ICCPGE-2016, 1, 797-804

# إزالة النترات من مياه الآبار الملوثة بمدينة زليتن باستخدام مفاعل الدنترة الحيوي

حسين رمضان ديهوم[*1]، عبد السلام ابراهيم رفيدة [2]، عمر الطاهر شيتة[3]
[1]قسم الأحياء، كلية التربية، الجامعة الأسمرية الاسلامية، زليتن، ليبيا
[2]كلية التقنية الطبية، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا
[3]مركز بحوث التقنيات الحيوية، الطويشة، طرابلس، ليبيا
*البريد الإلكتروني: hrd00218925379484@gmail.com

**ملخص البحث**

هدفت هذه الدراسة الى التعرف على تركيز أيون النترات في مياه بعض الآبار بمدينة زليتن، وذلك لإمكانية معالجة المياه للتخلص من النترات الملوثة باستخدام وحدات معالجة معملية حيوية **Bioreactors** تعمل تحت نظام التدفق الحيوي العمودي (**VFB**) مع استخدام مواد ساندة مثل الحصى مع مادة **PVC** المحبب أو الكربون ذو المصدر النباتي **activated charcoal**، وذلك لنمو البكتيريا وتكوين الأشرطة الحيوية الدقيقة **Biofilm** داخل وحدات المعالجة والتي تقوم بعملية الدنترة الحيوية وفقد النترات في صورة غازات نيتروجينية.

أظهرت نتائج تحاليل مياه الآبار ارتفاع في تركيز أيون النترات في ستة آبار ضمن سبعة عشر بئر شملتها الدراسة، ليصل أعلى تركيز للنترات الى 190ملجم/لتر، كما أظهرت نتائج تطبيق وتشغيل وحدات المعالجة الحيوية المعملية كفاءة إزالة للنترات بنسبة 59.5% في وحدة المعالجة (1)، المحتوية على المادة الساندة الحصى مع مادة **PVC** المحبب، وبدون تلقيح الوحدة بالمعلق البكتيري. وكفاءة إزالة للنترات بنسبة 80% في وحدة المعالجة (2)، المحتوية على المادة الساندة الحصى مع مادة **PVC** المحبب، مع تلقيح الوحدة بالمعلق البكتيري. وكفاءة إزالة للنترات بنسبة 76% في الوحدة المعملية (3)، المحتوية على الكربون ذو المصدر الخشبي**activated charcoal** مع تلقيح الوحدة بالمعلق البكتيري.

ومن نتائج التجارب المعملية السابقة نلاحظ أن الطريقة الحيوية تعتبر مثالية وفعالة في إزالة النترات من المياه الملوثة، وأن المادة الساندة الحصي مع مادة **PVC** المحبب أو فحم الخشب تعتبر مواد ساندة مثالية لنمو وتكوين الأشرطة الحيوية الدقيقة **Biofilm**، وأن تلقيح الوحدات المعملية بالبكتيريا امرا ضروريا بالرغم من إمكانية نمو وتكوين الأشرطة الحيوية الدقيقة من الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في البيئة الطبيعية **Microbiota**.

***الكلمات المفتاحية:*** (النترات، المياه الجوفية, الدنترة الحيوية)

## 1. المقدمة: Introduction

يعتبر تلوث المياه من المشاكل البيئية المتكررة والمتنامية والتي تهدد البيئة والصحة العامة، ويعد أيون النترات ($NO_3^-$) من الأيونات الشائعة في المياه وارتفاع تركيزها في إمدادات المياه عن الحدود المسموح بها محليًا وعالميًا (45 ملجم/لتر نترات) يعتبر سامًا للكائنات الحية **[1]**، وينتجُ عنها حدوث بعض الأخطار الصحية كمرض ازرقاق الأطفال (Methemoglobinemia)، والتعرض للأورام السرطانية كأورام الجهاز الليمفاوي، والجهاز البولي والمعدة، وأخطار بيئية تعرف بظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication)، ففى دراسة تحليلية لمياه آبار مزدة، تبين أن تركيز النترات بين 0.79 - 321.15 ملجم/لتر، وأن 31.81% من إجمالي العينات تجاوز الحد الأقصى للملوث **[2]**، كما أوضحت دراسة أجريت على مياه آبار حقل الحساونة المغذى لمشروع النهر الصناعي، أن متوسط تركيز

