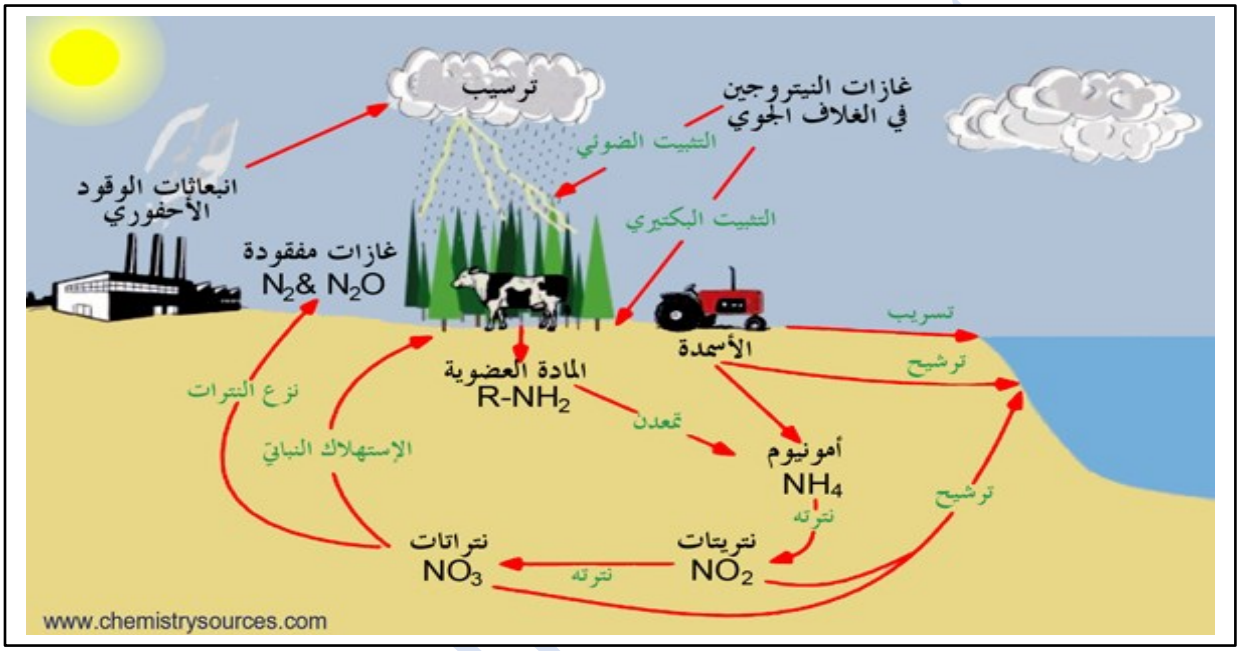
المحاضرة الثالثة
اعداد: م. د. عمر ادريس صالح

دورة النيتروجين The Nitrogen Cycle

غاز النيتروجين (N_2) هو العنصر الكيميائي الرئيسي في الغلاف الجوي الذي يعتبر المستودع الأكبر للنيتروجين، وكما موضح في الشكل ادناه:

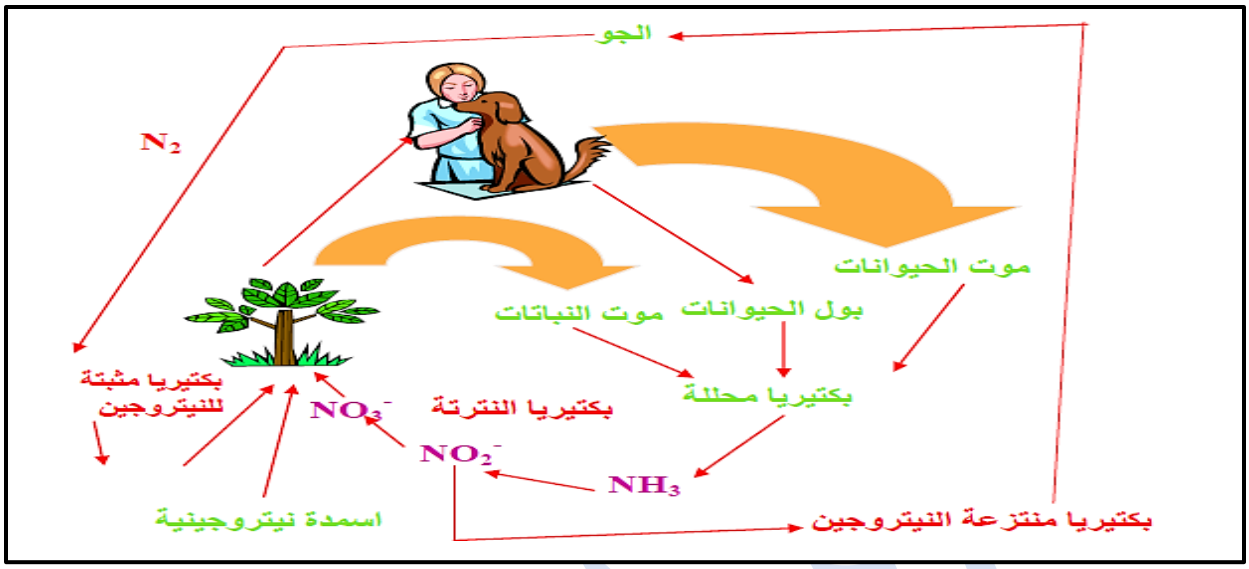


دورة النيتروجين في الطبيعة

يتحول جزء من ثنائي النيتروجين (جزيئة N_2) في التربة وفي المياه. الى امونيا (NH_3) واموانيوم (NH_4^+) ومركبات عديده اخرى مثل: NO, NO_2, N_2O, N_2O_3, N_2O_5 وتعرف هذه العملية بعمليه تثبيت النيتروجين (Nitrogen Fixation). وهي تحصل في غياب الأسمدة الكيميائية، حيث تعتبر المصدر الرئيسي للنيتروجين في الكائنات الحية. وتلعب بكتيريا وطحالب متخصصة دور الوسيط في عمليه التثبيت البيولوجي للنيتروجين. اما على اليابسة غالبا ما تعيش هذه البكتيريا على عقد في جذور البقوليات حيث تستخدم الطاقة من النباتات للقيام بعملها. اما في المياه والبحيرات العذبة فتقوم السيانوبكتيريا (طحالب زرقاء ـ خضراء اللون) بتثبيت النيتروجين وتساهم في تثبيت النيتروجين عمليات كيميائية معقده تشتمل على تحويل ماده مستقرة جدا (N_2). الى مواد اقل استقرارا او تتطلب اشتراك الدورات الطبيعية للعديد من العناصر ومن ضمنها الكربون والاكسجين والكبريت والفسفور والحديد لتهيئه الظروف الثرموديناميكية الضرورية لذلك. ويمكن تلخيص عمليه تثبيت النيتروجين باستخدام المعادلة الاتية:

$$3CH_2O + 3H_2O + 2N_2 + 4H^+ \rightarrow 3CO_2 + 4NH_4^+$$

والشكل ادناه يوضح عملية تثبيت النيتروجين في التربة



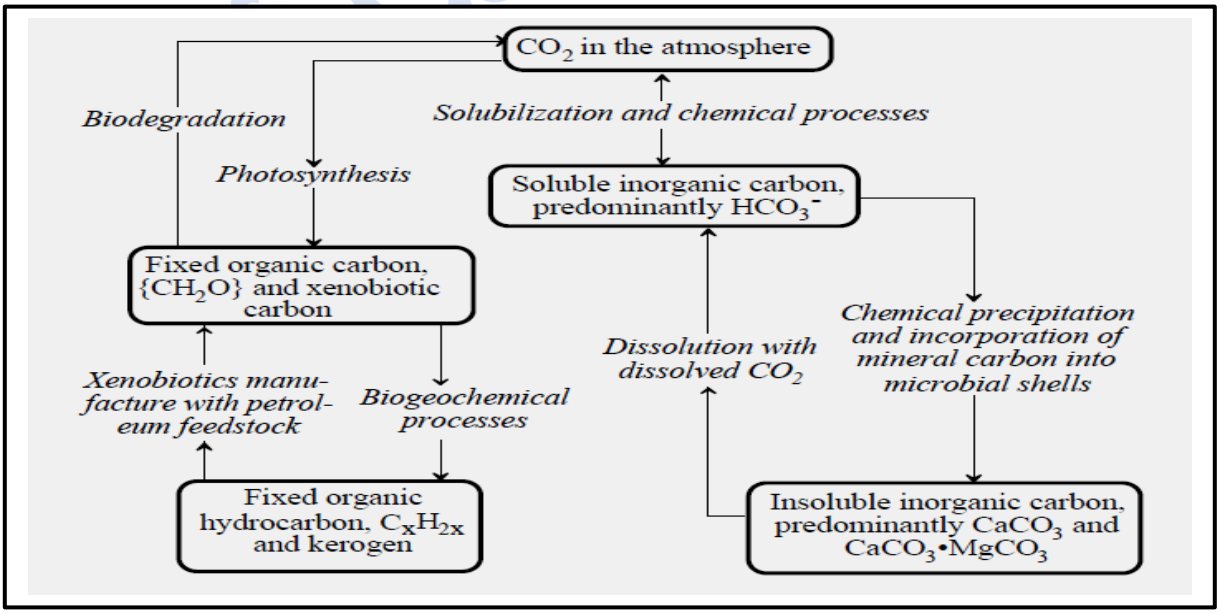
عملية تثبيت النيتروجين في التربة

The Carbon Cycle *دورة الكربون*

احتراق الكربون في الهواء ينتج عنه غاز ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) وإذا حدث احتراق غير كامل ممكن ان ينتج اول أوكسيد الكربون (CO) وكما في المعادلات التالية:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad 2C + O_2 \rightarrow 2CO$$

والمخطط ادناه يوضح دورة الكربون في الطبيعة:



تتضمن دوره الكربون المبينة في المخطط اعلاه. اربعه مستودعات رئيسيه للكربون هي:

1- ثنائي اكسيد الكربون في الغلاف الجوي (CO_2) .
2- ثنائي اكسيد الكربون الذائب في المحيطات وفي الاوساط المائية الاخرى على شكل HCO_3.
3- المركبات العضوية في الاعضاء الحية او الميتة حديثا (النباتات والحيوانات).
4- كربونات الكالسيوم في حجر الكلس والكربون في المواد العضوية المطمورة مثل السماد العضوي والفحم الحجري وفحم المستنقعات (مواد نباتيه متحجره) والفحم والنفط والغاز الطبيعي.

تمتص العمليات الطبيعية في الغلاف الجوي او تبعث اليه مئات المليارات من الاطمان الكربون على شكل غاز ثاني اكسيد الكربون سنويا وتعتمد دوره الكربون الى حد كبير على:

1- تحويل ثاني اكسيد الكربون الى مركبات كربون عضويه (في الاحياء العضوية) بواسطة عملية البناء الضوئي.
2- إطلاق ثاني اكسيد الكربون اثناء التنفس الى الهواء.
3- تحلل وتعفن الحيوانات والنباتات الميتة.
4- امتصاص وإطلاق ثاني اكسيد الكربون في المحيطات.
5- استخراج المعادن الرسوبيات.

