قاع البركة، مثلاً، حيث تتراكم بقايا النباتات والحيوانات، وعندما تكون درجة الحرارة مناسبة يبدأ التحلل بسرعة وتعود المواد الأولية الى رواسب البركة أو قد تذوب في الماء لتغذي المنتجات، ولتستمر الحياة في هذا النظام البيئي. وهذه الكائنات لا يمكن اعتبارها ذاتية التغذية، حيث أنها لا تصنع غذائها من مواد لا عضوية، ولا يمكن أيضاً ان نعتبرها كائنات مُستهلكة، حيث أنها لا تتناول طعاماً جاهزاً، بل إنها تقوم بتحليل الكائنات الحية بعد إنتهاء عملية التحليل الذاتي Autolysis (والتي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموت مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها، وتشمل المحللات البكتريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية مُحلّلة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة. وتصنف الى ٣ أنواع حسب متطلبات الأوكسجين:

١- الكائنات الدقيقة الهوائية Aerobes

٢- الكائنات الدقيقة اللاهوائية Anaerobes

٣- الكائنات الدقيقة الإختيارية Facultative anaerobes

خلاصة القول: يتكون النظام البيئي الحي من ٣ عناصر رئيسية، هي:

عناصر انتاج، وعناصر الإستهلاك، وعناصر التحلل.

ولابد من الإشارة الى أنه على الرغم من أن المكونات غير الحية تؤثر في المكونات الحية، وتتحكم بها وتحدد خصائص النظام البيئي، إلا أن المكونات الحية تؤثر أيضاً في بعض المتغيرات غير الحية، عن طريق التهوية، وتثبيت التربة، وغيرها.

ثانياً- النظام البيئي غير المتكامل

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المغلق Closed Ecosystem وهو الذي يفتقر الى واحد او أكثر من المكونات الأساسية، مثل الأعماق السحيقة للبحر، والكهوف المغلقة، حيث تشترك في كونها لا تحتوي الكائنات المنتجة لعدم توفر مصدر للطاقة الشمسية. ولذا تعيش أكلات القمامة والكائنات المُحللة على ما يسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من الطبقات العليا للمكان. وقد تتواجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي، لكنها لا تستطيع أن تنتج كمية فعلية من المادة العضوية.

وهناك تقسيم ثالث - حسب مصدر الطاقة

وتقسم النظم البيئية الى ٣ نظم:

- ١- نظام بيئي طبيعي يُدار بالطاقة الشمسية، مثل المحيطات المفتوحة والغابات.
- ٢- نظام بيئي بشري يُدار بالطاقة الشمسية، حيث يقوم الإنسان تبعاً لمصالحه المعيشية بإستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية ويضيف إليها مواد جديدة، كالأسمدة والمبيدات الحشرية، ومن أمثلتها البساتين والحقول الزراعية.
- ٣- نظام بيئي صناعي يُدار بطاقة الوقود، حيث تعتمد طاقة هذا النظام على مصادر غير الشمس، كالكهرباء والوقود وغيرها. والنظام الثاني والثالث ساهما في تلوث البيئة بشكل كبير وأضررا بعناصرها الحيوية وغير الحيوي.

ما هو حجم النظام البيئي الطبيعي ؟

أشرنا الى ان النظام البيئي الطبيعي يُعرف بأنه مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة، وتتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية، ومع بعضها بعضاً، بحيث تحافظ هذه الكائنات على استمرارية وجودها. ويمكن تعريفه أيضاً

بأنه مجتمع من الكائنات الحية يتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية المحيطة به من خلال دخول وخروج المادة (العناصر الكيميائية) والطاقة.

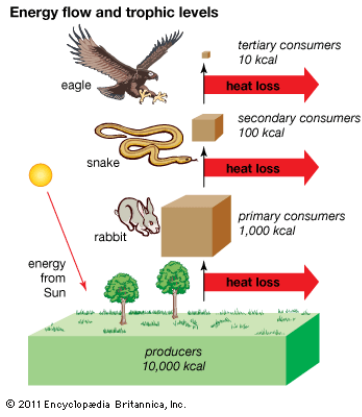
و تختلف حجم النظام البيئي الطبيعي بشكل كبير، إذا أنه يتراوح ما بين بركة ماء صغيرة، أو حتى السطح الخارجي لجلد الإنسان، الى غابة كبيرة، وينتهي بالغلاف الحيوي الأرضي. وتختلف النظم البيئية الطبيعية أيضاً في تنوع الكائنات الحية وإختلاف المكونات غير الحية فيها، وما يؤثر في كل ذلك من تغيرات زمنية ومكانية. وقد تكون حدود النظام البيئي الطبيعي واضحة، مفصولة عن النظام المجاور له، كالإنتقال من شاطئ محيط صخري الى غابة، أو من بركة الى الغابة المحيطة بها. وفي حالات أخرى يكون الحد متدرج، كالإنتقال من منطقة الأعشاب الى المنطقة العشبية (السفانا)، ثم الى الغابات في جنوب شرق أفريقيا مثلاً. وقد يكون النظام البيئي إصطناعياً، فالبخيرة خلف السد مثال مختلف عن البحيرة الطبيعية .

أن ما هو مشترك في ما بين النظم البيئية الطبيعية ليس حجمها أو شكلها أو حدودها، وإنما أيضاً عمليات دخول الطاقة وخروجها، وتدوير العناصر الكيميائية من خلال التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية.

ومن أهم العلاقات بين المكونات الحية للنظم البيئية الطبيعية هي اعتماد بعضها على بعض في التغذية، إذ يوجد العديد من مسارات التغذية في النظم البيئية الطبيعية، منها أن الكائن الحي يمكن ان يتغذى على كائن حي ثاني، وفي الوقت نفسه يمكن ان يتغذى عليه (يأكله) كائن حي ثالث. وهكذا دواليك. و يسمى كل مسار من هذه المسارات بالسلسلة الغذائية Food Chain. ومع أنه بالإمكان تتبع كل مسار او كل سلسلة غذائية لوحدها، إى أنه في الواقع تتشابك او تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض، مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية Food Web.