النترات يصل إلى 68 ملجم/لتر **[3]**، كما تشير الدراسات أن مياه الفضلات الصناعية، كصناعات البتروكيماويات والمعادن والمخصبات الزراعية ومعامل معالجة مياه البلدية، مياههما تحتوى كميات عالية من النترات **[4]**، وتشير بعض الدراسات لإمكانية معالجة حوالي 80% من المياه الملوثة والمستعملة في الأغراض المنزلية والصناعية، حيث تمثل مورداً هاماً إذا أمكن توفيره بتقنيات مجدية اقتصادياً ومقبولة بيئياً **[5]**، فاستخدام التقنيات الحيوية، بواسطة عملية الدنترة الحيوية (Biodenitrification) لإزالة النترات من المياه، حيث تلعب الكائنات الحية الدقيقة دوراً فعالا بتواجدها في كتل حيوية (Biomass)، وأشرطة رقيقة حيوية (Biofilms) لصقة بمواد ساندة داخل وحدات المعالجة **[6]**، وتشير الدراسات أن بكتيريا الدنترة منتشرة في الطبيعة، حيث يستعمل الإيثانول أو الميثانول أو الجلوكوز، كمصدر للكاربون بوحدات المعالجة **[6،7]**، ففي دراسة لإزلة النترات من المياه الصناعية ببكتيريا *Thiobacillus denitrifican MP-1*، كانت كفاءة إزالة النترات بنسبة 97.5% **[8]**، وفي دراسة أخرى باستخدم خليط من (PVC) ومسحوق الكربون النشط (PAC) كمادة ساندة، حيث حققت التجربة كفاءة إزالة عالية للنترات بنسبة 99 % **[9]**، وتهدف هذه الدراسة الى:

1- التعرف على تركيز أيون النترات ($NO_3^-$) في بعض الآبار المستخدمة في منطقة الدراسة.

2- إمكانية التخلص الحيوي من التركيزات الزائدة من النترات في المياه باستخدام التقنيات الحيوية.

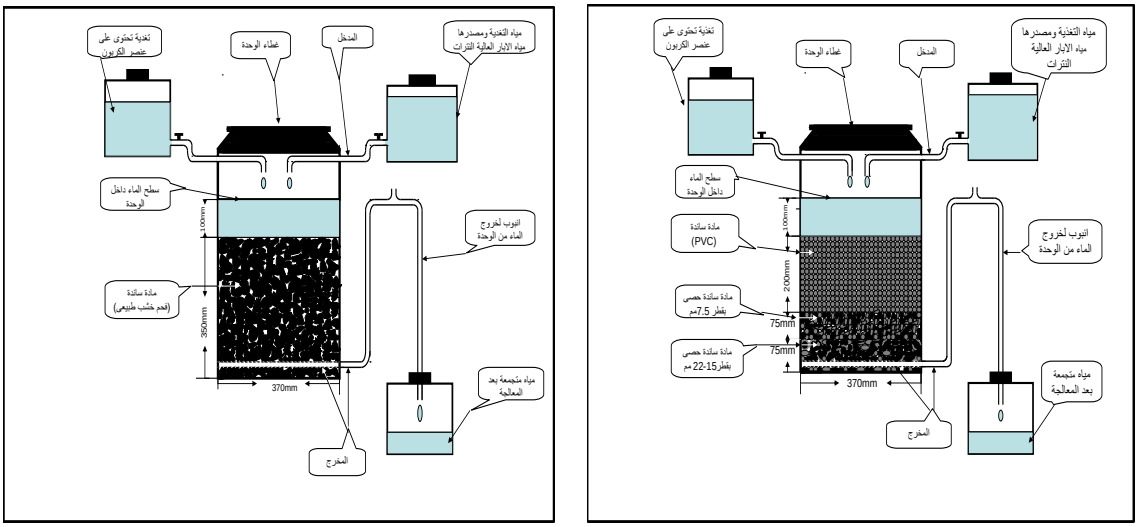
3- الحصول على مياه آمنة وصالحة للاستعمال المنزلي والزراعي، لتحقيق الإستفادة المثلى منها إقتصاديًا وبيئيا.

## 2. مواد وطرق البحث Material And Methods

أجريت هذه الدراسة في منطقة زليتن، حيث تم تجميع عينات المياه من سبعة عشر بئرا شملتها الدراسة وتقدير تركيز النترات فيها، ومعالجة مياه المصدر الأعلي نترات داخل وحدات معملية حيوية خاصة.

