الفصل الأول

تعريف البيئة

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الأول
تعريف البيئة

يعتبر علم البيئة أحد فروع علم الأحياء الهامة ، وهو يختص بالبحث فى كل ما يحيط بالكائنات الحية ومواطن تواجدها، ويعرف بأنه العلم الذى يبحث فى العلاقة التى تربط الكائنات الحيه ببعضها وعلاقتها كذلك بالعوامل الغير حيه المحيطه بها. وكلمة بيئة فى اللغة العربية مشتقه من الفعل بوأ أى نزل وأقام، وقد جاء ذكر هذا الفعل فى القرآن الكريم فى أكثر من موضع **وَاذْكُرُوا إِذْ جَعَلَكُمْ خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأَكُمْ فِي الْأَرْضِ تَتَّخِذُونَ مِن سُهُولِهَا قُصُورًا وَتَنْحِتُونَ الْجِبَالَ بُيُوتًا فَاذْكُرُوا آلاءَ اللَّهِ وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ** (الآية ٧٤، سورة الأعراف) وفى أية أخرى يقول الله تعالى **وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُبَوِّئَنَّهُم مِّنَ الْجَنَّةِ غُرَفًا** (الآية ٥٨، سورة العنكبوت) . ويقابل هذه الكلمة فى اللغة الإنجليزية كلمة Ecology وهى تعنى علاقة الكائن الحى مع المكونات العضوية واللاعضوية فى البيئة.

ومصطلح البيئة لايبحث فقط فى المحيط الذى تعيش فيه الكائنات الحية ولكنه وبصوره أكثر شمولا يبحث كافة العوامل الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية التى لها تأثير مباشر على الإنسان وعلاقته بالكائنات الأخرى .

ويجب ملاحظة الفرق بين مصطلح البيئة Ecology والبيئة المحيطة Environment والذى يعرف على أنه مجموعة النظم الطبيعية والإجتماعية التى تعيش فيها الكائنات الحية والتى تستمد منها حاجاتها المختلفة وتؤدى فيها أنشطتها.

وقد إتسع علم البيئة ليشمل العديد من الفروع المتعلقة به، وإرتبط هذا التوسع بتطور أسلوب حياة الإنسان على الأرض وإزدياد احتياجاته وتطلعاته والمشاكل الناتجة عن هذا التطور، ومن العلوم المنبثقه عن علم البيئة : علم

إدارة الحياه البريه Wildlife management وعلم الغابات Forestry وعلم المحيطات Oceonography وعلم الجغرافية الحيوية Biogeography وعلم التقنيات البيئية Ecological technology وعلم تلوث البيئة Pollution ecology وعلم فسيولوجيا البيئة Physiological ecology .

وعلم البيئة عموما يرتبط بالكثير من العلوم الأخرى مثل علوم الأحياء والتطور والوراثة وعلم السلوك وكذلك علوم الكيمياء والفيزياء والجيولوجيا والطب والزراعة والإحصاء. فمثلا علم وظائف الأعضاء Physiology يوفر المعلومات عن تأثير العوامل البيئية على الناحية الوظيفية فى الكائن الحى، كمايعطى علم التصنيف Taxonomy المعلومات التى تتعلق بتأثيرات العزل والسلالات الجغرافية. ويتم تفسير التغيرات الجينيه والشكلية المرتبطة بالظروف البيئية بالإستعانه بعلوم التطور Evolution والوراثة Genetics والبيولوجيا الجزيئية Molecular biology ، كما يرتبط علم كعلم التربه Pedology إرتباطا وثيقا بعلم البيئة حيث أن نوع التربه وخواصها الكيميائية والفيزيائية كدرجة الحموضه والمحتوى المعدنى والعضوى وحجم حبيباتها يعتبر من العوامل الهامه التى تحدد مدى توزيع النباتات والحيوانات. وعلم الإحصاء Statics لايمكن إنكار أهميته فى معاملة النتائج وبالتالى تفسير بعض الظواهر البيئية مثل إزدياد التعداد والهجرة .

