النيتروجين (N)

هو عنصر عديم اللون والرائحة. يوجد النيتروجين في التربة، وفي الماء الذي نشربه، وفي الهواء الذي نستنشقه.

يُعد النيتروجين أكثر العناصر وفرة في الغلاف الجوي للأرض: يمثل النيتروجين تقريبًا 78% من الغلاف الجوي. يُعد النيتروجين عنصرًا ضروريًا لجميع الكائنات الحية بما في ذلك نحن البشر.

يلعب النيتروجين دورًا أساسيًا في نمو النباتات: إذ لا تستطيع النباتات النمو مع وجود كميات قليلة من النيتروجين، حيث يؤدي هذا الأمر إلى إنتاج محاصيل زراعية قليلة، وفي نفس الوقت تتسبب الكميات الكبيرة من النيتروجين في تسمم النباتات.

يعد التوازن النيتروجين في البيئة أمر ضروري لاستمرار الحياة.

عندما تفتقر النباتات للنيتروجين، يصبح لونها أصفر، ويتوقف نموها، وتنتج ثمارًا وأزهارًا أصغر. يعمل المزارعون على إضافة أسمدة تحتوي على النيتروجين لمحاصيلهم، لزيادة نمو المحاصيل، فبدون الأسمدة النيتروجينية، يُقدّر العلماء أننا سوف نفقد ثلث المحاصيل التي نعتمد عليها في غذائنا بالإضافة إلى أنواع أخرى من المنتجات الزراعية.

ولكن من الضروري معرفة مقدار النيتروجين اللازم لنمو النباتات، حيث قد تتسبب النسب الزائدة من النيتروجين في تلويث ممرات المياه، وإلحاق الضرر بالحياة المائية.

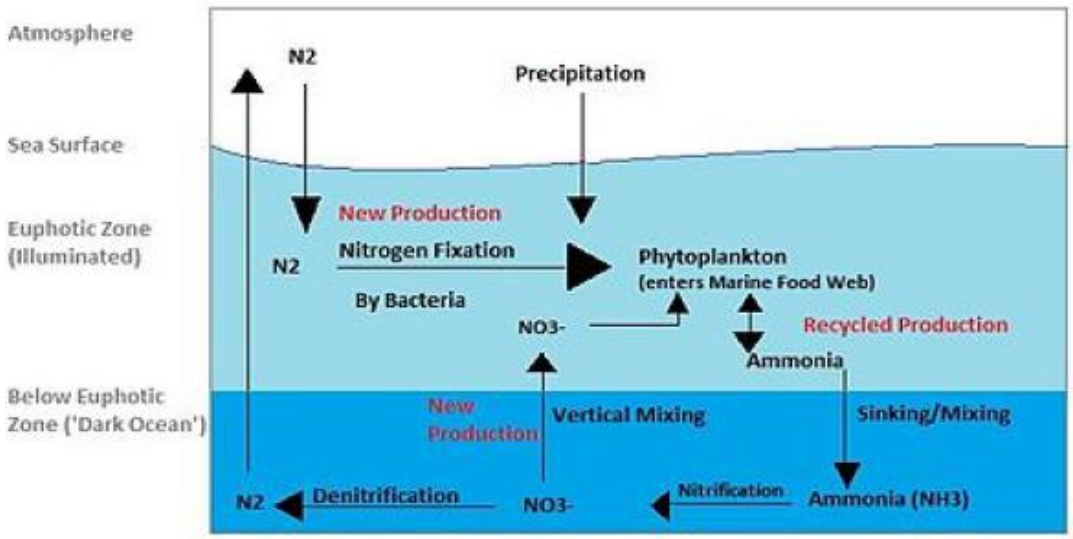
-1 مياه الامطار التي تحمل معها المركبات النتروجينية من الجو.

-2 مياه الفضلات المنزلية أوالصناعية الملوثة بهذه المركبات وخاصة فضلات صناعة الاسمدة الكيمياوية.

-3 مياه البزل من الاراضي التي يستخدم فيها مركبات النتروجين كسماد.

