مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد 4/كانون الأول 2009، (1-12)

إزالة النترات من المياه الجوفية باستعمال المفاعل البايولوجي منقوص الأوكسجين

د سلوى حجار،استاذ حمود محمد حمود الحسين عدنان سنو

قسم البيئـة/كليـة الهندسة المدنية/جامعة حلب قسم المايكروبيولوجيا/كلية العلوم/جامعة حلب

الخلاصة

تعتبر مشكلة تلوث المياه الجوفية بالنترات من المشاكل الهامة التي يجب معالجتها كون الكثير من التجمعات السكانية تعاني نقصاً كبيراً من مياه الشرب . تم في هذه الدراسة إستعمال المفاعل البيولوجي منقوص الأوكسجين لإزالة النترات من المياه الجوفية حيث تقوم البكتريا بتحويل النترات الى نتروجين بشروط نقص الأوكسجين عند توفر المواد المغذية لها لكي تحصل على الطاقة اللازمة للقيام بذلك.

تم إستخدام خمسة أنواع من حوامل الغشاء البايولوجي داخل المفاعل وهي كلاً من الكاربون المنشط (1-3 ملم) وحبيبات من البولي ايثيلين (سمك 3 ملم وقطر 4 ملم) والبنتونايت (0.5-1 ملم) ومكعبات الخشب الأحمر (2X2X2 سم) والرمل الأسود (0.6-1.2 ملم) كما تم استخدام اربعة أنواع من المغذيات الكاربونية هي الايثانول و المولاس والغلوكوز وحامض الخليك مع إضافة أورثوفوسفات الصوديوم ثنائي الهيدروجين (NaH_2PO_4).

بينت النتائج المختبرية إن استخدام الكاربون المنشط أعطى أفضل النتائج فيما يخص إزالة النترات ،كذلك تبين ان المولاس وحامض الخليك هما أفضل المغذيات الكربونية المستخدمة لتخفيض شوارد النترات في الماء الخام ولكن المولاس قد يسبب ترسبات على جدران الأنابيب وداخل المضخات.

وصلت كفاءة إزالة النترات الى 92% عند إستخدام المولاس وبلغت 99.7% عند استخدام حامض الخليك بينما وصلت الى 54% عند إستخدام الغلوكوز.

الكلمات الدالة:- إزالة النترات ،المفاعل البايلوجي منقوص الأوكسجين ،مفاعل السرير المهيج

Removal of Nitrate from Groundwater by Anoxic Biological Reactor

Abstracts

Groundwater pollution by nitrate is considered as an important problem that must be addressed because many of the populations experiencing a big shortage of drinking water. In this study, the anoxic biological reactor is used to remove nitrates from groundwater. In this reactor, bacteria convert nitrate to nitrogen under anoxic conditions and lack of availability of nutrients to get the necessary energy. Five types of membrane bio-pregnant carrier within the reactor namely: activated carbon (1-3 mm), granules of polyethylene (thickness of 3 mm X 4 mm Dia.), bentonite (0.5-1 mm), red wood (2X2X2 cm) and black sand (0.6 - 1.2 mm) are employed. Four types nutrients namely: Four types of carbonate which are: ethanol, molasses, glucose and acetic acid with the addition of sodium ortho phosphate dihydrogen (NaH_2PO_4) are used.

Laboratory results showed that the use of activated carbon gave the best results with respect to the removal of nitrates. The results indicated also that acetic acid and molasses are the best nutrients for the reduction of nitrate ions. However, molasses may cause deposits on the inside walls of pipes and pumps.

The removal efficiency of nitrate reached to 92% when using molasses and reached to 99.7% for acetic acid while it reached 54% when using glucose.

Keywords: anoxic bioreactor, nitrate removal, ground water treatment

المقدمة

أصبحت مشكلة ارتفاع تركيز النترات في المياه الجوفية إحدى أهم المشاكل التي تواجه إمداد السكان بمياه الشرب في الكثير من دول العالم وخاصة سكان الأرياف نتيجة للنشاط الزراعي (أسمدة) والنشاط البشري والصناعي (صرف صحي- معامل-منشآت .الخ). تم القيام بالعديد من الأبحاث للوصول إلى طرق فعالة واقتصادية لتخفيف تركيز النترات في المياه الجوفية وحاولنا من خلال هذا البحث الوصول إلى طريقة اقتصادية يستطيع المواطن أن يتحمل تكاليفها دون معدات تكنولوجية مستوردة ويمكن أن يتم تنفيذها بشكل كامل محلياً.

مصادر النترات في المياه الجوفية

يوجد نتروجين النترات بشكل طبيعي في المياه الجوفية وبكميات قليلة في مياه الأمطار وتزداد هذه الكمية في المناطق التي يقوم فيها المزارعون بإستخدام الأسمدة غير العضوية والأسمدة الحيوانية في الأراضي المزروعة. بعد ري الأراضي الزراعية يمكن أن يترشح النتروجين غير المستهلك من قبل النباتات عبر التربة إلى المياه الجوفية. بالإضافة إلى أن سكان الريف كثيراً ما يستعملون الحفر الفنية للتخلص من مياه صرفهم، وإن التسربات من هذه الحفر الفنية يمكن أن تكون مصدراً للنترات التي تصل إلى المياه الجوفية. هذا بالإضافة إلى أن جميع المركبات الحاوية على النتروجين يمكن أن تتحول إلى مركبات النترات فضلاً عن أن القابلية الكبيرة لانحلال النترات في الماء وعدم ارتباطها بالتربة يجعلان تلوث المياه الجوفية بها من الأمور الشائعة.

