

الفصل الأول

تعريف البيئة

الفصل الأول تعريف البيئة

يعتبر علم البيئة أحد فروع علم الأحياء الهامة ، وهو يختص بالبحث في كل ما يحيط بالكائنات الحية ومواطن تواجدها، ويعرف بأنه العلم الذي يبحث في العلاقة التي تربط الكائنات الحية ببعضها وعلاقتها كذلك بالعوامل الغير حيه المحيطه بها. وكلمة بيئة فى اللغة العربية مشتقة من الفعل بَوَأ أى نزل وأقام، وقد جاء ذكر هذا الفعل فى القرآن الكريم فى أكثر من موضع وأذْكُرُوا إِذْ جَعَلْنَاكُمْ خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأْنَاكُمْ فِي الْأَرْضِ تَسْخِلُونَ مِنْ سُهُولِهَا قُصُورًا وَتَنْجُونَ الْجِبَالَ بِيُوتًا فَادْكُرُوا آيَةَ اللَّهِ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ (الآية ٧٤، سورة الأعراف) وفى آية أخرى يقول الله تعالى وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُبَوِّئَنَّهُمْ مِنَ 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 لا يبحث فقط فى المحيط الذى تعيش فيه الكائنات الحية ولكنه ويصوره أكثر شمولاً 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 والذي يعرف على أنه مجموعة النظم الطبيعية والاجتماعية التى تعيش فيها الكائنات الحية والتى تستمد منها حاجاتها المختلفة وتؤدي 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 المنبثقة عن علم البيئة : علم

إدارة الحياة البرية Wildlife management وعلم الغابات Forestry وعلم المحيطات Oceanography 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 في الكائن الحي، كما يعطى علم التصنيف Taxonomy المعلومات التي تتعلق بتأثيرات العزل والسلالات الجغرافية. ويتم تفسير التغيرات الجينية والشكلية المرتبطة بالظروف البيئية بالإستعانة بعلوم التطور Evolution والوراثة Genetics والبيولوجيا الجزيئية Molecular biology ، كما يرتبط علم كعلم التربة Pedology إرتباطا وثيقا بعلم البيئة حيث أن نوع التربة وخواصها الكيميائية والفيزيائية كدرجة الحموضة والمحتوى المعدني والعضوي وحجم حبيباتها يعتبر من العوامل الهامة التي تحدد مدى توزيع النباتات والحيوانات. وعلم الإحصاء Statics لا يمكن إنكار أهميته في معاملة النتائج وبالتالي تفسير بعض الظواهر البيئية مثل إزدياد التعداد والهجرة .

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

ويتكون النظام البيئي عموما في أبسط صوره من مكونات غير حيه Abiotic components ومكونات حيه Biotic components وهما يشكلان نظاما ديناميكيا متزنا حيث يؤثر كل منهما في الآخر ويتفاعل معه ليكون ما يسمى بالنظام البيئي Ecosystem ، والمكونات غير الحيه تشمل المواد غير العضويه مثل الكربون والاكسجين والهيدروجين والنيتروجين، والمواد العضويه مثل البروتينات والكاربوهيدرات 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 لتتعرف على الدور الذي تقوم به كل منها :

١- عناصر الإنتاج Producers

وتشمل الكائنات التي لها القدره على تحويل المركبات غير العضويه البسيطة إلى مركبات عضويه معقده، وتشمل جميع النباتات الخضراء بالإضافة إلى الطحالب الدقيقة وبعض أنواع البكتيريا التي قد تقوم بعملية البناء الضوئي Photosynthetic bacteria أو البناء الكيميائي Chemosynthesis bacteria ، وفي عملية البناء الكيميائي تستطيع البكتيريا استخدام مركبات كيميائية معينه لتصنيع غذائها دون الحاجة لوجود الضوء ، فمثلا بعض أنواع البكتريا التي تعيش في التربه تقوم باكسدة الأمونيا إلى نيتريت والتي تتأكسد بعد ذلك إلى نترات ، وبعض الأنواع الأخرى تقوم باكسدة أيونات الحديدوز إلى حديديك.