دورة النتروجين في البيئة المائية

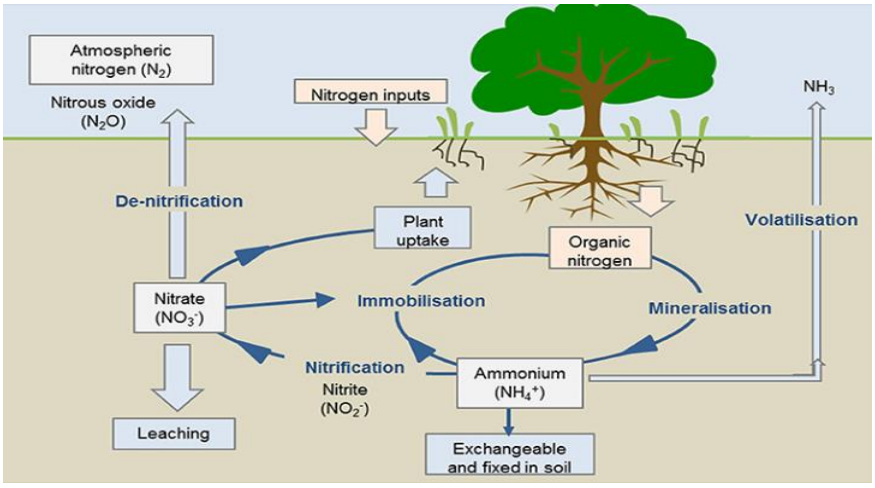
- يدخل النيتروجين إلى الماء من خلال الترسيب أو الجريان السطحي أو N_2من الغلاف الجوي.
- لا يمكن استخدام النيتروجين بواسطة العوالق النباتية كـ N_2لذلك يجب أن يخضع لعملية تثبيت النيتروجين التي يتم إجراؤها في الغالب عن طريق البكتيريا الزرقاء.
- يتم إطلاق الأمونيا واليوريا في الماء عن طريق إفرازها من العوالق. تتم إزالة مصادر النيتروجين من منطقة المضاءة عن طريق الحركة الهبوطية للمادة العضوية.
- يمكن أن يحدث هذا من غرق العوالق النباتية ، أو الاختلاط الرأسي ، أو غرق نفايات. ينتج عن الغرق إدخال الأمونيا في أعماق منخفضة أسفل منطقة المضاءة. تستطيع البكتيريا تحويل الأمونيا إلى نتريت ونترات لكنها تمنعها بواسطة الضوء لذا يجب أن يحدث هذا أسفل منطقة المضاءة



The marine nitrogen cycle

دورة النتروجين في الطبيعة

- 1- المعدنة والتثبيت
- في هذه المرحلة، ينتقل النيتروجين من الغلاف الجوي إلى التربة. يحتوي الغلاف الجوي للأرض على كمية كبيرة من غاز النيتروجين (N_2).ولكن هذا النيتروجين "غير متوفر" للنباتات، لأنه لا يمكن للنباتات استخدام الشكل الغازي بشكل مباشر دون أن يمر بمرحلة تحول. ولكي تتمكن النباتات من استخدامه، يجب أن يتحول غاز N_2 خلال عملية تسمى تثبيت النيتروجين. تحوّل عملية التثبيت النيتروجين الموجود في الغلاف الجوي إلى أشكال يمكن أن تمتصها النباتات من خلال أنظمتها الجذرية.
- في هذه المرحلة يتم تجويل النتروجين العضوي الى نتروجين غير عضوي والعكس صحيح.



- تحدث عملية التمعدن عندما تُحلل الميكروبات المواد العضوية، مثل السماد العضوي الحيواني أو النباتات المتحللة، أو المواد الحيوانية، وتبدأ في تحويلها إلى شكل من أشكال النيتروجين يمكن للنباتات استخدامه. تحصل جميع النباتات، باستثناء البقوليات على النيتروجين الذي تحتاجه من خلال التربة، وتحصل البقوليات على النيتروجين من خلال عملية التثبيت التي تحدث في عقدها الجذرية، على النحو الموضح أعلاه.

- أول شكل من أشكال النيتروجين ينتج من عملية التمعدن هو الأمونيا، NH_3، بعد ذلك يتفاعل غاز NH_3الموجود في التربة مع الماء ليكون الأمونيوم، NH_4. يبقى هذا الأمونيوم في التربة، ويصبح متوفرًا لتستخدمه النباتات التي لا تحصل على النيتروجين من خلال علاقة تثبيت النيتروجين التكافلية الموضحة أعلاه.