التأثيرات الصحية للنترات على الإنسان

إن أكثر ما ترتبط التأثيرات الصحية للنترات على الإنسان مع الأطفال الرضع في الشهور الأولى، حيث أن تناولهم مع وجبة الحليب مياهاً حاوية على

النترات يؤدي إلى تحول هذه النترات في معدتهم إلى نتريت يمكنه أن يتحد مع جزيئات الأوكسجين في خلايا الدم الحمراء مما يؤدي إلى استنزاف الأوكسجين واحتمال إختناق الطفل. بعد الأشهر الستة الأولى لا يشكل عوز المثيموغلوبين تهديداً للطفل طالما أن بكتيريا تحويل النترات إلى نتريت لم تعد موجودة في معدة الطفل كما أن المرضعات لا يمررن النترات إلى رضّعهن عبر الحليب. أما بالنسبة للبالغين فإن تناول مياه الشرب الحاوية على النترات لا يشكل خطراً صحياً عليهم ومع ذلك فإن بعض الدراسات تشير إلى إمكانية حصول نزف في الطحال نتيجة التناول طويل الأمد لمياه حاوية على كميات كبيرة من النترات وأن معايير منظمة الصحة العالمية WHO تنص على أن تركيزاً للنترات أكبر من 50 ملغم/لتر يمكن أن يكون خطراً على الكبار والصغار كما يمكن لمحتوى مرتفع للنترات أن يصبح خطراً عندما يتعرض الماء الحاوي عليه إلى الغليان المتكرر وذلك لأن النتريت والنترات غيرقابلين للتبخر [2,1] .

معالجة مشكلة تلوث المياه الجوفية بالنترات

<u>منع مصادر التلوث</u>

إن منع مصادر التلوث قد يكون أكثر فاعلية على المدى الطويل من معالجة المياه الملوثة بالنترات. مثلاً الاهتمام بعملية تبطين البئر وغطائها وبطانتها، والاهتمام بنظام تصريف مياه المجاري القريبة من البئر لمنع أي تسربات منها إلى المياه الجوفية، بالإضافة إلى حفر خنادق لمنع تسرب مياه الأمطار التي تسير على سطح الأرض إلى داخل البئر، بالإضافة إلى الأخذ بتوجيهات منظمة الصحة العالمية الخاصة بترشيد استخدام الأسمدة

الآزوتية أو استخدام الأسمدة العضوية بدلاً عنها قد تكون كل هذه الأمور أفضل من معالجة المياه. يجب أن نلاحظ أن الآبار الضحلة أكثر تعرضاً للتلوث بالنترات من الآبار العميقة [3] .

طرق معالجة المياه الجوفية الملوثة بالنترات

يمكن أن تزال النترات من المياه الجوفية بالطرق الفيزياوية_الكيمياوية وبالطرق البيولوجية.

<u>الطرق الفيزياوية و الكيمياوية لإزالة النترات</u>

هنالك العديد من الطرق الفيزياوية والكيمياوية لإزالة النترات منها التناضح العكسي، التبادل الأيوني، التقطير والتشارد الكهربائي وكلها طرق معروفة وتجتمع على مبدأ واحد هو نقل التلوث من سائل ملوث إلى سائل أكثر تلوثاً يحتاج إلى التخلص منه وبمعظم الحالات يتم التخلص منه إلى المياه الجوفية مرة أخرى ولذلك تم اختيار الطريقة البيولوجية لمعالجة المياه الجوفية المحملة بالنترات[4,1] .

<u>العمليات البيولوجية لإزالة النترات من المياه الجوفية</u>

تنفذ العمليات البيولوجية لإزالة النترات من المياه الجوفية باستعمال البكتريا ذاتية التغذية أو عضوية التغذية ملتصقة على حامل للغشاء البيولوجي. في حالة استعمال البكتريا ذاتية التغذية(Autotrophic Bacteria) يتم التخلص من النترات إما بوجود الهيدروجين:

$$2NO^-_3 + 5H_2 \xrightarrow{2OH^-} 4H_2O + N_2 +$$

أو بوجود الكبريت:

$$5S + 6NO_3^- + 2H_2O \longrightarrow 3N_2 + 5SO_4^{2-} + 4H^+$$

($C_6H_{12}O_6$) كمصدر كربوني يخدم كمعطي إلكترون ويتأكسد إلى CO_2 .

أما في حالة استعمال البكتريا عضوية التغذية (Heterotrophic Bacteria) فإن هذه البكتريا تستعمل لأيضها الكربون والنتروجين، كما أنها تحصل على طاقتها من المغذيات الغنية بالكربون كالايتانول أو الميتانول أو حمض الخل أو المولاس أو الغلوكوز وبغياب الأكسجين الجزيئي عن السائل حيث يكون الوسط منقوص الأكسجين (Anoxic) فإنها تستطيع أن تختزل النترات إلى نتريت ثم إلى أكسيد نتري (Nitric Oxide) فأوكسيد النتروز ثم غاز النتروجين كما يلي [5] .

$$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O \longrightarrow N_2$$

وإن المركبات الثلاثة الأخيرة هي مركبات غازية يمكن أن تتحرر إلى الهواء الجوي، فبوجود الإيتانول يتم التفاعل الآتي:

$$12NO_3^- + 5C_2H_5OH \longrightarrow 6N_2 + 10CO_2 + 9H_2O + 12OH^-$$

ومع حامض الخليك :

$$8NO_3^- + 5CH_3COOH \longrightarrow 4N_2 + 10CO_2 + 6H_2O + 8OH^-$$

العمل المختبري

تمت هذه الدراسة في مفاعل يتألف من أسطوانة ارتفاعها 6 متر ملئت إلى منتصفها بحبيبات الحشوة التي من المفترض أن تحمل الغشاء البيولوجي(biofilm) على سطوحها حيث كان معدل التحميل السطحي 7.6 متر/ساعة وتم جريان الماء الخام محقوناً بمغذيات البكتريا على نوعين :

1-اورثو فوسفات الصوديوم ثنائي الهيدروجين (NaH2PO4) كمغذي فوسفوري .