ويمكن تقسيم البيئة اعتمادا على نوعية الموطن البيئى كدراسة بيئة المياه العذبة Fresh water ecology أو بيئة البحار والمحيطات Marine ecology وبيئة اليابسة Teresterial ecology كذلك يمكن تقسيم علم البيئة بصوره مبسطه إلى قسمين رئيسيين هما البيئة النباتية Plant ecology والبيئة الحيوانية Animal ecology .

ويتكون النظام البيئى عموما فى أبسط صوره من مكونات غير حيه Abiotic components ومكونات حيه Biotic components وهما يشكلان نظاما ديناميكيا متزنا حيث يؤثر كل منهما فى الآخر ويتفاعل معه ليكون ما يسمى بالنظام البيئى Ecosystem ، والمكونات غير الحيه تشمل المواد غير العضويه مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين، والمواد العضويه مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون بالإضافة إلى العناصر المناخية كالحراره والرطوبة والضوء والعناصر الفيزيائية مثل الجاذبية والاشعاع. أما العناصر الحيه فتشمل عناصر الإنتاج وعناصر الإستهلاك وعناصر التحلل، وسنقوم بإلقاء الضوء على هذه العناصر لنتعرف على الدور الذى تقوم به كل منها :

١- عناصر الإنتاج Producers

وتشمل الكائنات التى لها القدره على تحويل المركبات غير العضوية البسيطة إلى مركبات عضوية معقده، وتشمل جميع النباتات الخضراء بالإضافة إلى الطحالب الدقيقه وبعض أنواع البكتيريا التى قد تقوم بعملية البناء الضوئى Photosynthetic bacteria أو البناء الكيميائى Chemosynthesis bacteria ، وفى عملية البناء الكيميائى تستطيع البكتيريا استخدام مركبات كيميائية معينه لتصنيع غذائها دون الحاجة لوجود الضوء ، فمثلا بعض أنواع البكتريا التى تعيش فى التربه تقوم بأكسدة الأمونيا إلى نيتريت والتى تتأكسد بعد ذلك إلى نترات ، وبعض الأنواع الأخرى تقوم بأكسدة أيونات الحديدوز إلى حديديك.

أما البناء الضوئى فيتضمن إمتصاص الضوء بواسطة مركب الكلوروفيل Chlorophyll (وهى المادة التى تعطى النبات لونه الأخضر) الذى يحول الطاقة الضوئيه إلى طاقة كيميائية يتم فيها إتحاد الهيدروجين بثانى أكسيد الكربون فى وجود

obeikandl.com

الأكسجين لتكوين جزيئات الجلوكوز وهو سكر أحادى ويعتبر أساس تصنيع المركبات الأخرى الأكثر تعقيدا مثل السكريات الثنائية والعديده (النشويات) والدهون والبروتينات. ويحتاج بناء جزيئات البروتين بجانب ذلك إلى النيتروجين واحيانا الكبريت، كما تحتاج الأحماض النوويه إلى الفوسفور والنيتروجين، ولذلك فالكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت والفوسفور تمثل العناصر الكيميائية لصناعة المواد العضوية الأساسية . وبذلك تعتبر الكائنات النباتية هى المصنع الأول لكل المواد الحيويه اللازمة لحياة النبات ثم الحيوانات التى تتغذى عليها.

٢- عناصر الاستهلاك Consumers

هى الكائنات التى تعتمد فى غذائها على المواد العضوية المنتجه بواسطة الكائنات ذاتيه التغذية سواء بطريقة مباشره أو غير مباشره وتشمل معظم أنواع البكتيريا والفطريات والحيوانات بما فيها آكلات الأعشاب Herbivores كالخيول والمواشى وبعض أنواع الطيور والحشرات وبعض أنواع الاسماك التى تتغذى على الهوائم النباتية Phytoplankets ، والنوع الثانى من المستهلكات هو آكلات اللحوم Cornivores مثل الحيوانات المفترسه وبعض أنواع الأسماك والضفادع والثعابين. أما النوع الأخير فهو آكلات الأعشاب واللحوم Omnivores وهى الكائنات التى تعتمد فى غذائها على النباتات واللحوم مثل الإنسان .