### 1.2 تصميم وإعداد الوحدات المعملية (Bioreactor Set-up and Design)

تم تصميم عدد ثلاثة وحدات معملية بلاستيكية اسطوانية الشكل مقفلة تماما، أي تعمل تحت النظام اللاهوائي (Anaerobic)، كما في الشكل(1)، حيث وضع داخل وحدتي المعالجة **(1)** ، **(2)** المواد الساندة للكتلة الحيوية، طبقتين من الحصى والبلاستيك المحبب (PVC)، ووضع داخل وحدة المعالجة **(3)** الفحم الخشبي الطبيعي المحبب (Activated Charcoal)، وكانت الوحدات تعمل تحت زمن الاحتفاظ الهيدروليكي الثابت (HRT) عند 4 أيام (بتدفق ثابت 12 لتر/يوم).




وحدة المعالجة المعملية (2),(1) Bioreactor وحدة المعالجة المعملية (3) Bioreactor

**شكل (1): رسم تخطيطي مقطعي لوحدات المعالجة المعملية Bioreactors .**

**2.2 إعداد وتنمية البكتيريا المستعملة في التجارب:**

تم تنمية البكتيريا دون التركيز على نوعية معينة، والتحضين تحت الوسط اللاهوائى، وإمدادها بالمغذيات كمصدر للطاقة والكربون في صورة سكر جلوكوز، ثم تلقيح الوحدات المعملية **(2) , (3)** باللقاح البكتيري.

**3.2 طرق التحليل Analytical Techniques**

تم تقديردرجة التفاعل (pH) لعينات المياه بواسطة جهاز (Jen Way 3310, pH Meter)، وتقدير النترات الذائبة($NO_3^-$) باستخدام تقنيات التحليل الطيفي بواسطة جهاز (Jen Way 6305, UV)، كما تم تقدير الكربون العضوي الكلى الذائب باختبار Spectrophotometer بجهاز (HacH DR LANGE X 10N 500).

**4.2 تجميع العينات من وحدات المعالجة :**

تم تجميع عينات من المياه الداخلة والخارجة من وحدات المعالجة كل خمسة أيام وذلك لتقدير النترات والرقم الهيدروجيني، وبمعدل عشرة أيام لتقدير تركيز الكربون العضوي الكلي، وذلك خلال فترة التشغيل والتي استغرقت حوالي أربعة أشهر متتالية.

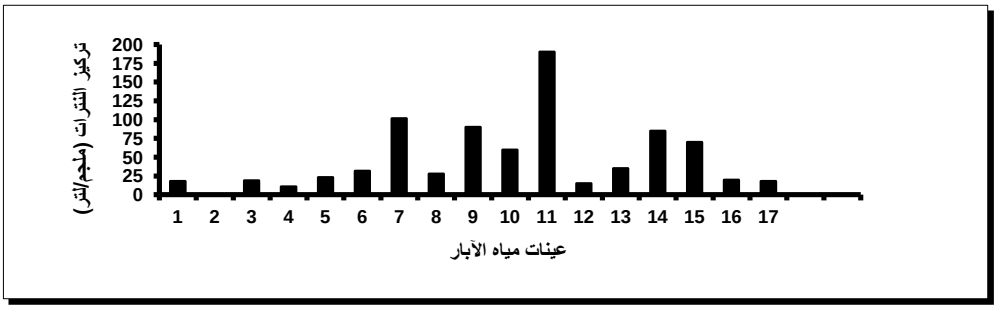
**3. النتائج والمناقشة: Results and Discussion**

**1.3 تركيز النترات ($NO_3^-$) في مياه الآبار :**

من خلال النتائج في الجدول (1) والشكل (2)، نلاحظ ارتفاع تركيز النترات في ستة آبار من عدد سبعة عشر بئرا، وهذا يمثل ما نسبته 32.3% آبار ملوثة بالنترات من مجموع الآبار، وأن أعلى قيمة للنترات سجلت في العينة رقم W11 بتركيز 190 ملجم/لتر نترات، وهو بئر سطحي يقع داخل مخطط المدينة.