2- المولاس أو حامض الخليك (CH_3COOH) أو الإيتانول (C_2H_5OH) أو الغلوكوز

حيث تم هذا الجريان من أسفل المفاعل إلى أعلاه بسرعة كافية لتمييع حبات السرير وجعلها معلقة في

تيار الماء الخام ضمن المفاعل ويبين الشكل(1) المفاعل المختبري. بدأ العمل بتأمين مياه للإقلاع التي تم تحضيرها في خزان مستقل لفترة زمنية مناسبة للحصول على عدد كبير من البكتريا(تم الوصول إلى مقدار أكثر من $4*10^8$ مستعمرة بكتيرية في 100 مل خلال أسبوع) ثم يتم زراعة البكتريا بإمرارها على حشوة المفاعل بدورة مغلقة ليتم تأمين إقلاع جيد للمفاعل وخلال الجريان للمياه الخام يتم تشكيل الغشاء البيولوجي الذي يتألف من عدد هائل من البكتريا وفي حالة وجود هذه البكتريا في بيئة منقوصة الأوكسجين فإنها تقوم بإستعمال أوكسجين النترات حيث ستعمل آنذاك كمستقبل إلكترون وتختزل إلى غاز النايتروجين [6].

مراحل العمل البكتيري

تم تحضير عينات من مياه الإقلاع التي تم تنشيط البكتريا فيها لزراعتها على الحامل البكتيري وتم عزل البكتريا وحضنها بواسطة الحاضنة بالشروط النظامية وأطباق الأوساط المغذية التفريقية وتم تعريفها بالطرائق الحديثة micro nut-IDS[7] ولدى قيامنا بهذا التعريف للأنواع البكتيرية

تبين وجود أربع نواع وهي مبينة في الجدول (1) . وهي تتبع لفصيلة الإمعائيات (Enterobacteriaceae) وجميع هذه الأنواع قادرة على أختزال شاردة النترات إلى نتريت [8,9] وكما هو موضح في الشكل (2).

التجارب العملية

تم إجراء العديد من التجارب العملية بإمرار ماء خام تركيز النترات فيه أكثر من 100 ملغم/ليتر، حيث كان معدل التحميل السطحي 7.6 متر/ساعة وتم إضافة المغذيات الكربونية المذكورة أعلاه وبتراكيز مختلفة وبوجود البكتريا وباستعمال عدد من الحوامل للغشاء البكتيري ضمن المفاعل وهي :

. حبيبات الكربون المنشط قطر(1-3) ملم.
. حبيبات البنتونايت أقطار (0.5-1) ملم.
. رمل أسود بأقطار (0.6-1.2) ملم.
. اسطوانات بولي إيتلين بقطر 4 ملم وارتفاع 3 ملم.
. مكعبات خشبية بابعاد (2×2×2 سم).

تمت مقارنة أداء الأنواع المختلفة لحشوات السرير المميع المذكورة أعلاه كحامل للغشاء البيولوجي حسب تغير مؤشرات كفاءة إزالة النترات وتراكيز النتريت و TDS و TOC و PO_4^{3-} في الماء المعالج وكانت النتائج كما في الجدول(2).

النتائج والمناقشة

تم تمثيل البيانات التي تم الحصول عليها في الأشكال (3-10) حيث يوضح الشكل (3) إن افضل كفاءة إزالة للنترات كانت 99.8% باستخدام الايثانول كغذي كاربوني وسرير من الكاربون المنشط ولكن تركيز الـTOC في هذه الحالة كان مرتفعاً حيث بلغ 7.1 ملغم/لتر في حين كانت كفاءة الإزالة 99.7 و92.2% وتركيز الـTOC في المياه الخارجة من المفاعل 1.9 و1.5 ملغم/لتر باستخدام حامض الخليك والمولاس كمغذي كاربوني على التوالي مما يجعل استخدامهما أفضل من الأيثانول كمصدر كاربون بالإعتماد على معدل تركيز الكاربون العضوي الكلي (TOC) كمؤشر تلوث وكما هو مبين بالشكل(4). أما الشكل (5) فيبين معدل تركيز النتريت في المياه الخارجة من المفاعل إعتماداً على مصدر الكاربون المستخدم حيث يتبين من الشكل أن كافة القيم مقبولة.

اما الشكل (6) فيبين معدل تركيز الفوسفات في المياه المعالجة وحسب نوع المغذي الكربوني، في حين يبين الشكل (7) معدل تركيز المواد الصلبة المذابة الكلية(TDS) وحسب نوع المغذي المستخدم، اما الشكل (8) فيبين تغير نسبة المغذي الكربوني الى النترات مع تغير نوع السرير المستخدم كما ويبين الشكل (9) تغير نسبة الكربون في المغذي الى

نايتروجين النترات في المياه الخام في حين يبين الشكل (10) تغير نسبة فوسفور المغذي الى نايتروجين النترات في المياه الخام ومن خلال ذلك يمكن القول انه :-

1- إن معالجة المياه الجوفية من شوارد النترات في مفاعل السرير المميع بالطريقة البيولوجية يمكن الإعتماد عليها وبكفاءة عالية وكانت البكتريا الفعالة في المفاعل هي أربعة أنواع تم ذكرها يمكن تأمينها وتنشيطها بسهولة.

2- إن استعمال الكربون المنشط كحامل للغشاء البيولوجي في المفاعل فعال جداً لسببين رئيسين :

أ-له سطح كبير تستوطن عليه البكتريا وتحتمي بين مساماته لذلك فهو سهل الإقلاع بعد توقف المفاعل عن العمل.