وعلى الرغم من العدد الكبير للسلاسل الغذائية والتعقيد الشديد للشبكات الغذائية، فإن العلاقات الغذائية في النظم البيئية محكومة بعلاقة كلية بسيطة، وهي ان جميع السلاسل الغذائية تبدأ بالمنتجات فالمستهلكات فالمحللات. تسمى هذه المستويات المتعاقبة مستويات التغذية Trophic level

وسواء نظرنا الى التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية من خلال السلسلة الغذائية او الشبكة الغذائية او المستويات الغذائية، فإننا نجد أنه خلال أي خطوة من خطوات التغذية يحدث إنتقال رئيسي للعناصر الغذائية الكيميائية والطاقة المخزونة من الكائن الحي أو المستوى الغذائي الى الكائن او المستوى الغذائي التالي .



دراسة النظم البيئية الطبيعية

تعني دراسة النظم البيئية الطبيعية Ecosystems بالتعرف الدقيق على المجتمعات الحية التي تعيش معاً في بيئات محددة، كالغابات أو الصحارى أو البحيرات. وهي تحقق أهداف عدة، مثل:

١- تفهم العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين أنواع الكائنات الحية التي تعيش في هذه البيئة ومنها الإنسان، مما يؤدي إلى التعرف الوثيق على الكيفيات التي تسعى بها هذه الكائنات للحصول على مقومات حياتها، كالهواء النقي والماء غير الملوث والمناخ والتربة المناسبين.

٢- اعتبار النظم البيئية الحيوية من الأمثلة الجيدة على النظم المستدامة Models of Sustainability. فقد عاشت الكائنات الحية في الغابة الإستوائية، مثلاً، أزماناً طويلة متمتعة بالظروف السائدة في هذا النظام البيئي، دون أن تتغير تغيراً سلبياً مؤثراً. ويمكن الاستفادة من ذلك بتوجيه الإنسان إلى كيفية إبقاء هذه الظروف الطبيعية متوفرة حتى تبقى النظم البيئية مستدامة، لا تنفذ مع الزمان.

٣- التعرف على التنوع الطبيعي، ومن ثم المحافظة عليه وتذوق جماله وجمال الطبيعة عموماً، مما يؤدي إلى النهاية إلى شعور حقيقي في نفس الإنسان من إنه يجب أن لا يعمل على تخريب بيئة الأرض التي سخرها الخالق له .

التعاقب البيئي

التعاقب البيئي وأهميته

تتعرض المناطق الطبيعية إلى إضطرابات (أو تغييرات سلبية) Disturbances من أنواع شتى. وهذه الإضطرابات ليست جميعها من فعل البشر، بل قد تكون طبيعية، كالعواصف والنار (الحرائق) التي ما فتأت جزءاً من البيئة. وقد أثرت هذه التغييرات السلبية على البيئة منذ أزمان بعيدة، بحيث تأقلمت Adapted (أو تكيفت) الكائنات الحية معها بالمدى الذي يمكن للبيئة (أو سطح الأرض) ان تستفيد من هذه التغييرات السلبية على المدى الطويل. فللحرائق الطبيعية فوائد

عدة: منها ان الأشجار في الغابات التي لم تتعرض للحرائق قد تصبح معرضة للآفات الحشرية والأمراض، بينما تزداد مقاومة النباتات المتبقية بعد الحرائق لهذه الآفات والأمراض.

تتغلب الطبيعة على مثل هذه التغيرات البيئية السلبية بحدوث ما يسمى التعاقب البيئي Ecological succession والذي يمكن تعريفه بالانتقال المنظم من مجتمعات حيوية معينة Biotic community الى مجتمعات حيوية أخرى.

ما يحدث خلال التعاقب البيئي هو ان يحل مجتمع حيوي محل آخر تدريجياً مع الزمن، وهذا الثاني يحل محله مجتمع ثالث، وحتى يمكن ان يحل مجتمع رابع محل الثالث، ونستطيع مشاهدة كثير من الأمثلة على التعاقب البيئي حولنا. فمثلاً إذا تركت قطعة أرض مغطاة بالتربة دون زراعة وسقطت عليها كمية كافية من الأمطار، تبدأ الأعشاب بالنمو أولاً، وبعد بضع سنوات تغزوها الشجيرات، ثم بعد سنين عدة تبدأ الأشجار بالسيطرة على المكان. ويكمن سبب حدوث التعاقب البيئي الي التغيير الذي يطرأ على البيئة الطبيعية بفعل نمو المجتمع الحيوي نفسه، بحيث تصبح المنطقة مناسبة لعيش مجموعة جديدة من الأنواع، وفي الوقت نفسه تصبح اقل تناسباً مع المجتمع الحيوي الحالي، أي الذي كان أصلاً.

ولا يستمر التعاقب في الأنواع الى ما لا نهاية. إذ ينتهي المطاف بحالة من الإستقرار، حيث يتم الاتزان ما بين جميع الأنواع والبيئة الطبيعية. وتدعى هذه المرحلة النهائية نظام الذروة البيئي Climax ecosystem ، وتسمى التجمعات الحيوية المستقرة (أو الناضجة) مجتمعات الذروة Climax communities.

ويمتاز نظام الذروة بأنه:

- (١) ذو مقاومة عالية للتأثيرات السلبية.
- (٢) ذو تنوع حيوي عالي High Species Diversity
- (٣) غني بالمواد الغذائية والمواد العضوية .
- (٤) بأنه يظهر درجة عالية من الانتظام.

ولكن يجب التركيز بأنه حتى أنظمة الذروة قد تتعرض للتغيير إذا ما حدثت تغييرات جذرية في المناخ أو دخول انواع جديدة أو نزع أنواع قديمة من النظام البيئي. غير ان التغيير يكون بطيئاً في أنظمة الذروة إذا ما قورن بالتغيير في المراحل الأولى من التعاقب البيئي حيث قلة التنوع الحيوي.

ويوجد نوعان للتعاقب البيئي:

- تعاقب بيئي أولي Primary Succession
- تعاقب بيئي ثانوي SuccessionSecondary.

التنوع الحيوي خلال التعاقب البيئي

تمتاز المراحل الأولى من التعاقب البيئي Ecological succession بظهور أنواع متعددة من النباتات، وتبلغ قمة التنوع الحيوي Climax Species Diversity في المراحل الوسطى من التعاقب البيئي، إذ تظهر أنواع متعددة من الأشجار مختلفة الحجم. فتمتاز الغابة بحزم متعددة من أنواع الأشجار المختلفة.