أما البناء الضوئي فيتضمن إمتصاص الضوء بواسطة مركب الكلوروفيل Chlorophyll (وهي المادة التي تعطى النبات لونه الأخضر) الذي يحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية يتم فيها إتحاد الهيدروجين بثاني أكسيد الكربون في وجود

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

٢- عناصر المستهلك Consumers

هي الكائنات التي تعتمد في غذائها على المواد العضوية المنتجة بواسطة الكائنات ذاتية التغذية سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وتشمل معظم أنواع البكتيريا والفطريات والحيوانات بما فيها آكلات الأعشاب Herbivores كالخيول والمواشي وبعض أنواع الطيور والحشرات وبعض أنواع الأسماك التي تتغذى على الهوائيم النباتية Phytoplankets ، والنوع الثاني من المستهلكات هو آكلات اللحوم Carnivores مثل الحيوانات المفترسة وبعض أنواع الأسماك والضفادع والثعابين. أما النوع الأخير فهو آكلات الأعشاب واللحوم Omnivores وهي الكائنات التي تعتمد في غذائها على النباتات واللحوم مثل الإنسان .

٢- عناصر التحلل Decomposers

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

1- الكائنات الهوائية Aerobic Microbes

وهي الكائنات التي تحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها إلى كمية كافية من الأكسجين .

ب- الكائنات اللاهوائية Anaerobic Microbes

وهي التي تحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها وسطا لايتوفر فيه الأكسجين، وفي حالة وجود الأكسجين يكون ساما ومقاتلا لها .

ج- الكائنات الاختيارية Facultative Microbes

وهي تلك التي تستطيع تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش به، فإذا توافر الأكسجين كانت هوائية وإذا لم يتوافر أصبحت لاهوائية.

إتزان النظام البيئي Ecosystem Homeostasis

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

وهذا الإتزان يظهر في جميع مستويات التنظيم الحيوي ويبدأ من الكائنات

وحيدة الخلية وحتى أعقد الكائنات الحية وهو الإنسان، ويظهر كذلك في العلاقات التي تربط بين الكائنات الحية والعناصر الطبيعية الموجودة حولها.

وحتى نقرب من إدراك طبيعة العلاقة التي تربط بين مكونات البيئة المحيطة بنا يجب أن نعرف أن كمية المادة الموجودة في المحتوى الكلي للبيئة ثابتة ، بمعنى أنها تكون قابلة للتحويل من صورته إلى أخرى ، فهي لا تفقد ولا تأتي من العدم ولكنها تتحول من صيغة كيميائية إلى أخرى. وكمثال لذلك فإن الكربون يوجد في حاله الصلبه وهو على الهيئة العنصرية ولكنه يتحول إلى غاز عند إحتراقه في جو من الأوكسجين وتحوله إلى ثاني أكسيد الكربون.

كما ان المادة ممكن أن تتحول من صورته فيزيائية إلى أخرى دون تغير في تركيبها الكيميائي مثل الماء فهو يتكون من ذره أكسجين وذرتين هيدروجين ويوجد في الحالة الغازية والسائله والصلبه تبعا لإختلاف درجة الحرارة .

فإذا نظرنا الآن للنظام البيئي الحيوى نظره مبسطة أمكننا تصويره على إنه معادلة كيميائية إنعكاسية مترنه الطرفين، في الطرف الأول توجد الطاقة الشمسية والغازات الأساسية كالأوكسجين وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين ثم الماء والعناصر الغذائية وفي الطرف الثاني توجد نفس هذه المكونات ولكن بدلا من طاقة الشمس توجد طاقة حراريه. وما بين طرفي هذه المعادلة يكمن سر حياة المخلوقات وتتنظم السلسلة التي تربط بين الكائنات الحية من الأيسط إلى الأعقد ثم إلى الأيسط مره أخرى، فعناصر الإنتاج كما ذكرنا تنتج المواد الغذائية لتتغذى عليها عناصر الإستهلاك إلى أن تموت ثم تأتي عناصر التحلل لتحلل أجسام النباتات والحيوانات لتعيدها إلى سيرتها الأولى، بمايعرف بالسلسلة الغذائية وهكذا تعود العناصر الأولى كما بدأت لتدخل دوره الحياه مره أخرى.

والنظام البيئي له القدرة على استيعاب التغير الطارئ عليه للحفاظ على بقائه ثم العودة إلى الوضع الطبيعي عند تغير الظروف وتعويض أى نقص أو خلل فى أى من الجماعات البيئية سواء النباتية أو الحيوانية .