ب-فعال في امتصاص آثار المركبات العضوية مثل المبيدات أو الهيدروكربونات اللااستقطابية وبقايا المغذيات التي أضيفت إلى المفاعل أثناء العمل

3- في حال زيادة نمو الغشاء البيولوجي قد نحتاج إلى إجراءات غسيل بالمياه لتخفيض الضغط التفاضلي في المفاعل بحيث لا يكون هذا الغسيل زائداً لأنه يسبب إزالة الكثير من البكتريا وتخفيض كفاءة المفاعل.

4- لا بد من وجود معالجة لاحقة بعد المرحلة البيولوجية بحيث تشمل المراحل التالية :

-ترشيح بالرمال لإزالة جزئيات الكتلة الحيوية التي قد تنفصل من سطوح الحبيبات

-التعقيم للتخلص من البكتريا التي قد تخرج مع المياه الخارجة من المفاعل.

5- إن استعمال مغذي كربوني ومغذي فوسفاتي في تحضير مياه الإقلاع اختصر الزمن اللازم لإنماء البكتريا اللازمة لإقلاع المفاعل .

6- إن استعمال المولاس كمغذي كربوني هو الأكثر اقتصادية كما أن كفاءته عالية جداً ولكن له بعض المساوئ من ناحية الترسبات التي يمكن أن يشكلها على الأنابيب وداخل المضخات .

7- إن حمض الخل هو الأفضل كمغذي كربوني حيث أعطى كفاءة عالية جداً كما أن المياه الناتجة كانت مطابقة للمواصفات القياسية السورية .

8- إن استعمال الإيتانول كمغذي كربوني أعطى كفاءة ممتازة بالنسبة لتخفيض النترات ولكن لا ينصح باستعماله كون بقية المؤشرات الناتجة عن المعالجة غير مطابقة للمواصفات وخاصة فيما يتعلق بقيمة الكربون العضوي الكلي TOC.

9- إن الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ مناسب كمغذي كربوني من الناحية الإقتصادية ولكن كفاءته منخفضة نوعما بالمقارنة مع الأنواع الأخرى .

10-لا بد من الإنتباه بشكل كبير على الإضافة المناسبة للمغذيات كي لا تؤدي إلى نتائج سلبية بالنسبة لباقي المؤشرات ولذلك لا بد من وجود مراقبة دقيقة لنتائج المعالجة بهذه الطريقة .

11- إن النسب المثالية لإضافة المولاس وحمض الخل والغلوكوزالى النترات لانجاح العملية هي 1.47، 0.69 و0.64على التوالي.

12- إن كفاءة المعالجة بالطريقة البيولوجية كانت 92% للمولاس 99% لحمض الخل و 54% الغلوكوز.

5 إن انفراد نوع واحد من البكتريا التي تم عزلها في المعالجة لم يكن كافيا للحصول على معالجة بيولوجية فعالة .

6 وقد تمت مقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها مع بعض النتائج الموجودة في بعض المراجع العلمية وكما هو مبين في الجدول (3).

الإستنتاجات والتوصيات

1 .أعطت اسطوانات البولي ايتلين كحامل للغشاء البيولوجي نتائجا مقبولة في تخفيض النترات وكان

قيمة مؤشر NO^{2-} تساوي 0.09 ملغم/لتر وكانت قيمة مؤشر TDS 577l ملغم/لتر. احتاجت المعالجة بوجود هذه الاسطوانات إلى نسبة مغذي كربوني هي الأكبر بين جميع الحشوات فكانت نسبة المولاس إلى NO^{3-} هي 2.3 وبالتالي ترك المغذي في الماء كمية من TOC غير مقبولة وصلت إلى 7.5 ملغم/لتر وهي قيمة تقع خارج الحدود المسموحة في المواصفات القياسية السورية لمياه الشرب لعام 2007 التي تصل إلى 5 ملغم/لتر.

2.عند إستعمال حامل الغشاء البكتيري من الرمل الأسود أو حبيبات البنتونايت أو المكعبات الخشبية كانت كفاءة المعالجة للنترات متدنية كما أن كمية النتريت في الماء المعالج كانت كبيرة عند استعمال كلا"من البنتونايت أو الرمل الأسود .

3.كانت نتائج المعالجة بوجود الكربون المنشط الحبيبي بأقطار (1-3 ملم) كحامل للغشاء البكتيري هي الأفضل حيث كانت جميع قيم النترات في الماء المعالج ضمن الحدود المسموحة وجميع قيم النتريت والفوسفلت و TDS ضمن الحدود المسموحة بينما ارتفعت فقط بعض قيم TOC عن الحدود المسموحة وذلك في حالة استعمال الايتانول كمغذي كربوني إذ وصلت القيمة الوسطية لـ TOC في هذه الحالة إلى 7.1 ملغم/لتر.

وبذلك يكون الكربون المنشط الحبيبي هو أفضل أنواع الحشوات للسرير المميع منقوص الأكسجين المستعمل للمعالجة البيولوجية لشوارد النترات في المياه الجوفية.

المصادر

1- سلوى حجار، 2006، "معالجة مياه الشرب"، منشورات جامعة حلب – مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، ص 365.

2-M.MC Casland et al ,2005" Nitrate: Health effects in Drinking water".

3- Mimesoto department of Agriculture USA 2006 - drinking water protection series ; nitrate contamination - what is the cost.

4-Degremont 1991, "water treatment handbook" water and the environment p.p.1220.

5-Techobanoglous G. et al, 1991, "water engineering treatment disposal and reuse", McGraw – HILL. Inc p.p 432.