**جدول (1): تركيز النترات والرقم الهيدروجيني في مياه الآبار:**

| رقم البئر | عمق البئر (متر) | تركيز النترات (ملجم/لتر ) | الرقم الهيدروجيني (pH) |
|---|---|---|---|
| W1 | 200 | 18 | 7.34 |
| W2 | 70 | 0.7 | 7.47 |
| W3 | 184 | 19 | 7.31 |
| W4 | 180 | 11 | 7.34 |
| W5 | 28 | 23 | 7.60 |
| W6 | 25 | 31.65 | 7.65 |
| W7 | 10 | 101.6 | 7.77 |
| W8 | 25 | 28 | 7.70 |
| W9 | 40 | 90 | 7.31 |
| W10 | 30 | 60 | 7.42 |
| W11 | 14 | 190 | 7.77 |
| W12 | 10 | 15 | 7.46 |
| W13 | 25 | 35 | 7.16 |
| W14 | 25 | 85 | 7.26 |
| W15 | 30 | 20 | 7.52 |
| W16 | 20 | 70 | 7.60 |
| W17 | 120 | 18 | 7.76 |



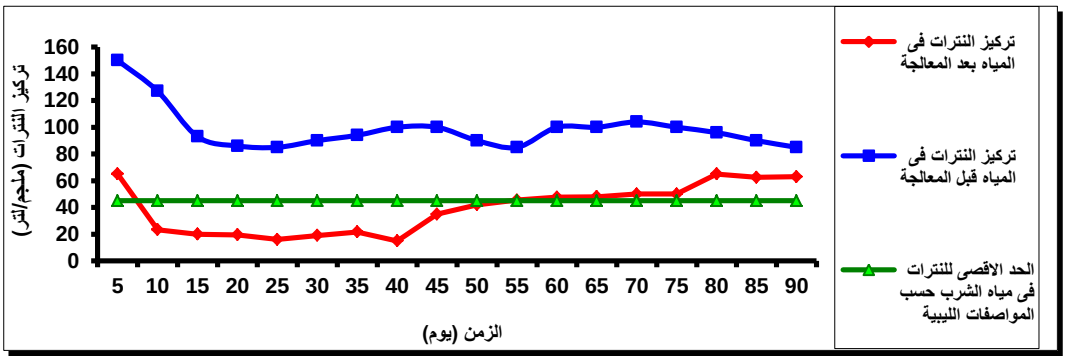

**شكل (2): تركيز النترات ($NO_3^-$) في آبار المياه الجوفية التي شملتها الدراسة.**

### 2.3 تركيز النترات ($NO_3^-$) في المياه المعالجة بالوحدة (1):

من خلال الجدول (2) والشكل (3)، نلاحظ انخفاض تركيز النترات إلى 3.5 ملجم/لتر أثناء عملية التدوير نتيجة لتواجد البكتيريا المستهلكة للنترات في مياه البئر، ثم الى التركيز 23.3 ملجم/لتر بعد 10 أيام من التشغيل، ثم انخفاض تدريجي مع مرور الزمن، وهذا يعد دليلا على زيادة فعالية عملية المعالجة، وهذه النتائج تدل على نجاح نوعي لعملية المعالجة الوحدة للتخلص من التركيزات المرتفعة للنترات رغم عدم تلقيح الوحدة بالبكتيريا، بكفاءة إزالة 59.5%، وتتفق هذه الدراسة مع دراسة سابقة، حيث لوحظ إمكانية نمو وتكون الأشرطة الحيوية بدون التلقيح، وبكفاءة إزالة للنترات بنسبة 90% **[10]**.

**جدول (2): تركيز النترات، وقيم (pH)، ونسبة إزالة النترات في عينات المياه المعالجة بالوحدة (1):**

| العينة | الزمن (يوم) | تركيز النترات في البئر قبل المعالجة (mg/L) | تركيز النترات بعد المعالجة (mg/L) | الرقم الهيدروجيني(pH) | نسبة إزالة النترات |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 150 | 3.5 | 7.77 | 97.7 |
| 2 | 1 | 150 | 4.7 | 7.71 | 96.9 |
| 3 | 5 | 150 | 65 | 7.63 | 56.7 |
| 4 | 10 | 127 | 23.3 | 7.66 | 81.6 |
| 5 | 15 | 93 | 20 | 7.70 | 78.5 |
| 6 | 20 | 86 | 19.5 | 7.65 | 77.3 |
| 7 | 25 | 85 | 16 | 7.61 | 81.2 |
| 8 | 30 | 90 | 19 | 7.52 | 78.9 |
| 9 | 35 | 94 | 21.7 | 7.40 | 77 |
| 10 | 40 | 100 | 15 | 7.42 | 85 |
| 11 | 45 | 100 | 35 | 7.46 | 65 |
| 12 | 50 | 90 | 42 | 7.45 | 53.3 |
| 13 | 55 | 85 | 45.5 | 7.50 | 46.5 |
| 14 | 60 | 100 | 47.6 | 7.50 | 52.4 |
| 15 | 65 | 100 | 48 | 7.55 | 52 |
| 16 | 70 | 104 | 50 | 7.50 | 52 |
| 17 | 75 | 100 | 50 | 7.55 | 50 |
| 18 | 80 | 96 | 65 | 7.60 | 32.3 |
| 19 | 85 | 90 | 62.5 | 7.55 | 30.6 |
| 20 | 90 | 85 | 63 | 7.50 | 25.9 |




