التأثيرات الناجمة عن الدورات البايوجيوكيميائية Consequences of biogeochemical cycles:

اذا لم يحصل اي تدخل من قبل الإنسان فان الدورات الأربعة (الكربون والنيتروجين والكبريت والحديد) سوف تبقى مستقرة لآلاف السنين والتغيرات التي تحصل تكون بطيئة جدا، ولكن ازدياد الحاجة البشرية للغذاء والطاقة سوف يتعارض مع هذه الدورات، ففي بعض الأحيان يحصل تعجيل لبعض الدورات وكنتيجة لذلك سوف تتأثر مستوياتها على الكرة الأرضية.على سبيل المثال النشاطات الميكروبية سوف تعجل تكوين غازات الاحتباس الحراري (green house gases) مثل ثاني اوكسيد الكربون والميثان واوكسيد النتروز والتي تؤدي إلى رفع درجة الحرارة في الكرة الأرضية، وفيما يلي بعض التأثيرات للدورات البايوجيوكيميائية.

1- تآكل المعادن Metal corrosion

إن الأضرار الناتجة عن التآكل الميكروبي للمعادن يحدث للمعادن المغمورة أو شبه المغمورة في المياه و الترب الرطبة مثل هياكل السفن والجسور وخطوط الأنابيب التي تنقل المياه ومنتجات النفط وغيرها، وبالرغم من إن ميكانيكيات التآكل الميكروبي للمعادن غير معروفة بشكل كامل لحد الآن لكن أكثر الميكانيكيات شيوعا هي ما تفعله البكتريا المختزلة للكبريت Sulfur Reducing Bacteria(SRB) حيث ان هذه البكتريا تكون فعالة تحت الظروف اللاهوائية حيث تستهلك الكبريتات بدل من الأوكسجين (في التنفس) ، وبما إن هذه العملية تحدث بغياب الأوكسجين وان البيئة التي تحيط المعادن تكون غنية بالأوكسجين فكيف يحدث التآكل ؟

هنالك مجموعة من البكتريا تقوم بتكوين طبقة من النمو الإحيائي Biofilm على سطح المعادن فتستهلك الأوكسجين

وتوفر بيئة لاهوائية من الداخل على سطح المعدن تؤهل البكتريا المختزلة للكبريت للنمو مسببة للتآكل، وبما أن هذه البكتريا تنتشر بكثرة في البيئة لذلك فان استعمال المياه لتبريد المكائن أو لدفع النفط الخام من الآبار سوف يساهم بشكل كبير بإدخال هذه البكتريا للأنابيب.

2- تآكل الكونكريت بفعل البكتريا Microbialy induced concrete corrosion (MICC)

تآكل الكونكريت يحدث نتيجة توليد الأحماض بيولوجيا والتي تتفاعل مع الروابط التي تربط قطع الكونكريت مع بعض ، حيث إن هذه الروابط حساسة تجاه الحوامض لذلك تعمل عليها الأحياء المجهرية التي تنتج مواد ايضية ثانوية حامضية مختلفة مؤدية لتآكل الكونكريت والسيراميك وكل الأحجار الحساسة للحوامض، وغالبا ما تعود هذه للبكتريا المؤكسدة للكبريت والمنتجة لحامض الكبريتيك واهم هذه البكتريا , *Thiothrix* . *Thiomonas* *Hallothiobacillus*

3- مياه التعدين الحامضية Acid mine drainage

يعتبر البايرايت FeS_2 المصدر الرئيسي للكبريت في التربة فخلال التعدين سوف يتعرض البايرايت الموجود في الطبقات الحاوية على معادن للاوكسجين والرطوبة ويصبح مصدر للحموضة ويتكون مايعرف بالـ Acid mine drainage (AMD) وبذلك فان (AMD) يحتوي على pH اقل 2 وبهذه الحامضية فان ذائبية المعادن سوف تزداد بشكل كبير وبما ان المياه الناتجة عن التعدين سوف تذهب مع مجرى الانهار وبذلك سوف تصبح مياه الانهار محملة بالمعادن الذائبة والتي تؤثر على الحياة في الانهار وعلى