تطور النظام البيئي- التعاقب Succession

أن التغير في العوامل الفيزيائية أو الحية، في منطقة ما، يسبب تغيراً في المجتمعات الحية، والذي يعرف بالتعاقب، وهو تطور منظم في الأنظمة البيئية، يتسبب في تشوه مجتمع حيوي بدلاً من مجتمع حيوي سابق في نفس المكان. ويمكن ملاحظة التطور في النظام البيئي في بحيرة حديثة التكوين، حيث تمر بالمراحل التالية: تتكون الخضرة داخل البحيرة نتيجة إنتشار الطحالب فيها. تستوطن جماعات القشريات والرخويات والحشرات المائية وبعض الديدان. ثم تلتحق بها جماعات من البرمائيات والأسماك. لذا تتغير البحيرة تدريجياً مع تراكم المواد العضوية في القاع، وثراء المياه بالمواد الغذائية.

وتتجه الأنظمة البيئية بشكل طبيعي نحو تكوين مجتمعات مستقرة تحتوي على أكبر كمية من المادة الحية. وتعرف المراحل التطورية بالأطوار التسلسلية Serial stages ، ويعرف المجتمع الأخير والأكثر إستقراراً بمجتمع الذروة Climax community. وتمتاز الأطوار المبكرة بإنتاجية عالية وتنوع قليل في النباتات والحيوانات، كما تكون أقل إستقراراً من الذروة، وأكثر عرضة للتغير البيئي المفاجئ.

العوامل والقوانين البيئية :

من المعروف علمياً أن النظم البيئية الطبيعية تتأثر بالعديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية المتداخلة، وهي ما تسمى العوامل غير الحية. وتشمل هذه العوامل: معدل الأمطار من حيث الكمية والتوزيع خلال العام، بالإضافة الى كمية الرطوبة في التربة، ودرجة الحرارة من حيث الدرجات العليا والدنيا، والمعدل، والضوء، والعناصر الكيميائية الغذائية Chemical Nutrients ، ودرجة الحوضة Ph ، والملوحة، والحرائق، والتضاريس. إن وجود هذه العوامل أو غيابها، أو زيادتها أو نقصانها، قد يؤثر على مقدرة الكائنات الحية على المعيشة. ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة. وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحية تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جميعها. ونتيجة لذلك، تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع. وهذا ما يحدد طبيعة النظام البيئي الطبيعي المعني .

تقسيمات العوامل البيئية

تنقسم العوامل البيئية الى عوامل حية أو حياتية أو تداخلات بيولوجية ، وعوامل لا حياتية أو غير حية.

أ- العوامل الحية

يمكن ان تؤدي العوامل الحية الى صياغة شكل النظام البيئي. فمثلاً تعيش الأعشاب في المناطق التي تسقط الأمطار فيها بمعدل يزيد على ٧٥ سم / سنة. ولكن إذا كانت كمية الأمطار كافية لنمو الأشجار فلا تاح الفرصة للأعشاب للنمو، أي ان العامل الذي حد من نمو الأعشاب هو المنافسة مع الأشجار الأطول .

ب-العوامل الغير حية factors Abiotics

من هذه العوامل:

١-الحرارة Temperature

يوجد لكل كائن حي مجال حراري معين يستطيع ان يعيش فيه. وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزيع ووفرة الكائنات الحية في منطقة ما.

٢- الضوء Light

يعد الضوء من العوامل البيئية الهامة إذ أنه مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية. وهو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تصل سطح الأرض من الشمس. ويحيوي الإشعاع الشمسي على الضوء المرئي (بالنسبة للإنسان) الذي يتكون من موجات أطولها موجات الضوء الحمراء ٦٠٠ – ٧٨٠ نانومتر، وأقصرها البنفسجية ٣٩٠ نانومتر. كما يحوي هذا الإشعاع على ضوء غير مرئي تكون أطوال موجاته أقصر من البنفسجي كالأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet او أطول من الأحمر كالأشعة تحت الحمراء Infrared ولا يصل الأرض إلا جزء قليل من الأشعة فوق البنفسجية وذلك بسبب إمتصاصها بواسطة طبقة الأوزون التي تحيط بالغلاف الجوي. وإن ما يصل الأرض هو نحو ٠,٣ % من مجموع الطاقة الشمسية فقط، حيث يمتص منه حوالي ٠,٠٤ بواسطة النباتات لتستهلك في عملية التركيب الضوئي، إلا ان هذا الجزء البسيط من الطاقة يقوم بتصنيع جميع المركبات العضوية والغذاء في البحر وعلى اليابسة.

٣-الماء Water

الماء من أهم العوامل اللاحياتية. يتكون الماء بنسبة ٦٠ – ٨٠ % من أجسام الكائنات الحية، ويرتبط وجود الكائنات الحية ووفرته في أي منطقة بيئية بوفرة الماء ونسبة محتوياته من المواد العضوية واللاعضوية، وكذلك درجة حموضته وملوحته. وتتكيف الكائنات الحية تبعاً لتوفر الماء، فنجد أنواع الكائنات الحية وتكيفاتها في الصحراء تختلف

عن تلك الموجودة في بيئة مائية أو متوسطة الجفاف أو متجمدة، ويرتبط بالماء عاملين مهمين، هما: الهطول Humidity والرطوبة Precipitation

٤-التربة Soil

التربة هي الأخرى من أهم العوامل اللاحياتية، وتعتبر عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وخصوصاً النباتات التي تعتمد اعتماداً كلياً على التربة. وتعود أهمية التربة للكائنات الحية للأسباب التالية:

- (١) تقوم التربة بتثبيت جذور النباتات.
- (٢) تزود التربة النباتات بالماء والأملاح المعدنية (المواد المغذية).
- (٣) تؤدي التربة مهمات النقل أو الغذاء أو الإيواء أو كمكان للراحة بالنسبة للحيوانات.
- (٤) تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة وإعادتها الى دورتها الطبيعية.

وتُعرف التربة على أنها المادة المعدنية التي قد توجد على هيئة صلبة (مثل الجلود، والحصى، والبروزات الصخرية الكبيرة، والقطع الكبيرة من الحجارة) أو على هيئة جزيئات معدنية ناعمة يشار إليها بالرمال، والغرين، والطين، تبعاً لنسبتها. وغالباً ما تحتوي هذه التربة على كميات ضخمة من المادة العضوية التي تكون دبالاً Humus غزير الإنتاج.