**شكل (3): تركيز النترات ($NO_3^-$) في المياه قبل وبعد المعالجة بالوحدة (1)**

ومن خلال الجدول (2) و(3)، نلاحظ أن إضافة الكربون لوحدة المعالجة ضعفي تركيز النترات في الماء (C/N ratio = 3.28) ، وأن نسبة استهلاك الكربون الى استهلاك النتروجين (C/N ratio = 2.5)، وهذا يدل على نشاط ونمو البكتيريا بدون تلقيح الوحدة بالمعلق البكتيري، وتتفق هذه التجربة مع دراسة بينت أن نسبة استهلاك الكربون الى النترات عند 2 وبإزالة قصوى للنترات بنسبة 77% **[11]**.

**جدول (3): تركيز الكربون العضوي الكلى (TOC) للمياه قبل وبعد المعالجة بوحدة المعالجة (1).**

| العينة | الكربون العضوي الكلى في مياه التغذية (mg/l) | الكربون العضوي الكلى في مياه البئر (mg/l) | الكربون العضوي الكلى في المياه بعد المعالجة (mg/l) | نسبة استهلاك الكربون العضوي الكلى داخل وحدة المعالجة (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 325 | 43.20 | 250 | 32.1 |
| 2 | 325 | 43.20 | 76 | 79.4 |
| 3 | 325 | 43.20 | 270 | 26.6 |

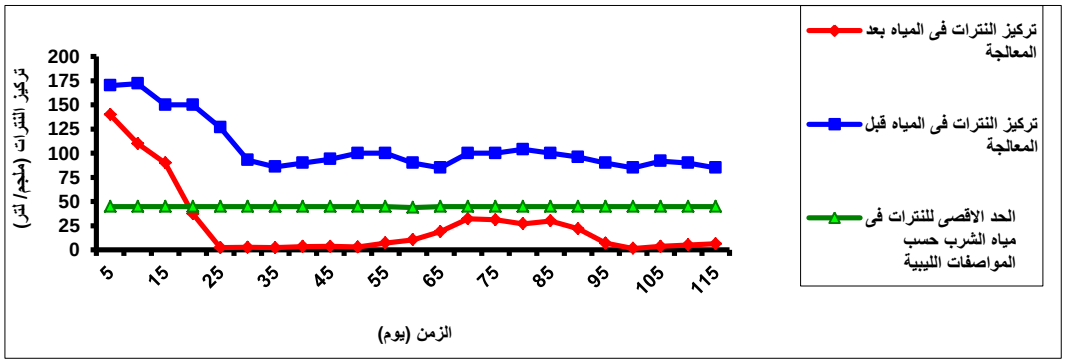
**3.3 تركيز النترات ($NO_3^-$) في المياه المعالجة بالوحدة (2):**

من خلال النتائج الواردة في الجدول (4) والشكل (4)، نلاحظ انخفاض تركيز النترات إلى 3.2 ملجم/لتر أثناء عملية التدوير، نتيجة لنمو وتواجد البكتيريا اللاهوائية، ثم انخفاض النترات الى 37.5 ملجم/لتر بعد عشرون يوم من بداية التشغيل، ويعزى بطء إزالة النترات لعدم استقرار نظام Biofim، ثم انخفاض النترات الى 2.4 ملجم/لتر بعد 25 يوم من بداية التشغيل، ثم انخفاض النترات الى تركيز 1.5 ملجم/لتر، نتيجة لإعادة تلقيح الوحدة المعملية، وهذه النتائج تدل على نجاح عملية المعالجة بكفاءة 80%، وهذه الدراسة تتفق مع تجربة تمت باستخدام الحجر الجيري، والجلوكوز كمصدر للكربون والطاقة، بإزالة للنترات بنسبة 90 -99% **[12]**.