6-Tebbutt T.H.Y., 2006, "Advances in water engineering "Elsevier applied science publishers p.p.180-187 UK.

7-Clesceri L. S., GREENBERG A. E., EATON A. D., 1998, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington , 20th edition, 1220 pages

8-Postgate J (1998)" Nitrogen fixation", 3rd ed. Cambridge University Press A. K.

9- Shelton, D.R. and Ya. A. pachepsky (2005), "Effect of manure on Escherichia coli Attachment to soil", Beltsville Agricultural Research Center , Water Resource. Res.

10- IWW ،2007 "CES Consulting Engineers"

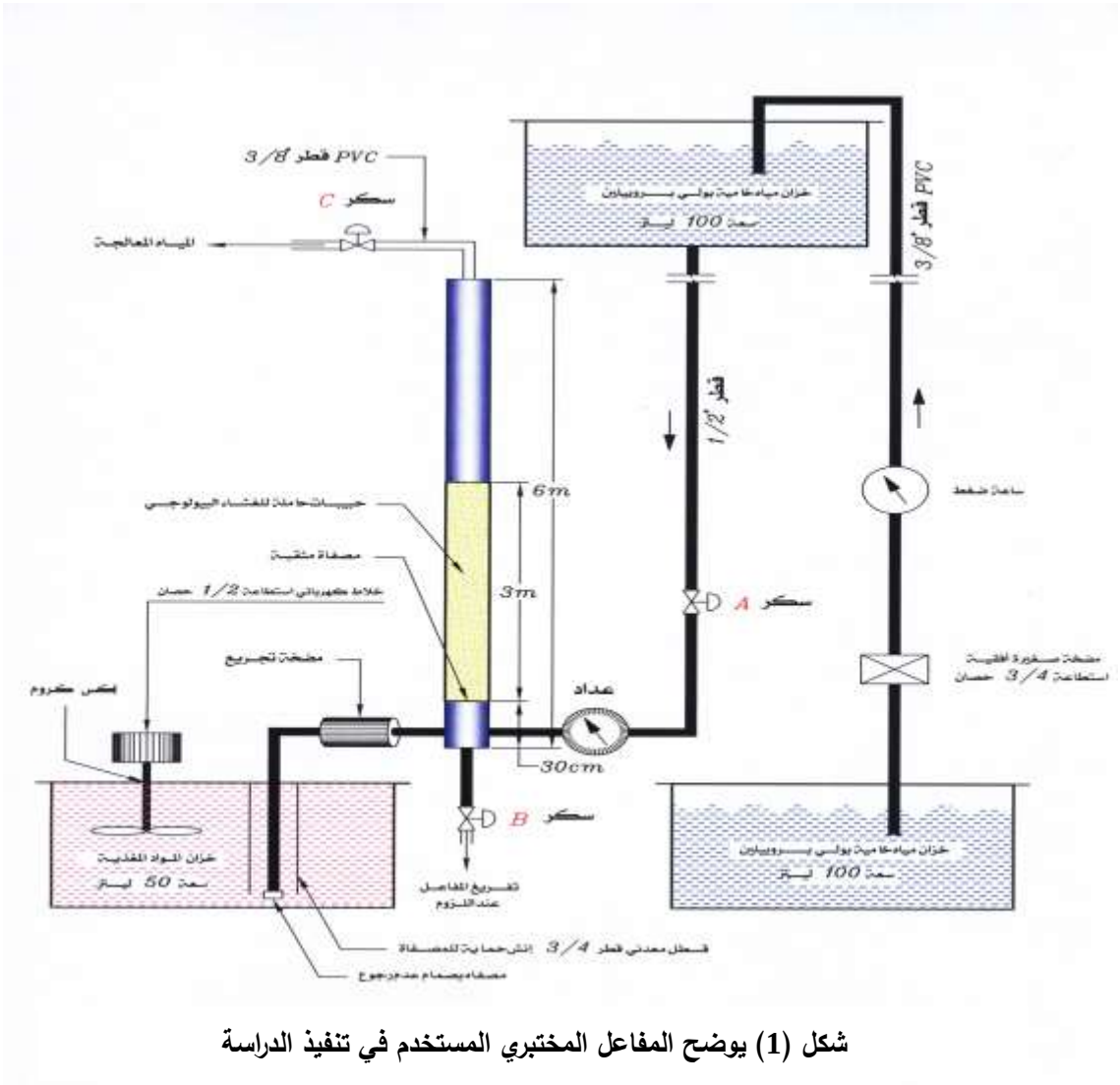
"دراسة ازالة النتروجين في محافظة ريف دمشق (المرحلة الاولى رقم10064".

11- Mohammed F. Dahab and Young Woom Lee. ,1992, "Nitrate removal from water supplies using biological dentrification" , J. of WPCE Vol. 60