وتتكون التربة نتيجة لثلاث عوامل رئيسية، هي:

١- التعرية الجوية Weathering

حيث درجات حرارة التجمد والإنصهار المتكررة، وخصوصاً عن طريق تجمد وإنصهار الماء الذي يتسرب بين شقوق الصخور الى التفكيك الفيزيائي للصخر ليعطي دقائق ناعمة نسبياً.

٢- عمليات التآكل أو الحت Erosion

وخصوصاً عن طريق التيارات المائية للسيول أو عن طريق المواد الكيميائية (ولاسيما الأحماض العضوية، التي تضاف الى التربة من قبل النباتات والحيوانات ونشاطات الإنسان المختلفة، والتي تغير من طبيعة الصخر الأصلي وتساعد في تجزئة وإذابة المكونات المعدنية) أو عن طريق بعض المواد المعدنية والكيميائية المتكونة من بقايا عضوية للنباتات والحيوانات أو التحلل الكيميائي للمواد المعدنية، حيث تختلط هذه المواد المعدنية أو الكيميائية مع ماء التربة الذي يتخلل حبيبات وشرائح التربة Soil profile ويحدث تفككاً في نسيج التربة.

٣- الترسيب Sedimentation

وهذا يتم عن طريق الرياح بشكل أساسي، حيث تحمل جزيئات التربة من منطقة معينة وتلقي بها في منطقة أخرى وبسبب هذه العوامل الثلاث يختلف نوع التربة من مكان إلى آخر.

مكونات التربة

تتكون التربة من مكونات ٤ رئيسية وهي: الرمل، الطين، الغرين والديبال وتحدد هذه المكونات خواص التربة وعادة ما تتكون التربة من نسب مختلفة من هذه المكونات، وتتغير التربة بتغيير الظروف المناخية وما يصاحبها من مجتمعات نباتية وحيوانية، وذلك لأن القوة الكيميائية والفيزيائية المختلفة سوف تغير بالتأكد المواد المعدنية والعضوية في التربة.

٥-المغذيات الأولية (الأملح المعدنية) Biogenic salts

الأملح المعدنية من العوامل اللاحياتية، وهي تعتبر من العوامل البيئية المحددة لتوزيع الكائنات الحية، وبشكل رئيسي للنباتات. والمعروف ان النيتروجين والفوسفور لهما أهمية كبيرة من الناحية البيئية، حيث يشكلان الهيكل التركيبي للكائنا الحية (النتروجين ضروري لبناء الأحماض الأمينية، وبالتالي البروتينات، والفوسفور ضروري لبناء العظام، ويدخل في تركيب الأحماض النووية وحاملات الطاقة)، يليهما: البوتاسيوم، والكالسيوم، والكبريت، والمغنيسيوم.

بالنسبة للكالسيوم، الرخويات تحتاجه بشكل دائم لصناعة أصدافها، ولابد من وجوده في طعامها. وكذلك النباتات، فهي تحتاج المغنيسيوم لصناعة الكلوروفيل، فلا بد من وجوده في التربة. وهذه الأملح المعدنية التي تحتاجها النباتات والحيوانات بكمية كبيرة، تسمى المغذيات الرئيسية Macronutrients.

وهناك بعض المغذيات التي تحتاجها الكائنات الحية بكميات بسيطة، وتسمى Micronutrients، لكن عدم توفرها في التربة قد يؤدي إلى عدم الإنبات، أو ظهور أعراض مرضية على النباتات. وهذه المغذيات هي الحديد، والمغنيز، والنحاس، والزنك، والبورون، والصوديوم، والمولبيديوم، والكلور، والكوبالت. وهناك اليود الذي تحتاجه الحيوانات الفقارية.

٦- ومن العوامل البيئية الأخرى:

الرياح Winds والغازات الجوية Atmospheric gases (كالأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون) والنار Fire والمناخ الدقيق Microclimate والكواشف البيئية Ecological indicators لا مجال للخوض في جميعها الآن.

الكواشف البيئية Ecological indicators

تستخدم بعض أنواع الكائنات الحية ككواشف تدل على طبيعة أو ظروف البيئة المحيطة بها، ويكون ذلك إما بدليل وجودها أو غيابها أو شكلها أو وفرتها. فمثلاً تنمو نباتات من الجنس أستراغالس *Astragalus* مرتبطة بالسيليเนียม، وهو معدن من المعادن الموجودة في التربة والتي تتواجد بصورة عامة في رسوبيات اليورانيوم أو قريبة منها. وهكذا تستخدم هذه النباتات للإستدلال على مكامن خام اليورانيوم. وقد دلت الدراسات على أن تواجد الصنوبر *Pinus* والعنبر *Juniperus* فوق مصادر اليورانيوم يؤدي إلى إحتواء أغصانها الهوائية على تراكيب عالية من اليورانيوم. ويمكن الإستدلال على ذلك عن طريق جمع كمية من الأوراق وحرقها وفحص رمادها، فإذا كانت النسبة جزئين (٢ جزئي) بالمليوم، فإن اليورانيوم قابل للإستغلال تجارياً. وغالباً ما يستخدم نبات البرعم الأحمر *Cercis canadensis* كدليل على وجود الدولوميت (كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم).

ويعد وجود البكتريا القولونية *E.coli* (وهي من الكائنات الدقيقة التعايشية في أمعاء الإنسان والحيوان) في الماء دليلاً على تلوثه بالبراز. فإذا فاق عدد البكتريا المذكورة معايير معينة في بحيرة بركة، تمنع السباحة فيها. وتستخدم أيضاً الطحالب لنفس الغرض، حيث تدل على التلوث بالمجاري العامة، الذي يؤدي إلى ظاهرة الإثراء الغذائي *Eutrophication*، فيزدهار الطحلب الأخضر *Chlorella* يدل على التلوث. كما يدل الطحلب الأخضر المزرق *Anabaena* على تلوث أكثر خطورة. ويوجد الكثير من الأنواع النباتية، التي تدل على المناطق الجافة أو الرطبة أو المناطق الساحلية، وتدل بعض النباتات على أنواع التربة أو ملوحتها، وتدل أنواعاً أخرى على المناخ السائد في المنطقة.

وهناك طراز آخر من الكواشف البيئية وهو ظهور أعراض مرضية معينة مرتبطة ببيئة معينة أثرت على نبات أو حيوان. فتكون بعض أنواع النباتات تفرحات أو بقع إستجابة لملوثات هوائية معينة. مثلاً تدل علامات بين عروق أوراق البنفسج على تراكيز عالية من ثاني أكسيد الكبريت. ويدل ظهور علامات بيضاء صغيرة على نباتات التبغ على مستويات عالية من الأوزون في الهواء، بينما يدل إختفاء الأشنات على التلوث الهوائي بنسب عالية من الكبريت في الهواء .