**جدول (4): تركيز النترات، وقيم (pH) ونسبة إزالة النترات في عينات المياه المعالجة بالوحدة (2)**

| العينة | الزمن (يوم) | تركيز النترات فى البئر قبل المعالجة | تركيز النترات بعد المعالجة | الرقم الهيدروجيني(pH) | نسبة إزالة النترات (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 190 | 3.25 | 7.61 | 98.3 |
| 2 | 1 | 190 | 42.5 | 7.50 | 77.6 |
| 3 | 5 | 170 | 140 | 7.28 | 17.7 |
| 4 | 10 | 172 | 110 | 7.38 | 36.3 |
| 5 | 15 | 150 | 90 | 7.45 | 40 |
| 6 | 20 | 150 | 37.5 | 7.66 | 75 |
| 7 | 25 | 126.7 | 2.4 | 7.69 | 98.1 |
| 8 | 30 | 93 | 2.8 | 7.71 | 96.5 |
| 9 | 35 | 86 | 2.4 | 7.68 | 97.2 |
| 10 | 40 | 90 | 3.5 | 7.71 | 96.1 |
| 11 | 45 | 94 | 3.75 | 7.65 | 96 |
| 12 | 50 | 100 | 3 | 7.75 | 97 |
| 13 | 55 | 100 | 7.2 | 7.70 | 92.8 |
| 14 | 60 | 90 | 10.5 | 7.55 | 88.3 |
| 15 | 65 | 85 | 19 | 7.56 | 77.6 |
| 16 | 70 | 100 | 32.2 | 7.4 | 67.8 |
| 17 | 75 | 100 | 31.2 | 7.52 | 68.8 |
| 18 | 80 | 104 | 27 | 7.45 | 74 |
| 19 | 85 | 100 | 30 | 7.3 | 70 |
| 20 | 90 | 96 | 22 | 7.5 | 77 |
| 21 | 95 | 90 | 7.1 | 7.42 | 92 |
| 22 | 100 | 85 | 1.5 | 7.6 | 98.2 |
| 23 | 105 | 92 | 3.7 | 7.3 | 96 |
| 24 | 110 | 90 | 5.18 | 7.3 | 94.2 |
| 25 | 115 | 85 | 6.3 | 7.21 | 92.6 |

من خلال الجدول (4) و(5) نلاحظ أن إضافة عنصر الكربون لوحدة المعالجة تقريبا ضعفي النترات ($C/NO_3^-$ ratio = 3.28)، أما نسبة استهلاكه كانت الضعفين، وهذا يدل على نشاط الكائنات الحية الدقيقة ، وهذه الدراسة تتفق مع دراسة سابقة التي توصلت لبنسبة(C/N ratio = 2.7 – 5.3) **[13]**.




شكل (4): تركيز النترات ($NO_3^-$) قبل وبعد المعالجة بالوحدة (2).

جدول (5): تركيز الكربون العضوي الكلى (TOC) للمياه قبل وبعد المعالجة بوحدة المعالجة (2).

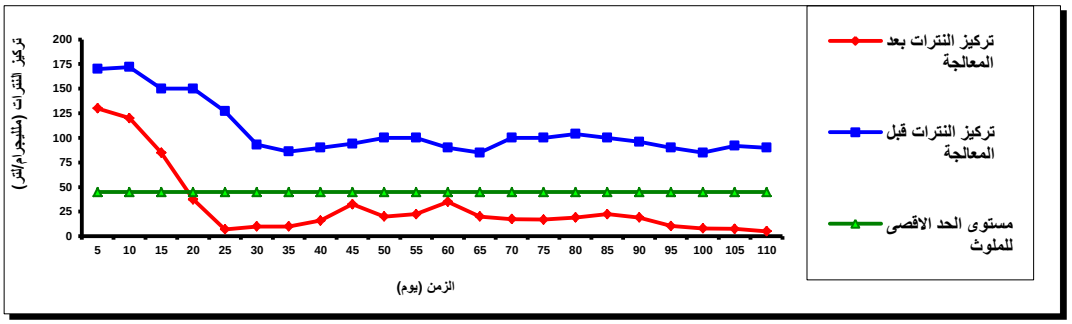
| العينة | الكربون العضوي الكلى في مياه التغذية | الكربون العضوي الكلى في مياة البئر | الكربون العضوي الكلى في المياه بعد المعالجة (mg/L) | نسبة استهلاك الكربون العضوي الكلى داخل وحدة |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 325 | 43.20 | 200 | 45.7 |
| 2 | 325 | 43.20 | 50 | 86.5 |
| 3 | 325 | 43.20 | 45 | 87.8 |

جدول (6): تركيز النترات والرقم الهيدروجيني ونسبة إزالة النترات في المياه المعالجة بالوحدة (3).

