مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن– جامعة بني وليد – ليبيا
Website:https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/index

ISSN3005-3900 الصفحات (142- 149) المجلد العاشر ــ العدد الرابع ــ 2025

Studying the characteristics and determining the rate of contamination of groundwater wells with heavy chemical elements in the area surrounding the Zawiya oil refinery

Fatima Abu Bakr Al Deeb [1]* , Hanan Ali Al Khuwaidi [2] , Fathia Mohamed Ihfeethah [3]
[2.1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Zawiya, Zawiya, Libya
[3] Department of General Sciences, Faculty of Engineering, University of Zawiya, Zawiya, Libya
f.aldeeb@zu.edu.ly

دراسة خصائص وتحديد معدل تلوث أبار المياه الجوفية بالعناصر الكيميائية الثقيلة في المنطقة المحيطة بمصفاة الزاوية لتكرير النفط

فاطمة أبوبكر الذيب [1]*، حنان علي محمد الخويلدي [2] ، فتحية محمد احفيظة[3]
[2.1] قسم الهندسة المدنية ، كلية الهندسة، جامعة الزاوية، الزاوية ، ليبيا
[3] قسم العلوم العامة ، كلية الهندسة، جامعة الزاوية، الزاوية ، ليبيا

تاريخ الاستلام: 27-08-2025 تاريخ القبول: 25-09-2025 تاريخ النشر: 13-10-2025

الملخص:
تم في هذه الدراسة التركيز على تلوث المياه الجوفية بالعناصر الكيميائية الثقيلة في المنطقة المحيطة بمصفاة الزاوية لتكرير النفط، وتحديد تأثير هذا التلوث على جودة المياه للاستخدامات المختلفة مثل الشرب والري الزراعي.
حيث تم أخذ (27) عينة من عدد (9) أبار بمنطقة الدراسة، وتم حفظ العينات بداخل عبوات بلاستيكية معقمة، ووضعت علامة دالة على كل عبوة، كُتب عليها رقم البئر المراد فحصه، حيث تراوحت أعماق الآبار بين 23 و75 مترا. وأُجريت مجموعة من التحاليل (الفحوصات) الكيميائية باستخدام جهاز Spectrophotometer لتقدير الحديد وجهاز Titration Karl Fischerلتقدير الكالسيوم والمغنيسيوم ومقارنتها بالمواصفات القياسية المحلية والدولية. وقد أظهرت النتائج ارتفاع معدل الحديد في جميع الآبار عن الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية، حيث بلغت(0.68ppm - 0.35ppm) ، وكذلك ارتفاع معدل الكالسيوم في جميع الآبار عن الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية، حيث بلغت - 249.3ppm) (210ppm، وكذلك ارتفاع معدل المغنيسيوم في جميع الآبار عن الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية، حيث بلغت.(290ppm - 157.4ppm)
الكلمات الدالة: العناصر الكيميائية الثقيلة- المياه الجوفية - تلوث المياه - جودة المياه - معدل الكالسيوم.

Abstract
In this study, the focus was on the contamination of groundwater with heavy chemicals in the area around the Zawiya Oil Refinery, and the impact of this pollution on water quality for various uses such as drinking and agricultural irrigation.
(27) samples were taken from (9) wells in the study area, and the samples were kept inside sterile plastic containers, and a sign was placed on each container, on which the number of the well to be examined was written, as the depths of the wells ranged between 23 and 75 meters. A set of chemical analyses (tests) were performed using a spectrophotometer to estimate iron and a Titration device Karl Fischer To estimate calcium and magnesium and compare them with local and international standard specifications. The results showed that the amount of

iron in all wells exceeded the permissible limit according to the Libyan standards, amounting to (0.68ppm - 0.35ppm), as well as the amount of calcium in all wells above the permissible limit according to the Libyan standards, where it reached (249.3ppm - 210ppm), as well as the amount of magnesium in all wells above the permissible limit according to the Libyan standard specifications, which reached (290 ppm - 157.4 ppm).

Keywords: Heavy metals - Groundwater - Water pollution - Water quality - Calcium level.