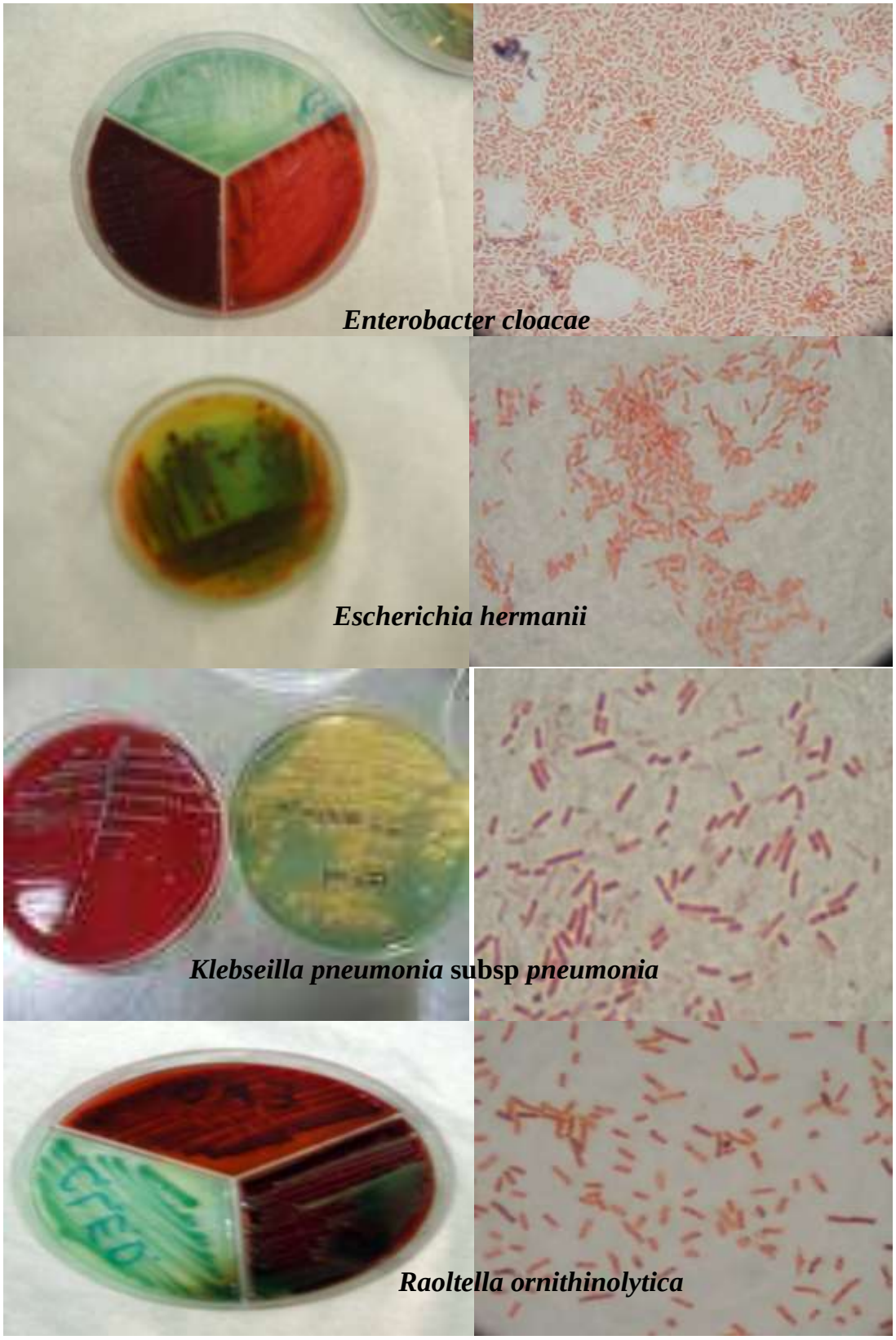
12-Blaszczyk M., Przytocka M., and Mycielski R., 1981, "Denitrification of high concentration of nitrites and nitrate in synthetic medium with different sources of organic carbon". Act a microbiological polonica, 30, 49-58.

13- Teran H., 1981, "Toxonomic study and distribution of denitrifying bacteria in lake kizaki ", Microbial Abst. 16 pp139-144. Mohseni Bandpi, D.J. Elliott, 1999, "Denitrification of groundwater using acetic acid as carbon source", Water science Technology, vol.40 N.2 pp 53-59.

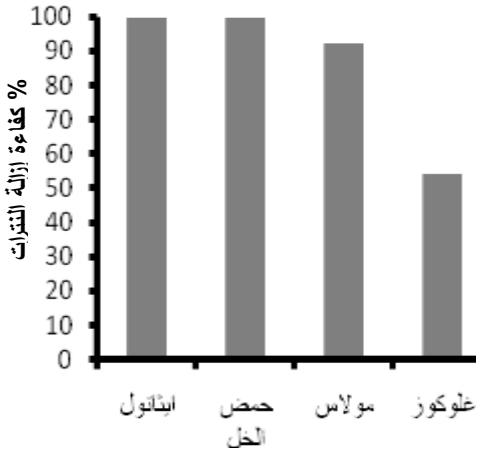
14- Mark A. Reinsel, Maxwell K Botz, 2004, "(Anoxic Biotreatment Cell)" Patent Storm, United States Patent 5908555.