النـــتـــــرتـــــــة Nitrification:

تتم عملية النترتة على مرحلتين. في المرحلة الأولى يتم فيها تحول الأمونيم (NH_4^+) إلى نيتريت NO_2^- عن طريق مجموعة من البكتريا ذاتية التغذية إجبارياً و هي عبارة عن أنواع من جنس Nitrosomonas. المرحلة الثانية من عملية النترتة تقوم بها مجموعة أخرى من البكتريا ذاتية التغذية إجبارياً و هي عدة أنواع من جنس Nitrobacter و التي تعمل على تحويل النيتريت (NO_2^-) إلى نترات (NO_3^-) . إضافة إلى ذلك ، هناك القليل من الكائنات الحية الغير ذاتية التغذية و التي يمكنها أن تقوم بعملية النترتة و لكن عادةً ما تكون بمعدلات أقل بكثير ممن البكتريا ذاتية التغذية. و من الجدير بالذكر أن هناك كميات بسيطة من أكسيد النيتروز (N_2O) و أكسيد النيتريك (NO) يتم تكوينها أثناء تلك العملية.

عـكـس الـنـتـــرتـــــــة Denitrification:

على النقيض من عملية النترتة السابقة الذكر فإن عملية عكس النترتة تتم في ظروف لا هوائية ، و تلك العملية لها نوعان. النوع الأول عكس نترتة حيوية ، و النوع الثاني هي عكس النترتة الكميائية.

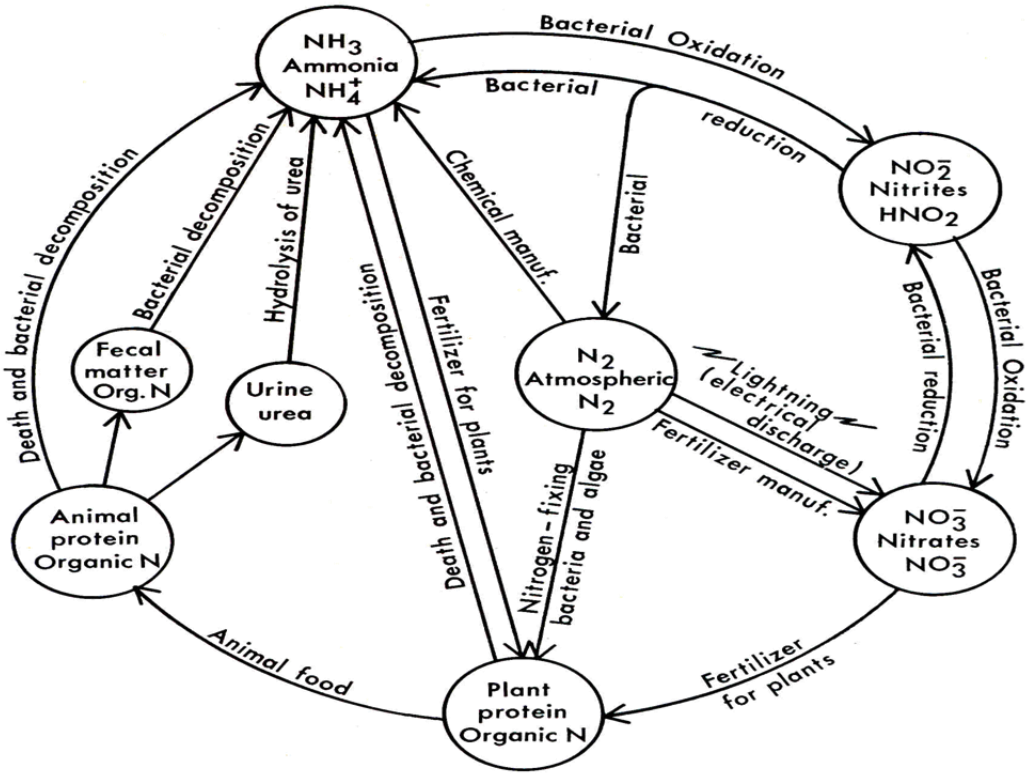
عكس النترتة الحيوية تشير إلى عمليات بيوكيميائية تتم على النترات (NO_3^-) محمولةُ إياه إلى مركبات غازية ، خلال عملية عكس النترتة تتم عملية إختزالل لكل من النترات و النيتريت إلى أكاسيد نتروجين (N_2O و NO) و كذلك إلى جزئ نتروجين (N_2) و ذلك عن طريق الكائنات الحية اللدقيقة ، تلك المكونات اغازية تكون – بطبيعة الحال – تكون غير متاحة للإمتصاص بواسطة جذور النباتات.