الإتزان الطبيعي للجماعات

ما ينطبق على التحمل، حيث لكل كائن مدى تحمل يخصه، فإن للجماعات Communities رد فعل مختلف تجاه العوامل البيئية، وفي معدل إستجابتها للظروف البيئية. فهناك بعض الجماعات التي تستجيب بسرعة للظروف الإيجابية، كتوفر الغذاء مثلاً، وتتأثر بشدة بالظروف البيئية السلبية، كالجفاف. ومن الأمثلة على هذه الجماعات النباتات الحولية والحشرات والفئران. وهناك جماعات تكون أقل إستجابة للتغيرات، فلا تتأثر معدلات الولادة أو الوفيات أو الهجرة بشكل حاد. ومن الأمثلة على هذه الجماعات الأشجار الكبيرة والحيوانات الثديية الكبيرة.

وأما النظم البيئية فتمتلك قدرة ذاتية على البقاء Persistence تحت ضغط التغيرات المحيطة.

وهنا قد يمارس النظام البيئي دوره بطريقتين لتحقيق العودة الى الإتزان الطبيعي:

١- المرونة البيئية Ecological resilience

وهي القدرة على إمتصاص التغير، ومن ثم البقاء، ومن ثم العودة الى الوضع الطبيعي عند تحسن الظروف. ومن هذا المفهوم نستنتج بان تأرجح الجماعات السكانية تحت تأثير تغيير معين لا يعني ان النظام البيئي قد إنتكس، بل ان أمامه فرصة فسترداد عافيته إذا كانت الأفراد التي يتألف منها النظام البيئي متكيفة ومرنة .

٢- المقاومة البيئية Ecological resistance

وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغير بأقل ضرر ممكن. وتنتج المقاومة من مكونات النظام البيئي نفسه. وعادة ما يمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزونة تساعد على البقاء فيستطيع نظام الغابات، مثلاً، أن يقاوم درجات الحرارة المرتفعة، والمنخفضة، وكذلك الجفاف، وإنتشار الحشرات الفصلي، وذلك لتمكن هذا النظام من إستخدام الطاقة المخزنة في أنسجته لإستدراج عافيته.

من هي القوانين الإيكولوجية Ecological Rules ؟

تخضع الطبيعة لقوانين وعلاقات معقدة تؤدي في نهايتها الى وجود إتزان بين جميع العناصر البيئية حيث تترابط هذه العناصر بعضها ببعض في تناسق دقيق يتيح لها أداء دورها بشكل وبصورة متكاملة. فالتوازن معناه قدرة الطبيعة على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية . ومعنى هذا ان المواد التي تتكون منها النباتات، مثلاً، يتم امتصاصها من التربة، ليأكلها الحيوان الذي يعيش عليه الإنسان. وعندما تموت هذه الكائنات تتحلل وتعود الى التربة مرة أخرى. وبذلك، فالعلاقة متكاملة بين جميع العناصر البيئية. وتكون أشعة الشمس، والنبات، والحيوان، والإنسان، وبعض مكونات الغلاف الغازي، في إتزان مستمر. وخير من يجسد ذلك هو دورات بعض المواد، التي تدخل وتسري في المكونات الحياتية والطبيعية، ثم ما تلبث أن تعود الى شكلها الأصلي. وهذا ما يحصل

للكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت والحديد وغيرها من المواد والمعادن، التي تسير في دورات مغلقة، وما تلبث أن تتحول من شكل الى آخر، مجسدة القانون المعروف: المادة لا تفنى ولا تستحدث، وإنما تتحول من شكل الى آخر في سلسلة طويلة تغذي بها الحياة على سطح الأرض..

إن الأرض تعتبر بيئة الحياة الكبرى، حيث لم يتوصل الإنسان بعد الى كشف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان غير الأرض. وقد شاءت إرادة الخالق أن يجعل هذه الأرض للإنسان بسطاً، ويوفر له فيها كل أسباب الحياة، ويقدر له فيها من الأرزاق ما يفي بحاجاته وحاجة كل الأحياء التي على ظهرها، بدءاً بالكائنات الدقيقة، وإنهاءً بالإنسان ذاته، كما سخر الخالق الشمس والقمر، دابئين، وأرسل الرياح والسحاب، وأنزل من السماء ماءً عذباً طهوراً، أحيا بها النبات والحيوان والإنسان وكل هذه النعم وغيرها، مما لا يعد ولا يحصى، يجري بانتظام ودقة متناهية، وفقاً لثلاثة قوانين طبيعية ثابتة، تعرف بالقوانين الأيكولوجية Ecological Rules وهي:

قانون الاعتماد المتبادل، وقانون ثبات النظم البيئية، وقانون محدودية موارد البيئة.

١- قانون الاعتماد المتبادل

إن الأرض، وهي كوكب الحياة، مليئة بصور متنوعة من الحياة، متباينة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وأنماط معيشتها. وتعتمد هذه الأحياء كلها بعضها على بعض في علاقة توصف بالآكل والمأكول. فهناك الأحياء المنتجة للطعام (المنتجات Producers). وقد تكون هذه المستهلكات آكلة للأعشاب (مثل الأرانب والغزلان والمواشي) أو آكلات اللحوم (القطط والنمور والأسود) أو آكلات للأعشاب واللحم (الإنسان).

وتأخذ العلاقات الغذائية صورة سلاسل غذائية، بحيث ينتقل الغذاء من المنتج الى المستهلك الأول فالثاني فالثالث، وهكذا، تبعاً للبيئة التي تستوطنها الأحياء. ففي بيئات اليابسة، تكون عادة قصيرة، وتتكون من حلقة أو اثنتين (أعشاب، حشرات، طيور آكلة حشرات). أما في الماء فإن سلاسل الغذاء عادة ما تكون طويلة الحلقات. على أن العلاقات الغذائية بين الأحياء تكون متداخلة وتأخذ صورة شبكة الغذاء التي تعطي المستهلك الكثير من فرص الاختيار. وبالمقارنة ما بين أعداد المنتجات وأعداد المستهلكات في كافة مستوياتها، نجد أن المنتجات أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الأول، وهذه أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الثاني، وهكذا، يتدرج العدد إنخفاظاً، في ظاهرة طبيعية تحفظ للكائنات الحية توازنها.