الدورات البيوجيو كيميائية لعناصر الطبيعة

Biogeochemical Cycles

من المهم قبل الخوض في ذكر أنواع الملوثات التي تصيب البيئة وشرح مصادرها والأخطار الناجمة عنها أن نتعرف على ما يسمى بدورات عناصر الطبيعة، فمعظم العناصر تكون معرضه بدرجة ما لعملية دوران في الطبيعة مع الإختلاف في سرعة هذا الدوران تبعاً للدور الذي يلعبه العنصر في حياة النبات خاصة. والعناصر التي تتواجد في الحالة الغازية مثل الماء والكربون والنيتروجين يعتبر دورانها سريعاً بالنسبة للعناصر التي تتواجد في الحالة الرسوبية في قشرة الأرض مثل المعادن المختلفة.

دورة الماء Water Cycle

يوجد الماء على ثلاثة صور وهي البخار والماء السائل والجليد تبعاً لدرجة الحرارة. والبخار يوجد في الهواء الجوي بنسب معينة وإن اختلفت من مكان لآخر، أما الماء بصورته السائلة فيوجد في المحيطات والبحار والأنهار، والمياه السطحية تمثل حوالي ٧٠٪ من المساحة الكلية لسطح الأرض. أما الجليد فيتركز كما هو معروف في القطبين الشمالي والجنوبي. وتوجد هذه الصور الثلاثة في حالة إتزان ديناميكي، أي أن كل صورة من هذه الصور قابلة للتحويل إلى الأخرى ولكن النسبة النهائية تكاد تكون ثابتة وإذا افترضنا أن هذه الدورة تبدأ بتبخر ماء المحيطات والبحار والبحيرات بفعل حرارة الشمس، فإن هذا البخار ينتقل إلى الغلاف الجوي حيث تقوم التيارات الهوائية بتحريكه، وعندما يتكثف هذا البخار في طبقات الجو العليا يتكون السحاب. والسحاب ينتقل من مكان لآخر بفعل الرياح ثم يهطل منه المطر مرة أخرى مكوناً المياه السطحية من بحيرات عذبة وجداول وأنهار تأخذ مجراها على سطح الأرض لتصب مرة أخرى في مياه البحار والمحيطات، وجزء من هذا الماء يتخلل القشرة الأرضية مكوناً المياه الجوفية. أي أن

هذه النوره عبارہ عن تنقيه امياہ 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 الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا (الآية ٤٨ ، سورة الفرقان) وكذلك قوله عز وجل أَوْ لَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ أَفَلَا يُبْصِرُونَ (الآية ٢٧ ، سورة السجده).

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

دورة الكربون Carbon Cycle

يوجد عنصر الكربون فى الطبيعة على عدة صور مختلفة ، فحوالى ٦٠٪ من الكربون الموجود فى المحتوى الأرضى يوجد فى الصخور والترسيبات الجيولوجية على هيئة حجر جبرى وبولوميت وقحم وزيت معدنية وغاز طبيعى أو على هيئة أملاح بيكربونات ذائبة فى مياه البحار والمحيطات. أما نسبة الكربون الموجوده على هيئة مركبات عضويه فتمثل حوالى ١٢ر٣٪ من النسبه الكلية. ويتبقى غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يوجد إما مذابا فى المياه الطبيعية ونسبته حوالى ٢٠٪ أو كغاز مختلطا بالغازات الأخرى فى الغلاف الجوى وهو يمثل حوالى ٦٧٪ 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 فهي تحصل على الكربون نتيجة تغذيتها على النباتات الخضراء أو على الحيوانات الأخرى التي تتخذ النباتات الخضراء كمكون رئيسي في غذائها. وتحصل الكائنات الحيوانية على الطاقة اللازمة لحياتها بأكسدة هذه المواد الكربوهيدراتية في أجسامها .

ويعاود الكربون إنتقاله إلى الحالة الغازية على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون كنتيجة لتنفس الكائنات الحيوانية وتحلل فضلاتها وإفرازاتها أو تحلل أجسامها بعد موتها. كما أن لغاز ثاني أكسيد الكربون مصادر أخرى مثل البراكين وينابيع المياه الحارة وهي مصادر طبيعية بالإضافة لما ينتج من إحترق أنواع الوقود المختلفة مثل الفحم ومنتجات التبرول .