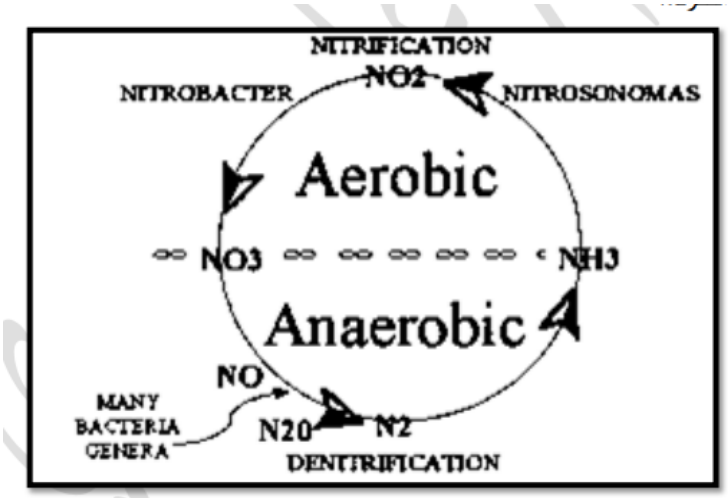
$$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O \longrightarrow N2$$

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في حجم عملية عكس النترتة ألا و هي الأكسجين و مستوى الرطوبة و تواجد النترات و كذلك الإمداد بالكربون و رقم الحموضة (pH) و قوام التربة .... و من الجدير بالذكر أن طبيعة المخلفات العضوية المحتوية على الكربون من حيث جودتها و توزيعها المكاني بالتربة ذات أهمية أيضاً في كفائة عملية عكس النترتة.

عكس النترتة الكيميائية تشير إلى نفس السلوك التفاعلي للنترات بل و نفس نواتج التفاعل أيضاً ، ولكنها تتم بدون وجود أي كائنات حية دقيقة. تلك العملية الغير بيولوجية من الأهمية بمكان في ظروف الأراضي الحامضية ، فتلك اللعملية تتم في الطبقات السفلى من التربة حيث ينخفض مستوى الأكسجين و الذي يتم الحصول علية من النترات و ذلك من دخولة في سلسلة من تفاعلات الإختزال كما سبق الإيضاح. والرسم الإيضاحي التالي يعطي صورة مختصرة لكل من عمليتي النترتة و عكس النترتة.

NITROGEN CYCLE





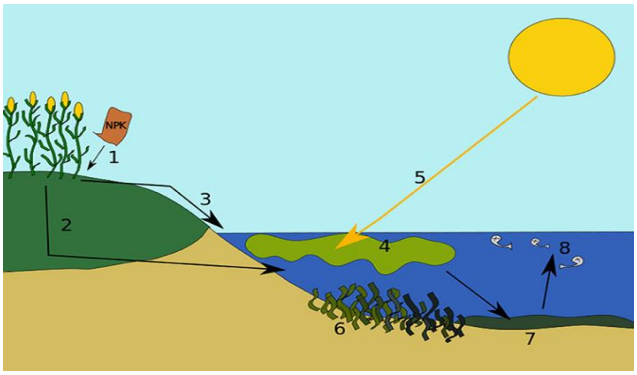
شكل توضيحي لعمليتي النترتة و عكس النترتة