٣- عناصر التحلل Decomposers

وهى كائنات غير ذاتية التغذية تقوم بتحليل أجسام الكائنات الميته للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها وتشمل البكتيريا والفطريات وتنقسم إلى ثلاثة مجموعات حسب ما تحتاجه من أكسجين لإتمام عملية التحلل :

أ- الكائنات الهوائية Aerobic Microbes

وهى الكائنات التى تحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها إلى كمية كافية من الأكسجين .

ب- الكائنات اللاهوائية Anaerobic Microbes

وهى التى تحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها وسطا لايتوفر فيه الأكسجين، وفى حالة وجود الأكسجين يكون ساما وقاتلا لها .

جـ- الكائنات الاختيارية Facultative Microbes

وهى تلك التى تستطيع تكييف نفسها حسب الوسط الذى تعيش به، فإذا توافر الأكسجين كانت هوائية وإذا لم يتوافر أصبحت لاهوائية.

إتزان النظام البيئى Ecosystem Homeostasis

خلق الله الكون ووضع له القوانين التى تنظم حركته وخلق الأرض بما فيها من جبال وبحار وأنهار وما عليها من مخلوقات، وقد حفظ الله الأرض التى نعيش عليها من مخاطر كثيرة مثل الإشعاعات الكونيه والنيازك والشهب بالغلاف الجوى الذى يحيط بالكره الأرضية لحمايتها . وقد نظم الخالق سبحانه وتعالى العلاقة بين هذه المخلوقات جميعها تنظيما دقيقا وجعل بينها إتزانا يضمن لها البقاء والاستمراريه الذاتية إلى أن يرث الله الأرض وما عليها، وقد جاء هنا المعنى فى القرآن الكريم فى قوله تعالى الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ۝٥ وَالنَّجْمُ وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ ۝٦ وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ ۝٧ أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ ۝٨ وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ ۝٩ (الآية ٥-٩ سورة الرحمن) .

وهذا الإتزان يظهر فى جميع مستويات التنظيم الحيوى ويبدأ من الكائنات

وحيدة الخليه وحتى أعقد الكائنات الحيه وهو الإنسان، ويظهر كذلك فى العلاقات التى تربط بين الكائنات الحيه والعناصر الطبيعية الموجودة حولها.

وحتى نقترب من إدراك طبيعة العلاقة التى تربط بين مكونات البيئة المحيطة بنا يجب أن نعرف أن كمية الماده الموجوده فى المحتوى الكلى للبيئة ثابته ، بمعنى أنها تكون قابله للتحول من صوره إلى أخرى ، فهى لاتفقد ولا تأتى من العدم ولكنها تتحول من صيغة كيميائية إلى أخرى. وكمثال لذلك فإن الكربون يوجد فى الحاله الصلبه وهو على الهيئة العنصرية ولكنه يتحول إلى غاز عند إحتراقه فى جو من الأكسجين وتحوله إلى ثانى أكسيد الكربون.

كما ان الماده ممكن أن تتحول من صوره فيزيائية إلى أخرى دون تغير فى تركيبها الكيميائى مثل الماء فهو يتكون من ذره أكسجين وذرتين هيدروجين ويوجد فى الحاله الغازية والسائله والصلبه تبعا لإختلاف درجة الحراره .