دورة الأكسجين Oxygen Cycle

يوجد غاز الأكسجين في الهواء الجوي بنسبة حوالي ٢٠٪ كما يوجد مذايا في المياه العذبة والمالحة بنسب متفاوتة تعتمد على درجة الحرارة ودرجة ملوحة الماء وكذلك على الأس الهيدروجيني له (pH) .

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

ولذا يجب الحفاظ على الغطاء النباتي المتمثل في الغابات التي تكسو أجزاء كبيرة من سطح اليابسه وكذلك الإهتمام بزراعة النباتات الخضراء لإحداث هذا النوع من التوازن بين غازى ثانى أكسيد الكربون والاكسجين . وهناك مصدر آخر للاكسجين وهو تفكك جزئى غاز الأوزون نتيجة إمتصاصه للأشعة فوق البنفسجية تبعاً للمعادلة :



ثم يحدث تفكك آخر لجزئى الأكسجين بفعل نفس الأشعة :



وهذه العملية تمثل نوعاً من الإتزان الطبيعي، فنتائج تكسر جزئى الأكسجين وهو ذرات الأكسجين تكون فى حالة نشطة تمكنها مره أخرى من التفاعل مع جزئى آخر من الأكسجين لتحواله إلى جزئى من الأوزون :



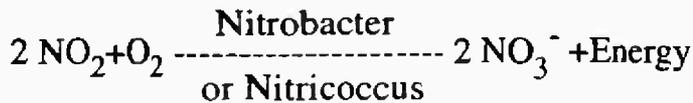
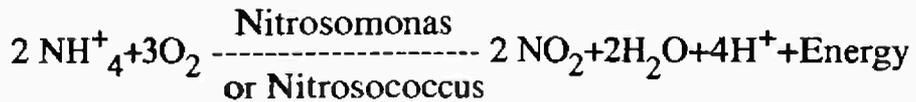
دورة النيتروجين Nitrogen Cycle

توجد النسبة الغالبه من النيتروجين فى البيئة على هيئة غاز N_2 مختلطاً بالهواء الجوى وهو يمثل حوالى ٧٨٪ من حجم الهواء . وهذه الصوره الغازيه

لايستطيع النبات الاستفادة منها مباشرة ولكن يجب تحويلها إلى صورة 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 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 التاكسد N^{3-} إلى حالة التاكسد N^{3+} منتجا بذلك أيون النيتريت NO_2^- والذى يتعرض أيضا للاكسده بواسطة بكتيريا نيتروباكتر Nitrobacter فى التربة أوبكتيريا نيتريكوكاس Nitricoccus فى البحر ويكون الناتج النهائى هو أيون النترات NO_3^- الذى له حاله تاكسد 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 :



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 والاستفادة بها مباشرة . كما يوجد أيضا على هيئة مركبات فوسفات عضويه لايستفيد منها النبات إلا بعد أن يقوم نوع من البكتريا يسمى Phosphatizing bacteria بتكسيروها 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 النوره. كما تسهم البراكين فى إضافة جزء من الفوسفات الموجود فى باطن الأرض إلى تلك النوره. كما يقوم الإنسان بتعدين الفوسفات من الصخور الفوسفاتية Apatite لتصنيع الأسمده الفوسفاتية والمنتظفات الكيماوية مما يزيد من سرعة النوره واستهلاك المخزون الفوسفاتى .

وتتأثر الصيغة الكيماوية التى يوجد عليها الفوسفور تأثرا كبيرا بدرجة حموضة التربة . وفى التربه التى تقل فيها قيمة الأس الهيدروجينى عن 6 ، أى التربة الحامضية يكون الفوسفور مرتبطا بشده بحبيبات الطين والطفله مكونا مترابكات Complexes

غير قابلة للذوبان في الماء. وتتكون هذه المترابكات في وجود أيونات الحديد Fe^{3+} مثل السترنجيت Strenigite $\{ Fe(OH)_2 H_3 PO_4 \}$ أو الألومنيوم Al^{3+} مثل الفارسيكيت Variscite $\{ Al(OH)_2 H_2 PO_4 \}$ وكلما زادت نسبة وجود أيونات الحديد والألومنيوم في التربة كلما زاد معدل تكون مثل تلك المترابكات وقل بالتالي عدد الأيونات الحرة من الفوسفات على صورتها القابلة للذوبان في الماء. أما في التربة القلوية التي تزيد فيها قيمة الأس الهيدروجيني عن 7 ، فإن الفوسفات الموجود بها يكون مركبات أخرى غير قابلة أيضا للذوبان في الماء ولكن يحدث ذلك مع أيونات الكالسيوم Ca^{2+} مثل مترابك الهيدروكسي أباتيت Hydroxyapatite $\{ Ca_{10}(PO_4)_6 (OH)_2 \}$