| العينة | الزمن (يوم) | تركيز النترات في البئر قبل المعالجة (mg/L) | تركيز النترات بعد المعالجة (mg/L) | درجة التفاعل pH | نسبة إزالة النترات (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 190 | 3.75 | 7.70 | 98 |
| 2 | 1 | 190 | 45 | 7.66 | 76.3 |
| 3 | 5 | 170 | 130 | 7.68 | 37.4 |
| 4 | 10 | 172 | 120 | 7.65 | 30.2 |
| 5 | 15 | 150 | 85 | 7.50 | 43.4 |
| 6 | 20 | 150 | 37.5 | 7.45 | 75 |
| 7 | 25 | 126.7 | 7 | 7.40 | 94.5 |
| 8 | 30 | 93 | 10 | 7.40 | 89.2 |
| 9 | 35 | 86 | 10 | 7.35 | 88.4 |
| 10 | 40 | 90 | 16 | 7.30 | 82.2 |
| 11 | 45 | 94 | 32.5 | 7.35 | 65.4 |
| 12 | 50 | 100 | 20 | 7.40 | 80 |
| 13 | 55 | 100 | 22.5 | 7.35 | 77.5 |
| 14 | 60 | 90 | 35 | 7.32 | 61.1 |
| 15 | 65 | 85 | 20 | 7.32 | 76.5 |
| 16 | 70 | 100 | 17.5 | 7.35 | 82.5 |
| 17 | 75 | 100 | 17 | 7.40 | 83 |
| 18 | 80 | 104 | 19 | 7.35 | 81.7 |
| 19 | 85 | 100 | 22.5 | 7.35 | 77.5 |
| 20 | 90 | 96 | 19 | 7.32 | 80.2 |
| 21 | 95 | 90 | 10.5 | 7.30 | 88.3 |
| 22 | 100 | 85 | 8 | 7.25 | 90.6 |
| 23 | 105 | 92 | 7.5 | 7.20 | 91.8 |
| 24 | 110 | 90 | 5 | 7.20 | 94.5 |

### 4.3 تركيز النترات في المياه المعالجة بوحدة المعالجة (3):

خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (6) والشكل (5)، نلاحظ انخفاض تركيز النترات إلى 3.75 ملجم/لتر أثناء عملية التدوير، هذا الانخفاض نتيجة لنمو وتواجد البكتيريا اللاهوائية داخل وحدة المعالجة، وبع عشرون يوم من التشغيل وصل التركيز إلى اقل من المستوى الأقصى للملوث، والحصول على كفاءة إزالة كلية بنسبة 76%، وتتفق هذه الدراسة مع دراسة باستخدام (Activated Charcoal)، بنسبة إزالة 81.31% **[14]**.




**شكل (5): تركيز النترات في المياه قبل وبعد المعالجة بوحدة المعالجة (3).**

ومن بيانات الجدول (6) و(7) نلاحظ أن نسبة استهلاك عنصر الكربون (C/$NO_3^-$ratio = 3.28)، وهذه النسبة تساوى تقريبا نسب استهلاك الكربون الى النترات في كل وحدات المعالجة، وتتفق هذه الدراسة مع دراسة سابق التي تحصل فيها على نسبة 3.7 = C/Nratio **[9]**.

**جدول (7): تركيز الكربون العضوي الكلى (TOC) للمياه قبل وبعد المعالجة بالوحدة (3).**

| العينة | الكربون العضوي الكلى في مياه التغذية (mg/L) | الكربون العضوي الكلى في مياة البئر (mg/L) | الكربون العضوي الكلى في المياه بعد المعالجة (mg/L) | نسبة استهلاك الكربون العضوي الكلى داخل وحدة المعالجة (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 325 | 43.20 | 75.3 | 79.5 |
| 2 | 325 | 43.20 | 18.9 | 95 |
| 3 | 325 | 43.20 | 40 | 89 |