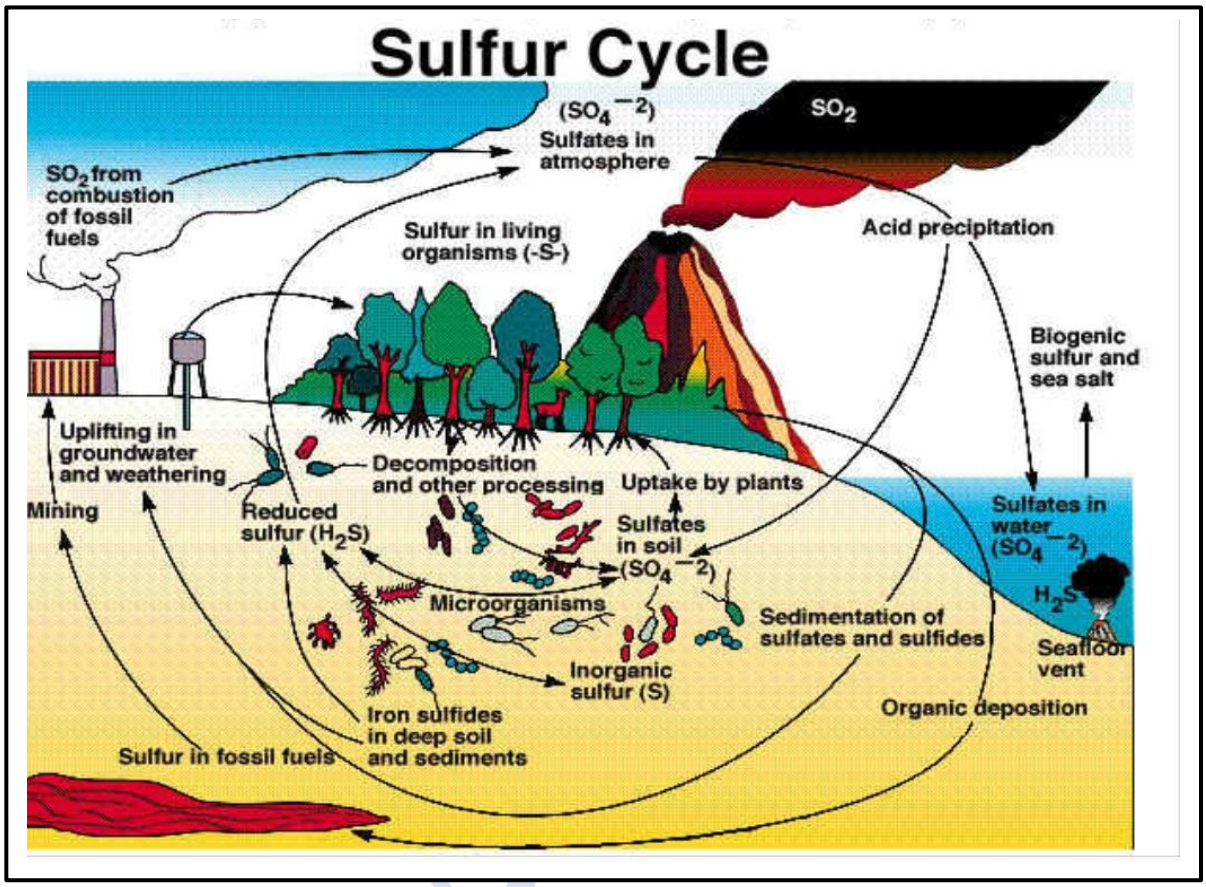
دورة الكبريت The Sulphur Cycle

يعد الكبريت من العناصر الأساسية اللازمة للكائنات الحية، وتحتوي التربة أو الكائنات الحية من نبات وحيوان على الكبريت. ويوجد في الطبيعة مصادر متعددة للكبريت أهمها:

- تحلل المواد العضوية في التربة والتي ينتج عنها مركبات الكبريت بالإضافة إلى مركبات أخرى.
- من الصخور المحتوية على الكبريت.
- البراكين والتي تنقل معها غازات الكبريت إلى مسافات بعيدة.
- التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة كالصناعة والمواصلات والتدفئة حيث تنطلق الملوثات ومن ضمنها الكبريت إلى الغلاف الغازي ويسقط الكبريت مع مياه الأمطار مكونا في بعض الحالات الأمطار الحمضية وتصل كمية الكبريت الساقطة مع مياه الأمطار في بعض المناطق حوالي 60 كغم في السنة على الهكتار الواحد. كما تذهب بعض المركبات الكبريتية مع المياه في مجاري المياه.

حيث يتواجد الكبريت بكميات كبيرة في القشرة الأرضية وكذلك في المحيط المائي، وبكميات قليلة في الغلاف الجوي ويعود سبب ذلك الى العمر القصير نسبيا لمركبات الكبريت في الهواء الذي يقدر ببضعة أيام معدودة.

وكما في المخطط ادناه:



دورة الكبريت في الطبيعة

في المحيط الارضي فان غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) يعد اهم مركب كبريتي.

ينتج بايوجينيا (Biogenetic) حيث يتأكسد هذا الغاز الى غاز ثنائي اكسيد الكبريت (SO_2). والذي بدوره ممكن ان يكون الكبريتات (SO_4^{-2}) وكما في المعادلة ادناه:

$$H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow SO_4^{-2}$$