فإذا نظرنا الآن للنظام البيئى الحيوى نظره مبسطة أمكننا تصويره على إنه معادلة كيميائية إنعكاسية متزنه الطرفين، فى الطرف الأول توجد الطاقة الشمسية والغازات الأساسية كالأكسجين وثانى أكسيد الكربون والنيتروجين ثم الماء والعناصر الغذائية وفى الطرف الثانى توجد نفس هذه المكونات ولكن بدلا من طاقة الشمس توجد طاقة حراريه. ومابين طرفى هذه المعادلة يكمن سر حياة المخلوقات وتنتظم السلسلة التى تربط بين الكائنات الحيه من الأبسط إلى الأعقد ثم إلى الأبسط مره أخرى، فعناصر الإنتاج كما ذكرنا تنتج المواد الغذائية لتتغذى عليها عناصر الإستهلاك إلى أن تموت ثم تأتى عناصر التحلل لتحلل أجسام النباتات والحيوانات لتعيدها إلى سيرتها الأولى، بمايعرف بالسلسلة الغذائية وهكذا تعود العناصر الأوليه كما بدأت لتدخل دوره الحياه مره أخرى.

والنظام البيئى له القدره على استيعاب التغير الطارئ عليه للحفاظ على بقائه ثم العوده إلى الوضع الطبيعى عند تغير الظروف وتعويض أى نقص أو خلل فى أى من الجماعات البيئية سواء النباتية أو الحيوانية .

obeikandl.com

الدورات البيوجيو كيميائية لعناصر الطبيعة

Biogeochemical Cycles

من المهم قبل الخوض فى ذكر أنواع الملوثات التى تصيب البيئة وشرح مصادرها والأخطار الناجمه عنها أن نتعرف على ما يسمى بدورات عناصر الطبيعة، فمعظم العناصر تكون معرضه بدرجة ما لعملية دوران فى الطبيعة مع الإختلاف فى سرعة هذا الدوران تبعا للدور الذى يلعبه العنصر فى حياة النبات خاصة. والعناصر التى تتواجد فى الحالة الغازيه مثل الماء والكربون والنيتروجين يعتبر دورانها سريعا بالنسبه للعناصر التى تتواجد فى الحاله الرسوبية فى قشرة الأرض مثل المعادن المختلفة.

دورة الماء Water Cycle

يوجد الماء على ثلاثة صور وهى البخار والماء السائل والجليد تبعا لدرجة الحراره. والبخار يوجد فى الهواء الجوى بنسب معينه وإن إختلفت من مكان لآخر، أما الماء بصورته السائله فيوجد فى المحيطات والبحار والأنهار، والمياه السطحية تمثل حوالى ٧٠٪ من المساحة الكلية لسطح الأرض. أما الجليد فيتركز كما هو معروف فى القطبين الشمالى والجنوبى. وتوجد هذه الصور الثلاثة فى حالة إتزان ديناميكى، أى أن كل صوره من هذه الصور قابلة للتحول إلى الأخرى ولكن النسبه النهائية تكاد تكون ثابته وإذا افترضنا أن هذه الدوره تبدأ بتبخر ماء المحيطات والبحار والبحيرات بفعل حرارة الشمس ، فإن هذا البخار ينتقل إلى الغلاف الجوى حيث تقوم التيارات الهوائية بتحريكه ، وعندما يتكثف هذا البخار فى طبقات الجو العليا يتكون السحاب. والسحاب ينتقل من مكان لآخر بفعل الرياح ثم يهطل منه المطر مره أخرى مكونا المياه السطحية من بحيرات عذبه وجداول وأنهار تأخذ مجراها على سطح الأرض لتصب مره أخرى فى مياه البحار والمحيطات ، وجزء من هذا الماء يتخلل القشرة الأرضية مكونا المياه الجوفيه. أى أن

هذه الدوره عباره عن تنقية لمياه البحار والمحيطات من ملوحتها وإعادة توزيعها على سطح اليابسه فى صورة صالحة لإستمرار حياة الكائنات. ونرى هذا المعنى واضحا فى قول الله تعالى وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا (الآية ٤٨ ، سورة الفرقان) وكذلك قوله عز وجل أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ أَفَلا يُبْصِرُونَ (الآية ٢٧ ، سورة السجده).

وتعتبر دوره الماء فى الطبيعة بصفة عامة من أبسط وأسرع الدورات، وكذلك من أهمها لإرتباطها المباشر بحياة جميع الكائنات الحيه.