### 4. الخلاصة والاستنتاجات Summary and Conclusions

تبين نتائج الدراسة، إرتفاع تركيز النترات في ستة آبار من عدد سبعة عشر بئرا شملتها الدراسة، ليصل تركيز النترات في أحد الآبار إلى 190ملجم/لتر، وأن كل الآبار العالية النترات آبار سطحية لا تتجاوز أعماقها 40م وجميعها تقع داخل مخطط المدينة، من نتائج تجارب المعالجة الحيوية نلاحظ أن أعلى نسبة لإزالة النترات كانت في وحدة المعالجة **(2)** المحتوية على المادة الساندة الحصى مع مادة (PVC) مع التلقيح البكتيري بنسبة 80%، ثم وحدة المعالجة **(3)** المحتوية على مادة Activated Charcoal مع التلقيح البكتيري بنسبة 76%، ثم وحدة المعالجة (1) المحتوية على الحصى ومادة PVC وبدون تلقيح بكتيري بنسبة 59.5%، وتبين من النتائج أن المعالجة الحيوية طريقة فعالة لإزالة نترات المياه، وأن التلقيح البكتيري لوحدات المعالجة يعتبر أمراً ضرورياً للحصول على كفاءة عالية لإزالة النترات، بالرغم من نمو (Biofilm) المحتمل وجوده في البيئات الطبيعية.

### 5. التوصيات Recommendations

1- إصدار التشريعات والقوانين التي تنضم استغلال مصادر المياه وحمايتها من التلوث، وإلزام والشركات التشاركيات الصناعية للقيام بالمعالجة الأولية لمياه الصرف الصناعية قبل طرحها في المجارى العامة.

2- تبنى أساليب وبرامج لتطوير وتطبيق التقنيات الحيوية البيئية للتخلص من مثل هذه الملوثات.

3- دراسة المجموعات البكتيرية الملوثة للمياه في البيئة المحلية وخاصة المياه المعالجة، وإمكانية استخدام هذه الأنواع في عمليات المعالجة الحيوية للتخلص من ملوثات المياه.

**المراجع: References**

**[1] المواصفات القياسية الليبية رقم(82) لمياه الشرب** (1992). المركز الوطني للمواصفات القياسية, ليبيا.

**[2] الوكواك، عبد السلام على** (2006). دراسة تحليلية لتلوث المياه الجوفية بأيوني النترات والنتريت وبعض الخواص الكيميائية والفيزيائية في آبار شعبية مزدة. رسالة ماجستير، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، ليبيا.

**[3] الغرياني، سعد احمد** (2002). دراسة ظاهرة ارتفاع النترات في آبار منطقة الحساونة، جهاز النهر الصناعي.

**[4] Kahader, F. and Rabah, J.** (2003). Denitrification of high-strength nitrate wastewater using Fluidized-Bed Biofilm, Unversity Nebraska-Lincoln.

**[5] Shuval, H.** (1994). The rule of wastewater recycling and reuse in water resources mangement under conditions of scarcity, Proceedings of the VIIIIWRA Congress. nov 21 - 25, 1994 Cairo, Egypt .

**[6] Rittmann, B. E. and McCarty, P. L.** (2001). Environmental Biotechnology. McGRAW-Hill, Biological Sciences Series, Singapora, pres .

**[7] Susana Cortez, Pilar Texieira, Rosario Oliveira and Manual Mota**, (2000). Denitrification activity of activated sludge in suspension and in biofilm .

**[8] Zhao, Z, Qiu, W., Koenig, A., Fan, X and Gu, J.D** (2004). Nitrate removal from saline water using Autotrophic denitrification by the bacterium *Thiobacillus denitrificans MP*-1, *Environmental Tech.*, 25 (10): 1201-1210.

**[9] Vrtovsek, J. and Ros, M.** (2006). Denitrification of ground water in the biofilm reactor with a specific biomas support material, *Acta Chim. Slov*, 53: 396 - 400.

**[10] De La Rua, A., Rodelas, B., Gonzalez-Lopez, J.** (2007). Influence of temperature on microbial colonization of clayey schist as a support media of a submerged filter groundwater denitification, *Water Sci. Technol*, 55 (8-9): 165 - 172.

**[11] Bidhendi, G. R., Nasrabadi, T., Vaghefi, H. R. S., and Hoveid, H.** (2006). Biological nitrate removal from water resources, *J. Env. Sc. and Tech.*, 3 (3): 281- 287.

**[12] Chevron, F., Defies, C. and Dubour, G., Uierh, C.** (2007). Denitrification of high nitrate and ammonia water using fixed biofilms reactors on natural supports, *Env. Tech.*, 18 (2): 171 - 178.

**[13] Guo, H., Jiti Zhou, J. and Zhang, X.** (2008). Influence of influent C/N Ratio and aeration rate on the nitrogen removal in an airlift combined biofilm reactor(ACBR), *Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 16 (18): 3061 - 3064.

**[14] Batheja, K., Sinha, A. K. and Seth, G.** (2009). Studies on water treatment for removal of nitrate, *Asian J.Exp. Sci.*, 23 (1): 61 - 66.