ماهو فرط المغذيات ؟

- قد تتسرب كمية النيتروجين الزائدة من التربة إلى موارد المياه الجوفية، أو قد تنتقل للنظم المائية على شكل جريان سطحي للماء، وتتراكم كمية النيتروجين الزائدة هذه، وتؤدي إلى عملية تُسمى فرط المغذيات
- هو زيادة كمية المغذيات (مثل النيتروجين) الموجودة في بحيرة ما أو غيرها من المسطحات المائية، التي تتسبب في زيادة نمو أشكال الحياة النباتية المائية مثل الطحالب.
- يحدث فرط المغذيات عندما تزداد كمية النيتروجين في الماء، مما يؤدي إلى زيادة نمو النباتات والطحالب. وقد تتسبب زيادة كمية النيتروجين في تحول لون البحيرة إلى اللون الأخضر الفاتح أو ألوان أخرى، مع "أزهار" طحالب كريهة الرائحة تسمى العوالق النباتية
- عندما تموت العوالق النباتية، تتحلل بفعل الميكروبات الموجودة في الماء. تقلل عملية التحلل من كمية الأكسجين المذاب في الماء، مما قد يؤدي إلى ظهور "منطقة ميتة"، لا تحتوي على كمية كافية من الأكسجين لدعم معظم أشكال الحياة، وينتج عن ذلك موت الكائنات الحية في المنطقة الميتة نتيجة لنقص الأكسجين.
- تظهر هذه المناطق الميتة في بحيرات المياه العذبة، وأيضًا في البيئات الساحلية حيث تتدفق مياه الأنهار الغنية بالمغذيات من الصرف الزراعي (تدفق الأسمدة) إلى المحيطات

مراحل فرط المغذيات

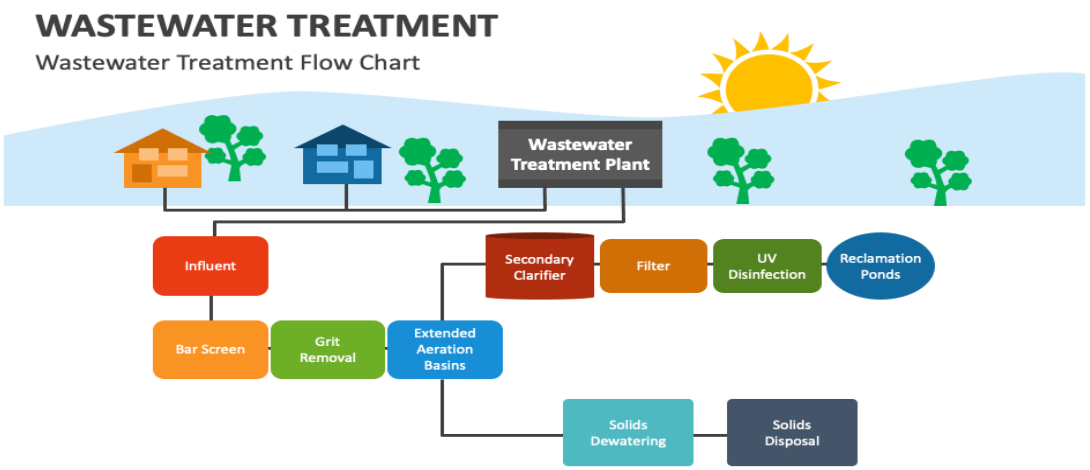
- (1) ينتهى المطاف بالمغذيات الزائدة في التربة والأرض.
- (2) تذوب بعض المغذيات في الماء وتتسرب إلى طبقات التربة العميقة أو تنتقل إليها. وفي النهاية، تُصرف إلى مسطح مائي، مثل البحيرة أو البركة.
- (3) تتسرب بعض المغذيات من فوق التربة والأرض مباشرة إلى الماء.
- (4) تساعد المغذيات الزائدة الطحالب على الإزهار.
- (5) تحجب الطحالب ضوء الشمس.
- (6) سوف تَضعُف عملية البناء الضوئي وعملية نمو النباتات تحت الماء أو ربما تتوقف.
- (7) وبعد ذلك، تموت أزهار الطحالب وتسقط إلى قاع المسطح المائي، ثم، تبدأ البكتيريا في تحليل البقايا أو تفتيتها، وتستهلك الأكسجين في هذه العملية.
- (8) تتسبب عملية التحلل في نقص الأكسجين في الماء، مما يؤدي إلى ظهور "المناطق الميتة." لا تستطيع أشكال الحياة الأكبر، مثل الأسماك، التنفس وتموت. ما يتعرض له المسطح المائي الآن هو ما يسمى بفرط المغذيات.