المقدمة:-

المياه الجوفية هي أحد أهم مصادر المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، ومع تزايد عدد السكان والطلب على المياه للاستخدام الحضري وفي الزراعة، ازدادت الحاجة لموارد المياه الجوفية التي تعتبر هي المصدر الوحيد في منطقة الدراسة [1].

على عكس تلوث المياه السطحية، فإن تلوث المياه الجوفية يصعب اكتشافه والسيطرة عليه، مما يتسبب في استمرار المشكلة لفترات طويلة من الزمن، ولمنع أو التقليل من تلوث موارد المياه الجوفية يجب إجراء دراسات مختلفة للحفاظ عليها من وصول الملوثات المختلفة[2] .

يحدث تلوث المياه الجوفية عندما تدخل مواد ضارة تُعرف بالملوثات إلى المياه الجوفية، هذه الملوثات لا حصر لها علميًّا، ولكنها قد تتراوح من زيت محركات إلى العناصر الكيميائية من الزراعة، إلى النفايات غير المعالجة (مياه صرف صحي)، إلى النفايات الصناعية وغيرها، حيث يؤثر التغير بزيادة أو نقص في تراكيز العناصر الكيميائية عن الحدود المسموح بها على صحة المستهلك [9].

تنتقل العناصر الكيميائية الثقيلة إلى المياه الجوفية بسبب عدة أليات طبيعية وبشرية ، إما لأسباب طبيعية مثل تكوُّن الصخور بشوائب معدنية حيث تذوب بسبب المياه المتسربة من سطح الأرض خاصة الصخور الجيرية كما تساهم عمليات الأكسدة ولاختزال في زيادة ذوابان هذه العناصر وانتقالها مع حركة المياه [3].

أو لأسباب بشرية مثل التلوث الصناعي كإنتاج وتخزين النفط، وتصنيع المواد الكيميائية وغيرها. كذلك طرح كميات كبيرة من مياه الصرف المختلفة، كالصرف المنزلي والزراعي والصناعي في مواقع قريبة من مصادر المياه مما يؤدي إلى تلوثها بالمبيدات والملوثات المعدنية المختلفة [4].التلوث الزراعي يؤدي إلى انتشار المخلفات السائلة، والأسمدة، والنفايات الحيوانية، مما يؤدي إلى تسرب النترات إلى المياه الجوفية، كما يؤدي استغلال المحاجر إلى تسرب العناصر الكيميائية مثل الحديد والألمنيوم. وكل هذه الملوثات تسبب تدهور جودة المياه الجوفية، وعدم صلاحيتها للأغراض الشخصية والزراعية [5،9].

فزيادة نسبة تركيز الحديد يؤدي إلى مشاكل في الجهاز الهضمي، وتلف في أنسجة الكبد، ونمو بعض أنواع البكتيريا، وتغير لون المياه[6،7]. وزيادة نسبة الكالسيوم يسبب تكون حصى الكلى، وتصلب الشرايين، وانخفاض خصوبة التربة[10]. وزيادة نسبة المغنيسيوم تؤدي إلى مشاكل في الكلى والجهاز الهضمي، وتقليل من خصوبة التربة [11].

ففي منطقة الدراسة، كان تأثير استخدام مياه الآبار التي تبين احتواؤها على نسبة عالية من هذه العناصر، واضحًا على البيئة الزراعية والحيوانية، التي تُعد مصدرًا غذائيًا لبعض المواطنين.

مشكلة الدراسة:-

تواجه المنطقة المحيطة بمصفاة الزاوية لتكرير النفط مشكلةً بيئيةً متزايدةً تتمثّل في ارتفاع تراكيز العناصر الكيميائية الثقيلة في المياه الجوفية وعلى الرغم من وجود بعض الدراسات المحدودة في مناطق صناعية أخرى، فإنّ الدراسات الخاصة بمدينة الزاوية ومنطقة الدراسة ما تزال نادرة، لذلك

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مستوى تلوث المياه الجوفية بالعناصر الكيميائية الثقيلة، ومقارنة النتائج بالمواصفات القياسية الليبية والدولية، بما يُسهم في حماية الموارد المائية والبيئة.