٢- قانون ثبات النظم البيئية

من المعروف أن المحيط الحيوي نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، متنوع المكونات، محكم العلاقات، يتميز بالاستمرارية والتوازن. وهذا النظام الكبير يتألف من مجموعة كبيرة من النظم البيئية الأصغر فالأصغر. ويقصد بالنظام

البيئي تلك الوحدة الطبيعية التي تتألف من مكونات حية وأخرى غير حية تتفاعل فيما بينها أخذاً وعطاءً مشكلة حالة من التوازن الديناميكي أو المرن. ومن أمثلة هذه النظم البيئية: الصحراء والمنطقة العشبية (السافانا) والمنطقة القطبية والغابات والأرض المزروعة والمناطق المائية، وغيرها.

وهذه الأنظمة البيئية، وغيرها الكثير، أنظمة مرنة الأتزان، دائمة التغير من صورة لأخرى. وهذا التغير في الأنظمة البيئية قد يكون سريعاً ومفاجئاً، وقد يكون بطيئاً ومتدرجاً، بحيث لا يمكن ملاحظته. وعليه فإن الأنظمة البيئية في تغير مستمر، وكل نظام بيئي يهيئ الظروف لنظام لاحق، وعندما يحدث تغير ما (إنخفاض معدل المطر إلى الحد الأدنى) في نظام بيئي ما (الصحراء) فإن هذا النظام البيئي يصاب بالإختلال (أعشاب قليلة وبالتالي مجاعة لأكلات العشب) مما يدفع بالنظام البيئي إلى أخذ صورة إتزان جديدة (عدد أقل لأكلات العشب). وهكذا كلما حدث تغير في مكون أو أكثر من مكونات النظام البيئي فإنه ينتقل من صورة من الإتزان إلى صورة أخرى، أي أن الأتزان في النظام البيئي ديناميكي مرن وليس ثابتاً، إنما الثابت هو النظام البيئي نفسه.

٣- قانون محدودية موارد البيئة

أشرنا إلى أن البيئة بمفهومها الشامل هي ذلك الإطار الذي يحيا فيه الإنسان، ويحصل منه على مقومات حياته، ويمارس فيه علاقاته مع بني البشر. وتمثل مكونات هذا الإطار موارد متاحة للإنسان يستخدمها لأستمرار حياته، وللقيام بنشاطاته العملية والإقتصادية المختلفة. غير أن هذه الموارد محدودة ولن تبقى إلى ما لانهاية، وهو ما يستلزم إيقاف الإستنزاف الجائر والإستخدام العشوائي لهذه الموارد.

أن ما يجري من تدمير للموطن البيئي للنبات والحيوان ولاسيما في المناطق الاستوائية إنما يقود الكثير من أنواع الكائنات الحية إلى الانقراض كل عام. وينتج التلوث أساساً من تدخل الإنسان في قوانين البيئة التي سنّها الخالق عز وجل وإخلاله بتوازن عناصرها ومكوناتها، وكانت للثورة الصناعية والعلمية والطفرة الحضارية الكبيرة التي يعيشها الإنسان في هذا العصر آثار مدمرة على البيئة فبدلاً من أن يستفيد الإنسان من التطور العلمي ونمو التكنولوجيا لتحسين نوعية حياته وصيانة البيئة والمحافظة عليها أصبح الإنسان ضحية لهذا النمو الذي أفسد البيئة وجعلها في كثير من الأحيان غير ملائمة لحياته بتلويثه للماء والهواء والتربة والغذاء وستكون العواقب وخيمة ما لم نعكس هذا التوجه لمصلحة الكون. فالنمو السكاني والفقر والجهل والممارسات الزراعية الرديئة هي العوامل التي عرضت الموارد المائية للخطر، وسيتعرض العالم إلى نقص حاد في هذه الموارد ما لم تتخذ خطوات مناسبة في القريب العاجل.

توازن النظام البيئي واختلاله

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 أن تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي بإتزان. ولذا لابد أن يكون هناك توازناً بين الإنتاج والإستهلاك والتحلل داخل النظام.

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

وتوجد الأنظمة البيئية 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، وثنائي أوكسيد الكربون، والأوكسجين، والماء، والعناصر الغذائية. ومخرجات Outputs بيئية تطرح في الوسط المحيط، وتشمل: الأوكسجين، وثنائي أوكسيد الكربون، والماء، وعناصر غذائية، وطاقة حرارة مفقودة من عملية التنفيس. وحتى يتحقق الإتزان يجب أن يتوفر شرط التعادل في معدل دخول المدخلات وخروج المخرجات .

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

التغذية الراجعة Feedback mechanism

والتنظيم الذاتي Self- regulation

كمثال على مفهوم التغذية الراجعة، هو النشاط العضلي، الذي يزيد من تركيز ثاني أوكسيد الكربون ويقلل من مستويات الأوكسجين في الدم، وهذا يحفز الإسراع في نبضات القلب ومعدلات التنفس، مما يساعد على طرد ثاني أوكسيد الكربون CO₂، 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 الأیضية. 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، وما ينتج من تبادل بين كل من المكونات الحية وغير الحية. ومن امثلة النظم البيئية الغابة والبحر والبحيرة، وخلافه، أي أن هناك نظم بيئية أرضية ونظم بيئية مائية، 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.

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 الطبيعي للنظام البيئي. فعندما يقيم مثلاً 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 آخر 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 .

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

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 تنتظم وتشكو من صنوف الأذى التي تلحق بها من تصرفات انسان وممارساته .

الإنسان والبيئة وإستدامة المصادر الطبيعية

في علاقة الإنسان بالبيئة، ثمة مسائل عدة لها أهميتها:

- اولها- أنه** أستطاع ان يستغل مصادر حفرية للوقود هي الفحم والبترو، وبذلك اصبح يحرق مواد كاربونية أكثر بكثير من قدرة النظم البيئية على الإستيعاب. ونتج عن ذلك تزايد مضطرد في أوكسيد الكربون في الهواء الجوي.
- وثانيها- ان** الصناعة أصبحت قادرة على إنشاء مركبات كيميائية طارئة على النظم البيئية غريبة عليها، أي ان التحولات الطبيعية في دورات المواد غير قادرة على إستيعابها لأن النظم البيئية لا تشتمل على كائنات قادرة على تحليلها وإرجاعها الى عناصرها الأولى كما تفعل بالمركبات العضوية الطبيعية.
- وثالثها- ان** الإنسان أصبح يعتمد على مصادر حفرية غير متجددة، بالإضافة الى المصادر المتجددة.