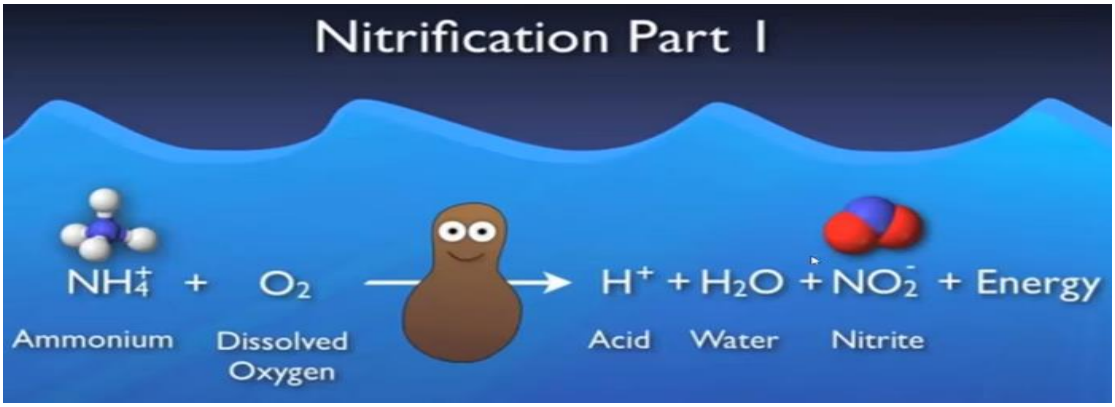


لماذا ازالة النتروجين ضرورية؟

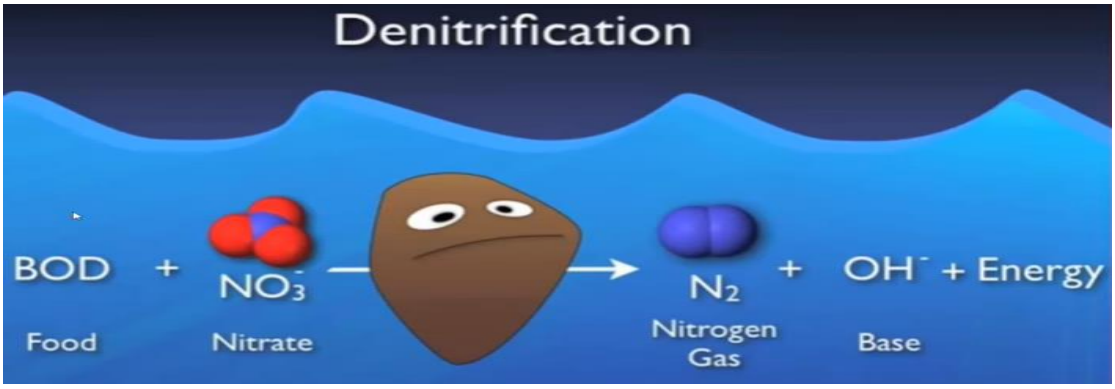
- تبين بان التعرض الطويل لمستويات عالية من النترات في مياه الشرب الى يسبب بمشاكل صحية لكبار السن والاطفال الرضع عند تناولهم وجبة حليبمياها حاوية على النترات يؤدي الى تحويل هذه النترات في معدتهم الى نتريت يمكنه الاتحاد مع جزيئات الاوكسجين في خلايا الدم الحمراء مما يؤدي الى استنزاف الاوكسجين ويمكن ان تسبب في هذه الحالة مرض خطيرا والوفاة مثل الحالة التي تسمى " متلازمة الطفل الازرق"
- ولحماية المستفيدين من مياه الشرب الملوثة بالنترات وضعت العديد من المنظمات معايير لتنظيم تركيز النترات
- حيث حددت وكالة حماية البيئة (EPA)و (WHO) ملغم/لترتركيز النترات المسموح بما لا تزيد عن 44 ملغم/لتر.