دورة الكربون Carbon Cycle

يوجد عنصر الكربون فى الطبيعة على عدة صور مختلفة ، فحوالى ٦٠٪ من الكربون الموجود فى المحتوى الأرضى يوجد فى الصخور والترسبات الجيولوجية على هيئة حجر جيرى وبولوميت وفحم وزيوت معدنية وغاز طبيعى أو على هيئة أملاح بيكربونات ذائبة فى مياه البحار والمحيطات. أما نسبة الكربون الموجوده على هيئة مركبات عضويه فتمثل حوالى ٣ر١٢٪ من النسبه الكلية. ويتبقى غاز ثانى أكسيد الكربون والذى يوجد إما مذابا فى المياه الطبيعية ونسبته حوالى ٢٠٪ أو كغاز مختلطا بالغازات الأخرى فى الغلاف الجوى وهو يمثل حوالى ٧ر٦٪ من النسبة الكلية للكربون . وتوجد هذه المكونات فى حالة إتزان طبيعى، وأى تغير فى هذا الإتزان يكون له تأثير كمى وكيفى على الكائنات الحية.

وتعتبر الأنشطة الحيويه للكائنات فى القوى الدافعة لدورة الكربون فى الطبيعة، فهى تبدأ بإمتصاص النباتات الخضراء والطحالب لغاز ثانى أكسيد الكربون من الجو وتحويله فى وجود ضوء الشمس إلى مركبات كربوهيدراتيه وهو ما يعرف بتثبيت ثانى أكسيد الكربون الجوى أو بعملية التمثيل الغذائى .

أما الحيوانات فهى تحصل على الكربون نتيجة تغذيتها على النباتات الخضراء أو على الحيوانات الأخرى التى تدخل النباتات الخضراء كمكون رئيسى فى غذائها. وتحصل الكائنات الحيوانية على الطاقة اللازمة لحياتها بأكسدة هذه المواد الكربوهيدراتية فى أجسامها .

ويعاود الكربون إنتقاله إلى الحاله الغازية على شكل غاز ثانى أكسيد الكربون كنتيجة لتنفس الكائنات الحيوانية وتحلل فضلاتها وإفرازاتها أو تحلل أجسادها بعد موتها. كماأن لغاز ثانى أكسيد الكربون مصادر أخرى مثل البراكين وينابيع المياه الحاره وهى مصادر طبيعية بالاضافة لما ينتج من إحتراق أنواع الوقود المختلفه مثل الفحم ومنتجات التبرول .

دورة الأكسجين Oxygen Cycle

يوجد غاز الأكسجين فى الهواء الجوى بنسبة حوالى ٢٠٪ كما يوجد مذابا فى المياه العذبه والمالحة بنسب متفاوته تعتمد على درجة الحراره ودرجة ملوحة الماء وكذلك على الأس الهيدروجينى له (pH) .

كما يدخل عنصر الأكسجين كذلك فى تركيب غاز الأوزون O_3 الذى يتكون بإتحاد ثلاثة ذرات من الأكسجين بينما يتكون غاز الأكسجين بإتحاد ذرتين من الأكسجين مكونا جزئ الأكسجين O_2 . وغاز الأوزون يوجد فى طبقة الستراتوسفير Stratosphere التى تمتد من حوالى ١٢ إلى ٥٠ كيلومترا فوق سطح الأرض . وجميع الكائنات الحية تحتاج الأكسجين فى عملية التنفس لتخرج غاز ثانى أكسيد الكربون نتيجة لهذه العملية . وبواسطة النباتات الخضراء كما ذكرنا سابقا يتم إمتصاص ثانى أكسيد الكربون فى ضوء النهار لينطلق بدلا منه غاز الأكسجين مره أخرى إلى الهواء. ويتضح من ذلك مدى الإرتباط بين دورتى الكربون والأكسجين فى الطبيعة ، ومدى أهمية النباتات لحياة بقية المخلوقات.