والواقع، أن الإنسان إستغل الثروات الطبيعية والمعادن والمياه والتربة إستغلالاً خاطئاً، وحتى جائراً ومتعسفاً ضحيته الأولى والأساسية البيئية، في بادئ الأمر. وكان الهدف من إستغلاله البشع للثروات هو توفير الرفاهية المادي والمعنوي له، ناسياً أو متناسياً بأنه جزء من البيئة ومصيره مرتبط بمصيرها. فنجم عن تحقيق هدفه المذكور هو الإضرار ببيئته، أولاً، وبغذائه وصحته وصحة وحياة أطفاله .

إن الاستنزاف بالمفهوم العلمي يعني استغلال الموارد الطبيعية الى درجة النفاذ، بحيث يكون معدل الفاقد من هذا المورد أكبر من معدل المتجدد أو الوارد إليه. وهذا ما يحدث في حالة الغابات، مثلاً، حيث يتم قطع الأشجار بسرعة أكبر بكثير من معدل النمو السنوي، مما يؤدي الى زوال هذه الغابات، وبالتالي الى حدوث مشاكل بيئية عديدة كالتصحّر، وانجراف التربة. ومن أسباب استنزاف الموارد الطبيعية سوء استخدامها، عشوائياً وبأساليب بدائية، مما أدى الى القضاء على وفرتها وفقدان بعضها القدرة على العطاء. فاستخدام الوسائل البدائية في التعامل مع التربة، على سبيل المثال، أدى

الى فقدانها لخصوبتها وعرضها للجرف والتصحر. كما أن الرعي الجائر وغير المنظم أدى الى استنزاف المراعي. وأدى سوء استخدام وسائل الصيد الحديثة، والمبيدات والأسمدة الكيماوية، الى تهديد الحيوانات البرية، وإنقراض قسم منها. وتشير الإحصائيات الى إختفاء الكثير من الغابات والمراعي وإنقراض آلاف الأنواع من النباتات والحيوانات.

ويذكر ان معظم المصادر الطبيعية الحية هي متجددة طالما لم تتخط معدلات إستهلاكها معدلات التجدد، بينما معظم المصادر الصلبة غير متجددة. حيال ما أصاب هذه المصادر من إستنزاف، يدعو المسؤولين عن إستدامة هذه المصادر الى ضرورة إستدامتها Sustainability وهو ما يعني إستغلالها بشكل حذر، معقول، ومنظم، لتغطي حاجات البشر دون الإضرار بالأنظمة البيئية الحية أو الإضرار بإمكانية توفرها أيضاً للأجيال القادمة. وهذا يتطلب وضع سياسات لابتد من ترجمتها الى أفعال بحيث تتضمن توضيح اثر إستغلال الإنسان لمصادر الطبيعة وإستنزافه لها والإجراءات المناسبة التي يجب إتخاذها للتقليل من هذا الأثر .

ويهدف موضوع إستدامة المصادر المتجددة الى تحقيق توازن بين معدلات إستغلالها ومعدلات تجددتها. ولابد من البحث عن بدائل غير قابلة للإستنزاف لتحل محل المصادر غير المتجددة، مثل إستبدال الوقود الأحفوري بالطاقة الشمسية أو الطاقة الريحية أو طاقة الأمواج أو طاقة المد والجزر والطاقة الحيوية..

إن المعطيات والحقائق المذكورة تحتم على الإنسان أن يدرك بأن المحيط الذي يعيش فيه، ويحدد له، ولغيره من البشر، شروط البقاء، يمتلك مواردًا غير متجددة، ولها نهاية، مثلما لموارده المتجددة نهاية ايضاً، وستختفي اذا لم يحسن استخدامها ويواصل إستنزافها. وسيصل في المستقبل المنظور الى حد هائل يصعب معه توفير الغذاء ومتطلبات الحياة البشرية الأخرى لهذا العدد الهائل من السكان. والنمو المتعاظم في عدد السكان يمثل المشكلة الرئيسية للبيئة، فهو يحدث آثاراً موجهة فيها، كما ان أثر أي مشكلة بيئية أخرى يتناسب بلاشك مع حجم الزيادة في عدد السكان . والتلوث البيئي يعد اليوم من أخطر المشكلات البيئية المعاصرة في العالم وقد أدى الى كوارث بيئية وبشرية لا تعد ولا تحصى.

وإن صحة وحياة الإنسان ورفاهيته وتقدمه ترتبط ارتباط وثيق بمصادر البيئة وصحتها. من هنا فان الحفاظ على البيئة يعد جزءاً أساسياً لضمان استمرارية الحياة التي نعيشها . أما الحاق الضرر بها، فمعناه تعريض أمن بقائنا للخطر، وبالتالي فان قضية البيئة ومشكلاتها تعد إحدى القضايا الأساسية التي تحكم سياسات القوى الدولية، سواء من حيث السيطرة على الموارد، او ضمان محيط سليم للحياة البشرية، وهذا ما جعل مشكلات البيئة، التي كانت في السابق تبدو كمشكلات يمكن التعامل معها محلياً، جعلها أزمت بالغة الصعوبة والتعقيد، وذلك جراء تقاطع المصالح بين وحدات النظام الدولي الساعية لتحقيق اكبر قدر ممكن من المكاسب على حساب الوحدات الأخرى. وهذه الأهمية للبيئة تبين

الارتباط بين البيئة والأمن الدولي، فالضغط البشري على البيئة أحد القضايا الأساسية التي يتبلور في إطارها الأمن الدولي .

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

مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية (المفهوم والأسباب)

أ – مفهوم المشكلة

يعني استنزاف الموارد بصفة عامة تقليل قيمة المورد أو اختفائه عن أداء دوره في النظام البيئي بما يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئي ويهدد البشرية بإخطار بالغة الخطورة .

ب – أسباب مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية

تعددت الأسباب والعوامل التي أدت الى حدوث استنزاف موارد البيئة ومن هذه الأسباب ما يلي :

(١) الانفجار السكاني او المشكلة السكانية

نظراً لضخامة 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 الاعتبار في التخطيط التنموي والبيئي سيؤدي الى حدوث خلل تنموي، بحيث تغدو المجتمعات عاجزة عن تلبية الحاجات الإجتماعية والإقتصادية والبيئية للأفراد .