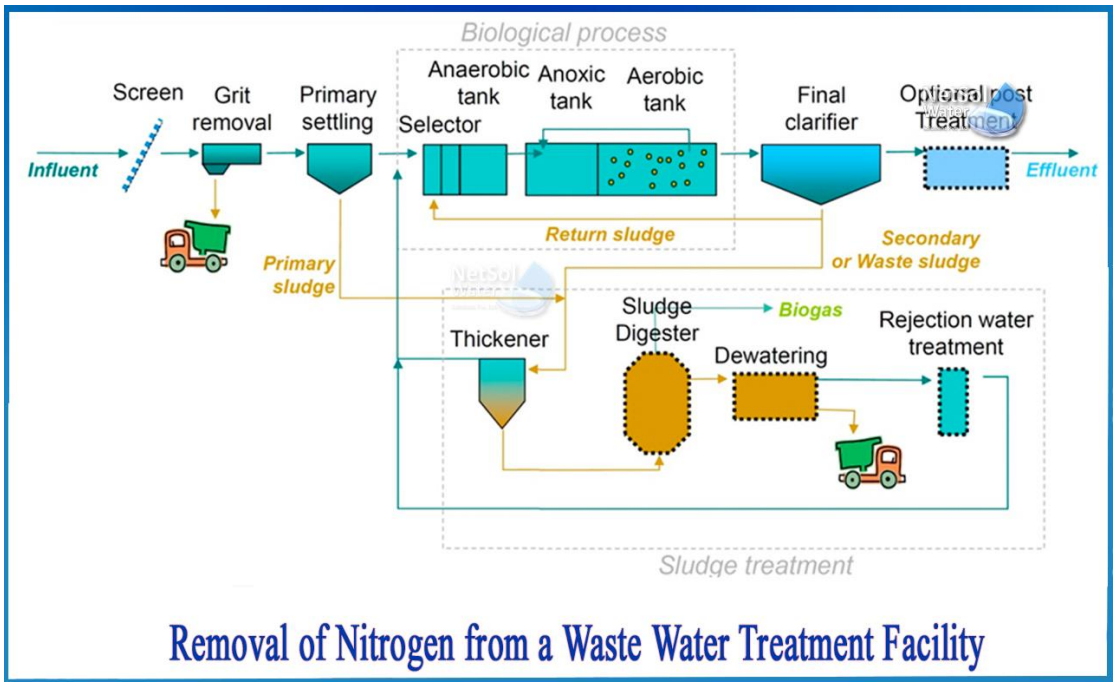
عمليتي النترجة والنترتة في محطات الصرف الصحي

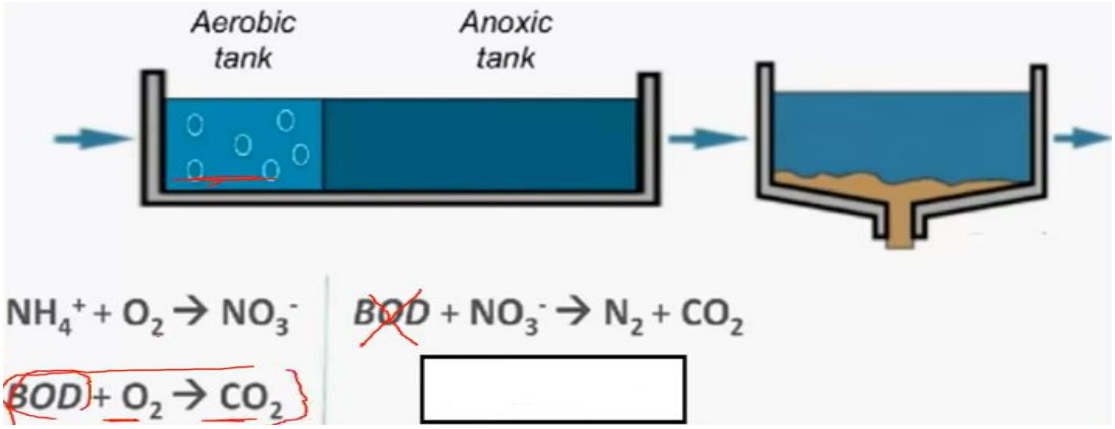

WASTEWATER TREATMENT
Wastewater Treatment Flow Chart
Wastewater Treatment Plant
Influent
Secondary Clarifier
Filter
UV Disinfection
Reclamation Ponds
Bar Screen
Grit Removal
Extended Aeration Basins
Solids Dewatering
Solids Disposal