الهدف من الدراسة:- الهدف من الدراسة هو تحديد نسبة بعض العناصر الثقيلة، والمتمثلة في (الحديد، المغنيسيوم، الكالسيوم)، وتقييم جودة وصلاحية المياه للشرب، وريّ المحاصيل الزراعية، والاستخدامات الأخرى، وذلك بمقارنتها بالمواصفات القياسية المحلية والدولية.

المواد وطرق البحث:-

منطقة الدارسة وتجميع العينات:

تقع منطقة الدراسة ضمن الجزء الشمالي الغربي من مدينة الزاوية، وركّزت الدراسة على آبار المنطقة المحيطة بمصفاة الزاوية: من الغرب منطقة الحرشة، ومن الجنوب منطقة السميريات، ومن الشرق منطقة أسبان. وكان من ضمنها بئر المركز النوعي للتدريب على الصناعات النفطية.

والجدول (1) والشكل (1) التاليان يوضحان إحداثيات الآبار المدروسة.

تم جمع عدد 27 عينة من منطقة الدراسة، وتم حفظ العينات بداخل عبوات بلاستيكية معقمة، ووضعت علامة دالة على كل عبوة، كُتب عليها رقم البئر المراد فحصه، والشكل (2) يوضح بعض أشكال العينات المدروسة. ويُلاحظ في البئر رقم (5) تغير في لون المياه.

جدول (1) يوضح احداثيات الابار المدروسة.

البئر	مكان البئر	X	Y	العمق(m)
W1	المركز النوعي1	32.7835214	12.6894865	70
W2	المركز النوعي2	32.7838776	12.6893112	75
W3	مزرعة مواطن	32.7842981	12.6789610	23
W4	منزل مواطن	32.7727879	12.6849936	40
W5	منزل مواطن	32.7746647	12.6912165	30
W6	منزل مواطن	32.7804030	12.7014926	50
W7	مزرعة مواطن	32.7787587	12.7059276	35
W8	مزرعة مواطن	32.7814114	12.7125377	32
W9	منزل مواطن	32.7862385	12.7101308	35

شكل (1) يوضح صورة جوية لمنطقة الدراسة

الشكل (2) بعض العينات المدروسة

الأجهزة المستخدمة:-

تم إجراء هذه الاختبارات الكيميائية داخل معمل إدارة البيئة والسلامة بمصفاة الزاوية لتكرير النفط. حيث تم تقدير تركيز الكالسيوم (Ca^{++}) و الماغنيسيوم (Mg^{++}) باستخدام جهاز (Karl titration Fischer)، وتقدير تركيزالحديد (Fe) باستخدام جهاز (Spectrophotometer). وذلك بموجب الطرق القياسية للاختبارات المياه والشكل (2) يوضح الأجهزة التي تم استخدامها في تحليل عينات.

جهاز Spectrophotometer جهاز Karl Fischer titration

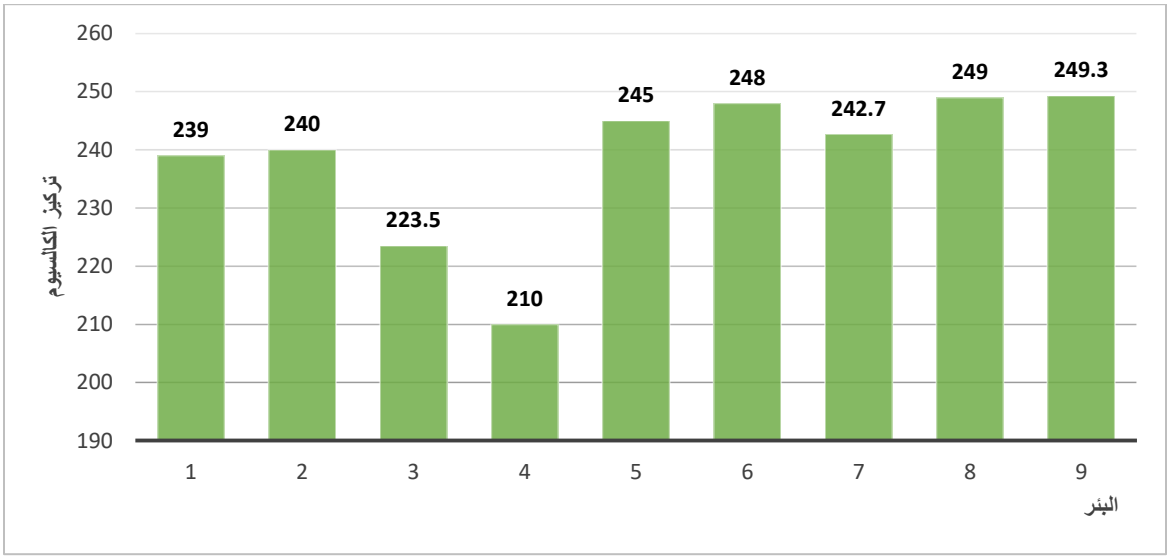
الشكل (3) يوضح الأجهزة المستخدمة في تحليل العينات.