ولذا يجب الحفاظ على الغطاء النباتى المتمثل فى الغابات التى تكسو أجزاء كبيره من سطح اليابسه وكذلك الإهتمام بزراعة النباتات الخضراء لإحداث هذا النوع من التوازن بين غازى ثانى أكسيد الكربون والأكسجين . وهناك مصدر آخر للأكسجين وهو تفكك جزئ غاز الأوزون نتيجة إمتصاصه للأشعة فوق البنفسجية تبعا للمعادلة :

$$O_3 \xrightarrow{uv} O_2 + O$$

ثم يحدث تفكك آخر لجزئ الأكسجين بفعل نفس الأشعة :

$$O_2 \xrightarrow{uv} O + O$$

وهذه العملية تمثل نوعا من الإتزان الطبيعى، فناتج تكسر جزئ الأكسجين وهو ذرات الأكسجين تكون فى حالة نشطه تمكنها مره أخرى من التفاعل مع جزئ آخر من الأكسجين لتحوله إلى جزئ من الأوزون :

$$O_2 + O \longrightarrow O_3$$

دورة النيتروجين Nitrogen Cycle

توجد النسبة الغالبه من النيتروجين فى البيئة على هيئة غاز N_2 مختلطا بالهواء الجوى وهو يمثل حوالى ٧٩٪ من حجم الهواء . وهذه الصوره الغازيه

obeikandi.com

لايستطيع النبات الاستفاده منها مباشرة ولكن يجب تحويلها إلى صوره أخرى قابلة للإمتصاص . وتسمى هذه العملية تثبيت النيتروجين الجوى وتتم إما عن طريق التثبيت الفيزيائى Physical fixation وهى عملية فيزيائية تنتج عن التأثير المؤين للبرق على غاز النيتروجين الموجود فى الجو وتحوله إلى نترات تتساقط مع الأمطار على التربة والمياه السطحية، أو عن طريق التثبيت الحيوى Biofixation ويتم ذلك بواسطة بعض الكائنات الحيه الموجوده فى التربه مثل بعض أنواع البكتيريا الحره Free living Bacteria والطحالب الخضراء المزرقه Blue-green algae والبكتيريا التكافليه Symbiotic Bacteria التى تعيش مرتبطه بجذور بعض النباتات مثل الريزوبيوم Rizobium . وهذه الكائنات لها القدره على اختزال غاز النيتروجين إلى أيون الأمونيوم NH_4^+ ، ثم يتم بعد ذلك أكسدة أيونات الأمونيوم فى التربه بواسطة بكتيريا تسمى نيتروزوموناس Nitrosomonas أو فى مياه البحر بواسطة بكتيريا نيتروزوكوكاس Nitrosococcus ويتحول النيتروجين من حالة التأكسد N^{3-} إلى حالة التأكسد N^{3+} منتجا بذلك أيون النيتريت NO_2^- والذى يتعرض أيضا للأكسده بواسطة بكتيريا نيتروباكتر Nitrobacter فى التربة أوبكتيريا نيتريكوكاس Nitricoccus فى البحر ويكون الناتج النهائى هو أيون النترات NO_3^- الذى له حاله تأكسد N^{5+} وعلى هذه الصورة يصبح النيتروجين صالحا للإمتصاص بواسطة النباتات الموجوده بالتربه أو النباتات البحرية.

وتسمى عملية إنتاج النترات بعملية النترته Nitrification ويمكن توضيحها بالمعادلات الآتية :

$$2\,NH^+_4 + 3O_2 \xrightarrow[\text{or Nitrosococcus}]{\text{Nitrosomonas}} 2\,NO_2 + 2H_2O + 4H^+ + \text{Energy}$$

$$2\,NO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{or Nitricoccus}]{\text{Nitrobacter}} 2\,NO_3^- + \text{Energy}$$

وفى ظروف إنعدام الأكسجين تختزل النترات بواسطة البكتريا مره أخرى إلى نيتريت وغاز النيتروجين الذى يتصاعد إلى الغلاف الجوى وتسمى هذه العملية Denitrification ومن خلال إستهلاك النباتات بواسطة الحيوانات تتحول البروتينات النباتية إلى بروتينات حيوانية فى جسم الحيوان. وعند تحلل الكائنات بعد موتها تتحول المركبات العضويه المحتويه على النيتروجين مثل البروتينات والأحماض الأمينية إلى مركبات بسيطة يسهل إمتصاصها مره أخرى بواسطة النبات وتسمى هذه العملية Ammonification .