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

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

٢) الهجرة من الريف الى المدينة مما يتخلى الريف من المزارعين وتدهور التربة.

٣) توسع المدن والمراكز على حساب الأراضي الزراعية المنتجة.

٤) الإستعمال الخاطئ والعشوائي للمبيدات والمخصبات من قبل المزارعين .

يؤدي زيادة عدد السكان مع استمرار نموهم اقتصاديا الى زيادة سرعة معدلات الاستهلاك بالنسبة للفرد مما يؤثر على رصيد الموارد ووجودها في الطبيعة خاصة اذا كانت الموارد غير متجددة فزيادة عدد السكان معناها :
أ- زيادة استهلاك موارد البيئة لإشباع حاجات الإنسان .

ب- سوء استخدام موارد البيئة .

ج- تلوث موارد البيئة .

ويرى الكثير من العلماء أن التزايد السكاني هو السبب لمعظم كوارث البيئة نتيجة لزيادة في استهلاك الموارد الطبيعية والضغط عليها بشدة .

٢) سوء استخدام الموارد :

كثيرا ما يؤدي عدم الوعي البيئي وجهل السكان وتخلفهم ثقافيا الى تلف الموارد وتبديدها بشكل واضح مما يزيد من تفاقم المشكلة فاستخدام الطرق البدائية أو المتخلفة تكنولوجيا – وخاصة في دول العالم الثالث – يؤدي الى ضياع وفقد نسبة كبيرة من هذه الموارد دون الانتفاع بها .

مثال : تجريف الأرض الزراعية فإنه يضعف من خصوبتها ويقلل من انتاجها .

٣) الافتقار الى سياسة التنظيم وتخطيط استخدام الموارد :

يعتبر وجود سياسة التنظيم وتخطيط استخدام الموارد واستغلالها بأفضل طريقة ممكنة هو الأسلوب الأمثل الذي يكفل حسن استخدامها والوقاية من خطر استنزافها وهذا يتطلب الدراسة العلمية لأي مشروع من المشروعات التي تستهدف استغلال موارد البيئة لمعرفة ايجابياته وسلبياته وتأثيره على موارد البيئة

٤) 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..

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 والكيميائية، بقايا الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية، وغيرها. وهناك التلوث الغذائي مما يسببه من تسمم يقتل الألف سنوياً، ويخلف العوق لألف أخرى من البشر. وكذلك التلوث الصوتي والضجيج، وأهم مصادره: الضجيج المنتشر في التجمعات السكانية والمناطق الصناعية والورش، وإلى جوار المطارات ومحطات سكك الحديد، وغيرها.

وهكذا، فإن التلوث ينقسم عموماً إلى: **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 السيكلوجي. والغابات وإرتفعت أعداد الحيوانات والنباتات التي تنقرض كل عام، كما إرتفعت نسبة الأنهار والبحيرات التي فقدت كل ما بها من كائنات حية، وتحولت إلى مستنقعات.

يتسبب التلوث في تدمير كثير من موارد البيئة ويحولها من موارد منتجة إلى موارد غير منتجة وغير مفيدة بل وأحياناً إلى موارد ضارة ومن هنا يصبح التلوث سبباً من أسباب استنزاف موارد البيئة.

٥) التحضر والنمو العمراني :

أدى اتساع النمو العمراني والنمو الحضري وشق الكثير من الطرق وإقامة العديد من المصانع إلى زحف السكان على مساحات كبيرة من أجاد الأراضي الزراعية واستخدام مصادر مختلفة للطاقة وازدياد معدل التلوث مما كان له أكبر الأثر على استنزاف موارد البيئة وسوء استخدامها.

ويمكن تحديد أهم مشكلات التحضر والنمو العمراني التي تؤثر على البيئة فيما يلي :-

أ- مع النمو العمراني يتزايد السكان وتنشأ مشكلات نتيجة عدم النمو المتوازن في المرافق الحيوية فنشأ مشكلات الصرف الصحي وما ينتج عنه من عوامل تؤدي إلى تلوث البيئة وتؤثر على صحة الإنسان.

ب- يؤدي النمو العمراني وزحف السكان إلى القضاء على بعض الموارد الطبيعية وسوء استخدامها مثل

الأراضي الزراعية الجيدة واتلاف الغابات (لبناء مساكن ومصانع بدلا منها) .

٦) أسباب طبيعية

وهي الأسباب التي لا دخل للإنسان فيها وترجع للطبيعة وتتمثل في تذبذب الظروف المناخية كعدم هطول الأمطار وعدم انتظام هطولها مما يؤدي إلى الجفاف وزيادة ملوحة الأرض ومن ثم تصحرها وبالتالي عدم الاستفادة منها كأرض زراعية منتجة ، كما أثر عدم هطول الأمطار على المراعي كما تؤدي الفيضانات والأعاصير إلى اتلاف الكثير من الموارد البيئية .

ثالثا : وسائل مواجهة مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية

- ١- ضبط النظام الاجتماعي والاقتصادي بطريقة ما تحافظ على عناصر النظام الأيكولوجي للبيئة .
 - ٢- تحقيق الكفاية للسكان دون إحداث خلل بعناصر البيئة ومواردها حاليا ومستقبلا .
 - ٢- حماية البيئة من خطر التلوث : -
- ينبغي اتخاذ الإجراءات اللازمة لحماية البيئة من خطر التلوث بجميع أنواعه (سواء كان تلوث للهواء أو تلوث للمواد أو التلوث عن طريق الاشعاع أو عن طريق الضوضاء) .
- كما يجب اتخاذ مختلف الوسائل الكفيلة بالمحافظة على هذه الموارد من التلوث بما يساعد على عدم استنفادها بل وعدم تحويلها الى موارد ضارة بالإنسان .
- ٣- صيانة وحماية النباتات الطبيعية والحيوانات البرية : -
- ينبغي أن تضع الدول والحكومات الخطط والضوابط وتسن القوانين للمحافظة على هذه الموارد كاتباع أسلوب إنشاء الغابات المحمية والحدائق القومية واستزراع الغابات وصيانة الحيوانات البرية وتنظيم صيدها .

تم المنهج بحمد الله

المرجع :اساسيات علم البيئة (أ.د . عبد القادر عابد ، أ.د. غازي سفاريني)

أستاذة المقرر : أ / هلا الربيعه