النباتات كما ان البكتريا تكون مسئولة عن هذه العملية ومن أهم أنواع البكتريا المسئولة عن AMD هي *Acidothiobacillus ferrooxidans* حيث لها دور رئيسي إضافة الى بعض البكتريا المحبة للحرارة Thermophilic bacteria مثل *Sulfolobus*و *Acidianus*

4- Nitrous oxide & earth atmosphere

إن إضافة النيتروجين للتربة كسماد باستمرار يؤدي إلى زيادة تدريجية لغاز N_2O إلى الغلاف الجوي فضلا عن مصادر أخرى وهي الوقود الاحفوري والتصنيع الكيميائي للنايلون وغيرها.

وبسبب الفعالية الميكروبية فان 1% من النتروجين المضاف سوف يتحرر على شكل غاز اوكسيد النتروز N_2O والذي يتكون عن طريق عمليتين هما (Nitrification و Denitrification)، هذا الغاز يسهم بشكل كبير في رفع درجة حرارة الكرة الأرضية (green house gases) ويساهم في تحطيم طبقة الأوزون وحيث أن هذه الغازات تقوم بامتصاص الأشعة ذات الأطوال الموجية الطويلة من الشمس بعد اصطدامها بالأرض ومن ثم تعكسها مرة ثانية بذلك تزيد من حرارة الغلاف الجوي،ويتميز هذا الغاز بطول فترة بقائه في الجو وقابليته العالية لامتصاص الموجات الطويلة من الضوء، كما أن أشعة الشمس تقوم بتحليل ضوئي لغاز اوكسيد النتروز وتحوله إلى اوكسيد النتريك (NO) الذي يساهم في تحطيم طبقة الأوزون.

5- Nitrate contamination of ground water

إن الأنظمة الزراعية المختلفة تستخدم الامونيا كسماد إضافة إلى حقول الحيوانات والدواجن كلها تؤدي إلى أنتاج مخلفات حيوانية كثيرة وغيرها تسهم بزيادة النيتروجين في التربة والمياه

الجوفية، ومع أن النيتروجين يضاف كأمونيا أو يوريا لكنها تتحول إلى نترات عن طريق البكتريا الهوائية كيميائية التغذية aerobic chemoautotrophic nitrifying bacteria والنترات تنتقل بسرعة في التربة وتصل إلى مصادر المياه و عند شرب المياه المشبعة بالنترات فان ذلك سوف يؤدي إلى حالتين مرضيتين هما :-

1- **Methemoglobinemea (Blue baby syndrome)**:
وتحصل هذه الحالة عند صغار الحيوانات والأطفال حديثي الولادة (أقل من ستة أشهر) حيث إن معدة الأطفال تكون قليلة الحامضية و لا تقتل البكتريا التي تحول النترات إلى نتريت داخل المعدة فيرتبط الاخير مع الهيموكلوبين ويمنعه من حمل الأوكسجين إلى أنحاء الجسم ويؤدي إلى حالة **(cyanosis)** حيث يتغير لون جسم الطفل إلى الأزرق وبالتالي تؤدي إلى فشل الدماغ أو الموت.

2- تكوين (**nitrousamine**) عند الكبار حيث إن زيادة نسبة النترات في المياه سوف تؤدي إلى اختزال النترات الى نتريت بالمعدة ونتيجة لارتباط النتريت مع مركبات امينية موجودة في المعدة يتكوين مركب (nitrousamine) وهو من المركبات المسرطنة.

6- الأسمدة العضوية Composting

وهي عملية تحويل المخلفات العضوية الصلبة الى أسمدة باستخدام نشاط الاحياء المجهرية في دورات العناصر المختلفة، هذا السماد يتميز بنشاط كبير للاحياء المجهرية التي تنمو بشكل متعاقب (Succession of population) وتستغرق هذه العملية حوالي أربعة أسابيع.