شكل (1) يوضح المفاعل المختبري المستخدم في تنفيذ الدراسة

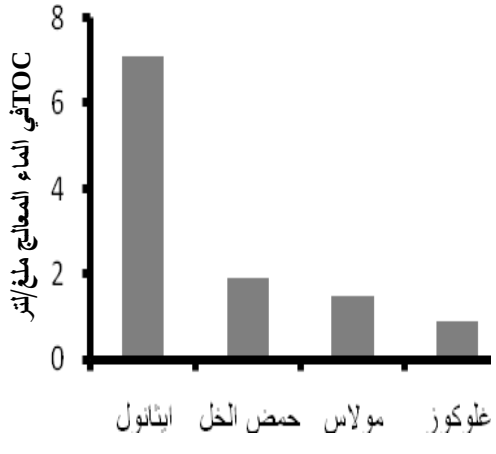


شكل (2) يوضح صور البكتريا المستخدمة في تنفيذ الدراسة



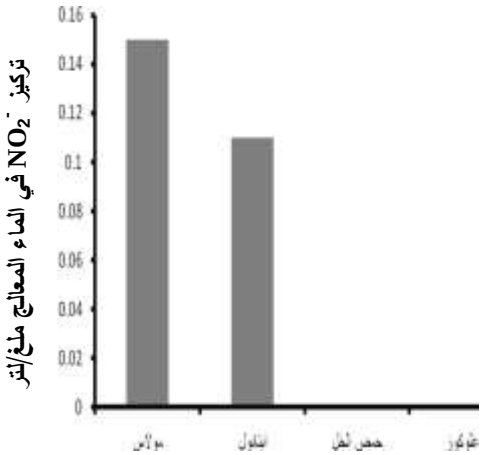
المغذي الكاربوني

شكل (3) تغاير كفاءة إزالة النترات بتغير نوع المغذي الكربوني المستخدم



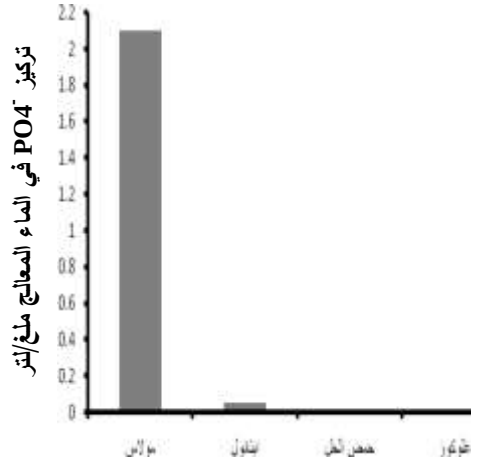
المغذي الكاربوني

شكل (4) تغاير معدل TOC في الماء المعالج حسب نوع المغذي الكربوني



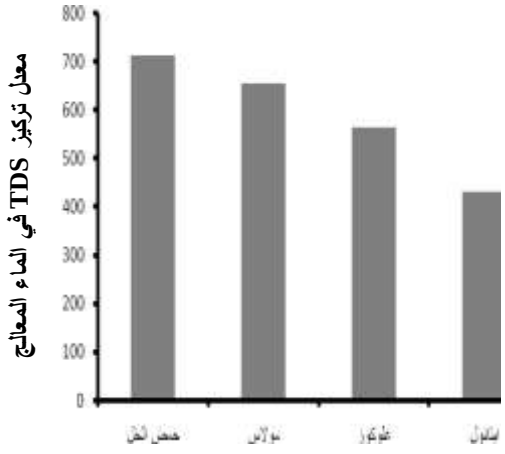
المغذي الكاربوني

شكل (5) تغاير تركيز النترات في الماء المعالج بتغير نوع المغذي الكربوني المستخدم



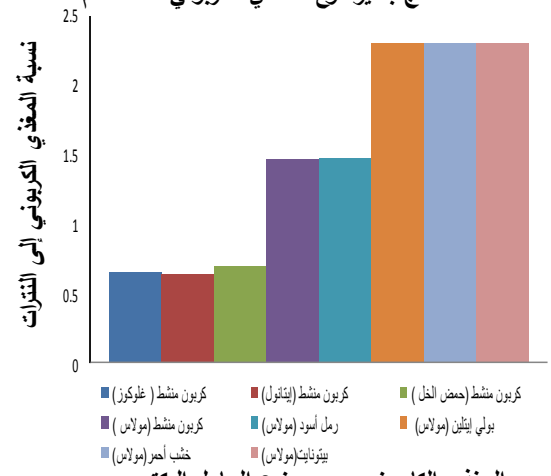
المغذي الكاربوني

شكل (6) تغاير تركيز الفوسفات في الماء المعالج بتغير نوع المغذي الكربوني المستخدم



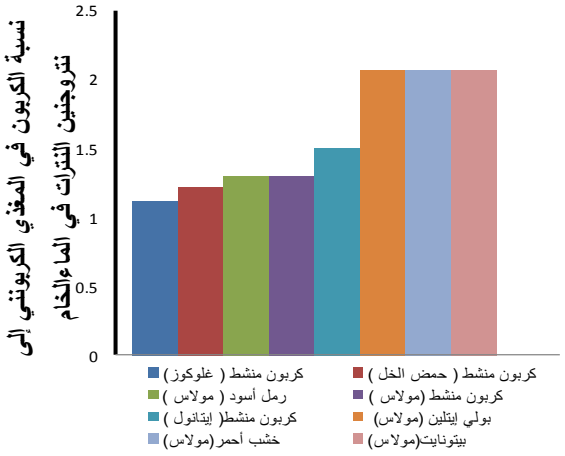
المغذي الكاربوني

شكل (7) تغاير تركيز TDS في الماء المعالج حسب نوع المغذي الكربوني



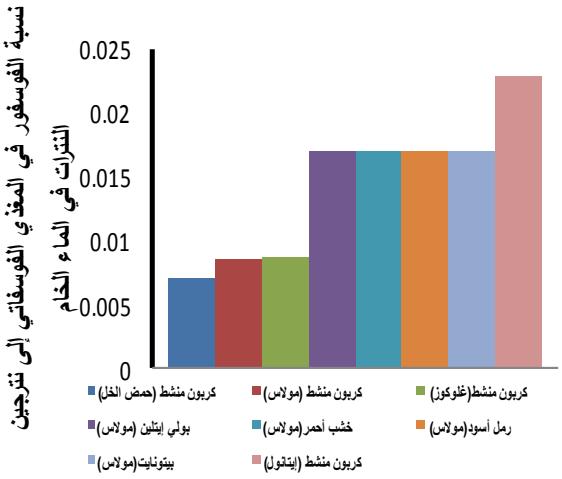
المغذي الكاربوني وحسب نوع الحامل البكتيري

شكل (8)تغاير نسبة المغذي الكربوني الى النترات وحسب الحامل البكتيري المستخدم



المغذي الكاربوني وحسب نوع الحامل البكتيري

شكل (9) تغاير نسبة الكاربون في المغذي الكربوني الى نايتروجين النترات في الماء الخام