دورة الفوسفور Phosphorus Cycle

يوجد معظم الفوسفور فى الطبيعة فى التربة العادية والصخرية وغالبا ما يتواجد على هيئة أرثوفوسفات Orthophosphate (PO_4^{3-}) وهى الصورة التى يمكن للنبات إمتصاصها والاستفاده بها مباشرة . كما يوجد أيضا على هيئة مركبات فوسفات عضويه لايستفيد منها النبات إلا بعد أن يقوم نوع من البكتريا يسمى Phosphatizing bacteria بتكسيرها وتحرير أيونات الفوسفات منها وتشكل صخور الفوسفات المستودع الرئيسى لدورة الفوسفات، فبواسطة عملية التجوية Weathering (وهى جميع العوامل التى تؤدى إلى تفكك وتحلل الصخور إلى مواد هشه تعرف بالمواد الأولية التى تتكون منها معادن التربه فيما بعد) يتم إطلاق جزء من الفوسفات إلى الدوره. كماتسهم البراكين فى إضافة جزء من الفوسفات الموجود فى باطن الأرض إلى تلك الدوره. كمايقوم الإنسان بتعدين الفوسفات من الصخور الفوسفاتية Apatite لتصنيع الأسمده الفوسفاتية والمنظفات الكيماوية مما يزيد من سرعة الدوره واستهلاك المخزون الفوسفاتى .

وتتأثر الصيغة الكيميائية التى يوجد عليها الفوسفور تأثرا كبيرا بدرجة حموضة التربة ، ففى التربه التى تقل فيها قيمة الأس الهيدروجينى عن ٦ ، أى التربة الحامضية يكون الفوسفور مرتبطا بشده بحبيبات الطين والطفله مكونا متراكبات Complexes

غير قابلة للذوبان فى الماء. وتتكون هذه المتراكبات فى وجود أيونات الحديديك Fe^{3+} مثل السترنجيت Strengite $\{Fe(OH)_2 H_3 PO_4\}$ أو الألومنيوم Al^{3+} مثل الفارسكيت Variscite $\{Al(OH)_2 H_2 PO_4\}$ وكلما زادت نسبة وجود أيونات الحديديك والألومنيوم فى التربه كلما زاد معدل تكون مثل تلك المتراكبات وقل بالتالى عدد الأيونات الحره من الفوسفات على صورتها القابلة للذوبان فى الماء. أمافى التربه القلويه التى تزيد فيها قيمة الأس الهيدرجينى عن ٧ ، فإن الفوسفات الموجود بها يكون مركبات أخرى غير قابله أيضا للذوبات فى الماء ولكن يحدث ذلك مع أيونات الكالسيوم Ca^{2+} مثل متراكب الهيدروكسى أباتيت Hydroxyapatite $\{Ca_{10}(PO_4)_6 (OH)_2\}$

وكذلك فإن كمية الأكسجين فى التربة تؤثر على الصوره التى يوجد عليها الفوسفات ، ففى حالة إنعدام الأكسجين فإن أيونات الفوسفات المرتبطه بالحديد تتحرر نتيجة إختزال الحديديك إلى حديدوز Fe^{2+} وتكون كبرتيد الحديدوز وبالتالى تكسر المتراكب الذى ذكرناه سابقا ونتيجة لنشاط أيونات الفوسفات وقابليتها للتفاعل فإن حركتها فى التربة وانتقالها خلالها يكون بطيئا جدا. ويمكن مقارنة سرعة تحرك أو إنتقال أيونات الفوسفات فى التربة ببعض الأيونات الأخرى الهامة والتى توجد فى التربة أيضا كالتالى :