وكذلك فإن كمية الأكسجين في التربة تؤثر على الصورة التي يوجد عليها الفوسفات ، ففي حالة إنعدام الأكسجين فإن أيونات الفوسفات المرتبطة بالحديد تتحرر نتيجة إختزال الحديد إلى حديدوز Fe^{2+} وتكون كبريتيد الحديدوز وبالتالي تكسر المترابك الذي ذكرناه سابقا ونتيجة لنشاط أيونات الفوسفات وقابليتها للتفاعل فإن حركتها في التربة وانتقالها خلالها يكون بطيئا جدا. ويمكن مقارنة سرعة تحرك أو إنتقال أيونات الفوسفات في التربة ببعض الأيونات الأخرى الهامة والتي توجد في التربة أيضا كالتالي :

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

والفوسفور يعتبر من العناصر الأساسية في بناء الخلايا الحية فهو يدخل في تركيب البروتوبلازم Protoplasm والمادة الوراثية للخلية المعروفه بإسمى DNA. RNA وكذلك حاملات الطاقة مثل ATP, ADP, AMP . ويدخل كذلك في تكوين الهياكل العظمية والصدفية والأسنان للحيوانات البرية والبحرية .

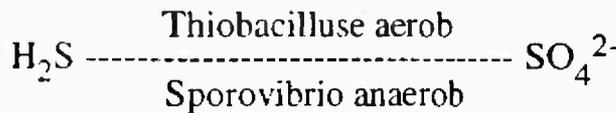
وتعتبر نورة الفوسفور في الطبيعة من البورات الرسوبية البطيئة ، فهو يمتص بواسطة النباتات و الطحالب على هيئة فوسفات (لاستخدامه في عملية البناء الخوى)

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

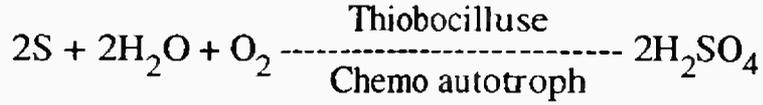
دورة الكبريت Sulphur Cycle

يوجد الكبريت في 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 في الطبيعة تحلل المواد العضوية في التربة بواسطة البكتيريا حيث يتكون كبريتيد الهيدروجين الذي يتأكسد بواسطة البكتيريا ليكون أملاح الكبريتات ، كذلك فإن من مصادره الغازات التي تنطلق من باطن الأرض عن طريق البراكين والمياه الكبريتية. وعنصر الكبريت له أهميه خاصه في بناء العديد من البروتينات كما يلعب دورا هاما كعامل مساعد في تنشيط بعض الإنزيمات والتفاعلات الخاصة بإزالة السموم من الجسم .

وتبدأ دورة الكبريت في الطبيعة بحصول النباتات الخضراء على الكبريت من الوسط الذي تعيش فيه على شكل SO_4^{2-} حيث يدخل في بناء البروتينات الخلية لتلك النباتات، ومن خلال السلسلة الغذائية تستفيد الكائنات الحيه الأخرى من هذه المركبات الكبريتية في بناء خلاياها. وعند موت الكائنات الحيه تتحلل إما هوائيا أو لاهوائيا. وفي الظروف الهوائية ينتج عن تحلل المواد العضويه الكبريتية أيون الكبريتات SO_4^{2-} بفعل بكتريا الكبريت Thiobacilluse كنتيجة لأكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين للحصول على الطاقة نظرا لأن هذه البكتيريا من الكائنات الحيه ذاتيه التغذية كيمائيا. وعند تحول الظروف الهوائية إلى لاهوائية يتم إختزال الكبريتات إلى كبريتيد الهيدروجين بواسطة بكتيريا Sporovibrio تبعاً للمعادلة :



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 :



وتستطيع تلك البكتيريا أن تتحمل وسطا حامضيا يتراوح ما بين ١ إلى ٥.٠
pH وهى بذلك تكون من أكثر الكائنات الحية تحملا للأوساط الحمضية شديدة
الحموضة.