المغذي الكاربوني وحسب نوع الحامل البكتيري

شكل (10) تغاير نسبة الفسفور في المغذي الكربوني الى نايتروجين النترات في الماء الخام

جدول (1) انواع البكتريا واعدادها

نوع البكتريا	التعداد cfu في 100 مل
Enterobacter cloacae	$7.7x10^7$
Escherichia hermannii	$4.6x10^7$
Klebseilla pneumoniae	$3.1x10^7$
Raoltella ornithinolytica	$4.6x10^7$

جدول (2) نتائج الدراسة الحالية

حامل الغشاء البيولوجي	كربون منشط 1–3 ملم				أسطوانات بولي إيتيلين قطر 4 ملم ارتفاع3 ملم	قطع خشب أحمر 2x2x2 سم	حبيبات بنتونايت بأقطار 1–0.5 ملم	رمل أسود بأقطار 1.2–0.6 ملم
المغذي الكربوني	إيتانول	مولاس	حمض الخل	غلوكوز	مولاس	مولاس	مولاس	مولاس
جرعة المغذي الكربوني ملغم/لتر	52.6	166.6	96	70	266.6	266.6	266.6	266.6
جرعة المغذي الفوسفاتي ملغم/لتر	1.67	0.83	0.83	0.83	1.67	1.67	1.67	1.67
No_3^- في الماء الخام ملغم/لتر	82	113.1	140	110	115	115	115	180
كفاءة الإزالة للنترات %	99.8	92.2	99.7	54	65	22	44	44
وسطي NO_2^- في الماء المعالجملغم/لتر	0.11	0.15	0	0	0.09	0.03	11.8	12.2
وسطي PO_4^{3-} في الماء المعالج ملغم/لتر	2.1	0.05	0.014	0	0.02	0.67	0	-
وسطي TOC في الماء المعالج ملغم/لتر	7.1	1.5	1.9	0.9	7.5	23.8	5.2	-
وسطي TDS في الماء المعالج ملغم/لتر	430	656	713	565	577	508	637	-
نسبة المغذي الكربوني إلى النترات	0.64	1.47	0.69	0.64	2.3	2.3	2.3	1.48
نسبة الكربون إلى نتروجين النترات	1.5	1.3	1.22	1.12	2.06	2.06	2.06	1.3
نسبة الفوسفور إلى نتروجين النترات	0.023	$8.2x10^{-3}$	$6.8x10^{-3}$	$8.6x10^{-3}$	0.017	0.017	0.017	0.017

جدول (3) مقارنة بين نتائج الدراسة الحالية ونتائج دراسات سابقة[14,13,12,11,10]

<table>
<tr><th colspan="2">النتائج في المراجع العلمية</th><th>نتائج هذا البحث</th></tr>
<tr><td>الجهة التي قامت بالبحث</td><td>نتائج البحث</td><td rowspan="2">نسبة حمض الخل إلى نتروجين النترات كانت (3)</td></tr>
<tr><td>الشركة الألمانية IWW2007</td><td>نسبة حمض الخل إلى نتروجين النترات تتراوح بين (5−3.6)</td></tr>
<tr><td>محمد ذهب1992</td><td>نسبة كربون المغذي الكربوني إلى نتروجين النترات C/N=(1.5)
(في مفاعل سرير ثابت)</td><td>نسبة كربون المغذي الكربوني إلى نتروجين النترات
<table>
<tr><td>المغذي الكربوني</td><td>حمض الخل</td><td>الغلوكوز</td><td>المولاس</td></tr>
<tr><td>النسبة C/N</td><td>1.2</td><td>1.12</td><td>1.3</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>منشأة دي بلانك آرت في بلجيكا 1993</td><td>ارتفاع المفاعل 5.24 متر
ارتفاع الرمل 2.7 متر
قطر حبيبات الرمل 0.5-0.25 ملم
سرعة الجريان 20 متر/ساعة</td><td>ارتفاع المفاعل 6 متر
ارتفاع الرمل 3 متر
قطر حبيبات الرمل 0.6−1.2 ملم
سرعة الجريان 7.6 متر/ساعة</td></tr>
<tr><td>دراسات في اليابان</td><td>البكتريا الفاعلة لتحويل النترات إلى نتروجين حر N_2
تسمى عصيات القيح الأزرق P.AERUGINOSA</td><td rowspan="5">بالنسبة لهذا العمل تم عزل أربعة أنواع من البكتريا كانت سائدة أثناء عمل المفاعل في إزالة النترات وتحويلها إلى نتروجين غازي وهي
−1− Echerichia hermannii,
−2− Enterobacter cloacae,
−3−Raoultella Ornithinolytica,
−4−Klebsiella pnemoniae Subsp.Pnemoniae</td></tr>
<tr><td>BLASZCYK 1980</td><td>البكتريا المسيطرة في مفاعله
P.fluoresence
P.mendocina,
P.stutzeri</td></tr>
<tr><td>باندبي وإيللوت + تران</td><td>البكتريا المسيطرة في مفاعلهما هي عصيات سلبية الغرام Pseudomonas
تمت الدراسة في مفاعل الأقراص الدوارة منقوص الأكسجين</td></tr>
<tr><td>تشو بانوغلوس وبورثون</td><td>البكتريا المرجعة هي :
Lactobacilus, Flavoba-cterium, Brevilac-terium,Aerobacter Alcaligenes Achromobacter Bacillus , spirilium,pseudomonas ,protens Micrococcus
تمت الدراسة على مياه المجاري</td></tr>
<tr><td>مارك رينسل و ماكسويل بونز2004</td><td>البكتريا هي بكتريا اختيارية:
Facultation amaerobes</td></tr>
</table>