الكلوريد (Cl^-) ≤ النترات (NO_3^-) > الكبريتات (SO_4^{2-}) > الفوسفات (PO_4^{3-})

والفوسفور يعتبر من العناصر الأساسية فى بناء الخلايا الحيه فهو يدخل فى تركيب البروتوبلازم Protoplasm والماده الوراثية للخلية المعروفه بإسمى DNA. RNA وكذلك حاملات الطاقة مثل ATP, ADP, AMP . ويدخل كذلك فى تكوين الهياكل العظمية والصدفيه والأسنان للحيوانات البريه والبحريه .

وتعتبر دورة الفوسفور فى الطبيعة من الدورات الرسوبيه البطيئة ، فهو يمتص بواسطة النباتات و الطحالب على هيئة فوسفات (لاستخدامه فى عملية البناء الخلوى)

ثم ينتقل إلى المستهلكات تبعا لسلسلة الغذاء، وبعد موت النباتات والحيوانات تتحلل أجسادها ويعود الفوسفور فى صورة أوليه بسيطة بعد تحلله إلى التربه ليعاد إمتصاصه مره أخرى بواسطة النبات .

دورة الكبريت Sulpher Cycle

يوجد الكبريت فى الطبيعة إما على هيئة عنصر منفرد S أو على هيئة أملاح الكبريتات SO_4^{2-} أو على صورة غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S . ومن مصادر الكبريت فى الطبيعة تحلل المواد العضوية فى التربة بواسطة البكتيريا حيث يتكون كبريتيد الهيدروجين الذى يتأكسد بواسطة البكتيريا ليكون أملاح الكبريتات ، كذلك فإن من مصادره الغازات التى تنطلق من باطن الأرض عن طريق البراكين والمياه الكبريتيه. وعنصر الكبريت له أهميه خاصه فى بناء العديد من البروتينات كمايلعب دورا هاما كعامل مساعد فى تنشيط بعض الإنزيمات والتفاعلات الخاصة بإزالة السموم من الجسم .

وتبدأ دورة الكبريت فى الطبيعه بحصول النباتات الخضراء على الكبريت من الوسط الذى تعيش فيه على شكل SO_4^{2-} حيث يدخل فى بناء البروتينات الخلويه لتلك النباتات، ومن خلال السلسلة الغذائية تستفيد الكائنات الحيه الأخرى من هذه المركبات الكبريتية فى بناء خلاياها. وعند موت الكائنات الحيه تتحلل إما هوائيا أو لاهوائيا. وفى الظروف الهوائية ينتج عن تحلل المواد العضويه الكبريتية أيون الكبريتات SO_4^{2-} بفعل بكتريا الكبريت Theobocilluse كنتيجة لاكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين للحصول على الطاقة نظرالأن هذه البكتيريا من الكائنات الحيه ذاتيه التغذية كيماويا. وعند تحول الظروف الهوائية إلى لاهوائية يتم إختزال الكبريتات إلى كبريتيد الهيدروجين بواسطة بكتيريا Sporovibrio تبعا للمعادلة :

$$H_2S \xrightarrow[\text{Sporovibrio anaerob}]{\text{Thiobacilluse aerob}} SO_4^{2-}$$

كما تقوم بكتيريا الكبريت باكسدة الكبريت العنصرى أو أى مركبات كبريتيه أخرى وتحولها إلى حمض الكبريتيك فى وجود الماء والاكسجين للحصول على الطاقة، كما فى المعادلة :

$$2S + 2H_2O + O_2 \xrightarrow[\text{Chemo autotroph}]{\text{Thiobocilluse}} 2H_2SO_4$$

وتستطيع تلك البكتيريا أن تتحمل وسطا حامضيا يتراوح ما بين ١ إلى ٥ر٠ pH وهى بذلك تكون من أكثر الكائنات الحية تحملا للأوساط الحمضية شديدة الحموضة.

oberkandl.com