Nitrification Part I
NH4+ + O2
Ammonium
Dissolved Oxygen
H+ + H2O + NO2- + Energy
Acid
Water
Nitrite

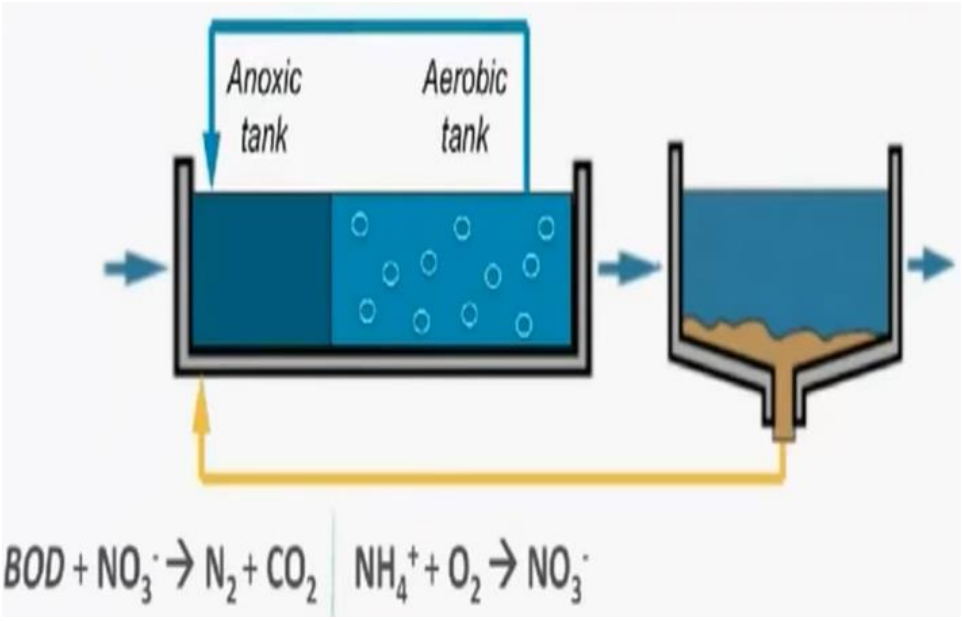
Nitrification Part 2
NO2- + O2
Nitrite
Dissolved Oxygen
NO3- + Energy
Nitrate


Denitrification
BOD
Food
+
NO_3^-
Nitrate
N_2
Nitrogen Gas
+
OH^- + Energy
Base


Biological process
Screen
Grit removal
Primary settling
Anaerobic tank
Anoxic tank
Aerobic tank
Selector
Final clarifier
Optional post Treatment
Influent
Effluent
Return sludge
Secondary or Waste sludge
Primary sludge
Thickener
Sludge Digester
Biogas
Dewatering
Rejection water treatment
Sludge treatment
Removal of Nitrogen from a Waste Water Treatment Facility



- سوف تفشل او ستكون عملية النترجة غير كاملة في حالة وضع حوض ال Aerobic tank قبل حوض ال Anoxic tank وذلك لان معظم ال BOD تم استهلاكه في الحوض الاول ومع الاوكسجين سيعطي غاز CO2فسيكون مصدر الكاربون في الحوض الثاني منعدم
- عملية اضافة الميثانول غير مجدية لانه تم استهلاك معظم ال BOD



المشاكل المتوقعة

- المشكلة الاولى: المياه الخارجة تحتوي عى الامونيا بتركيز (1-2 mg/L)السبب: هذا دليل على ان الاوكسجين غير كافي وان عملية التهوية غير كفوءة
- الحل:زيادة التهوية
- المشكلة الثانية : المياه الخارجة تحتوي على نتريت عالي NO3
- السبب: ان ال BOD قليل ولم يتم اضافة مصدر للكاربون
- الحل: اضافة مصدر كاربون مثل الميثانول