النتائج و المناقشة:-

جدول (2) يوضح نتائج الاختبارات ومقارنتها بالمواصفات القياسية المحلية

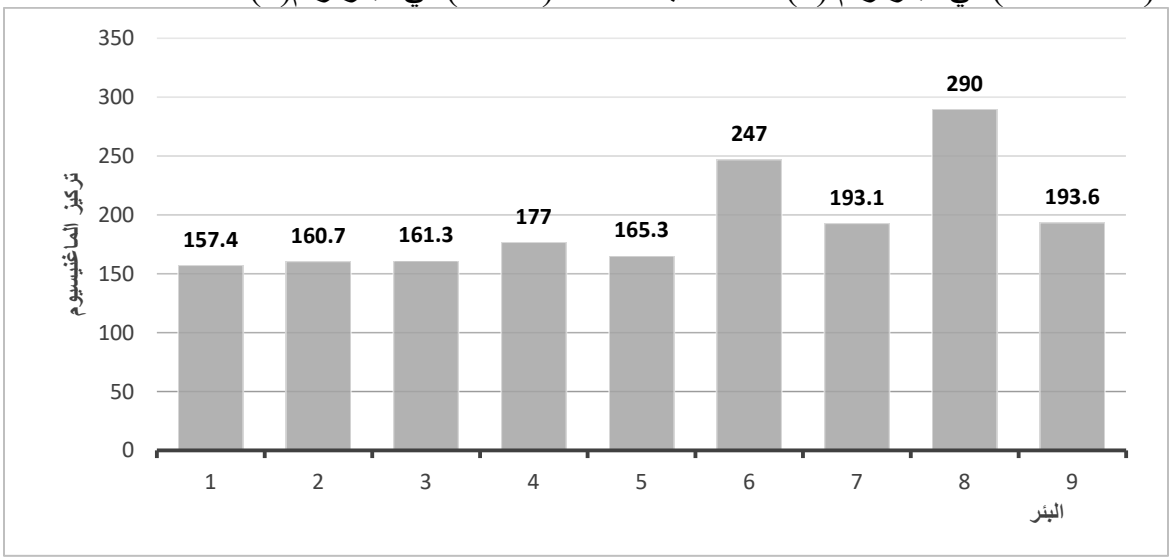
البئر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	وحدة القياس	(المواصفات القياسية المحلية) [5]
الكالسيوم	239	240	223.5	210	245	248	242.7	249	249.3	PPM	200-75
الماغنيسيوم	157.4	160.7	161.3	177	165.3	247	193.1	290	193.6	PPM	150-30
الحديد	0.45	0.35	0.36	0.42	0.37	0.68	0.36	0.40	0.38	PPM	0.3-0.1

من خلال نتيجة اختبار تركيز الكالسيوم لعينات المدروسة وكما هو موضح في الشكل (4) ان أعلى قيمة كانت في البئر رقم (9) حيث تساوي (249.3 PPM) وأقلها كانت في البئر رقم (4) حيث تساوي (210PPM) و نسبة تركيز الكالسيوم المسموح خلال المواصفات القياسية الليبية هي (200-75PPM) أي أن تركيز الكالسيوم لكل العينات المدروسة كان أعلى من القيمة المسموح بها خلال المواصفات القياسية.



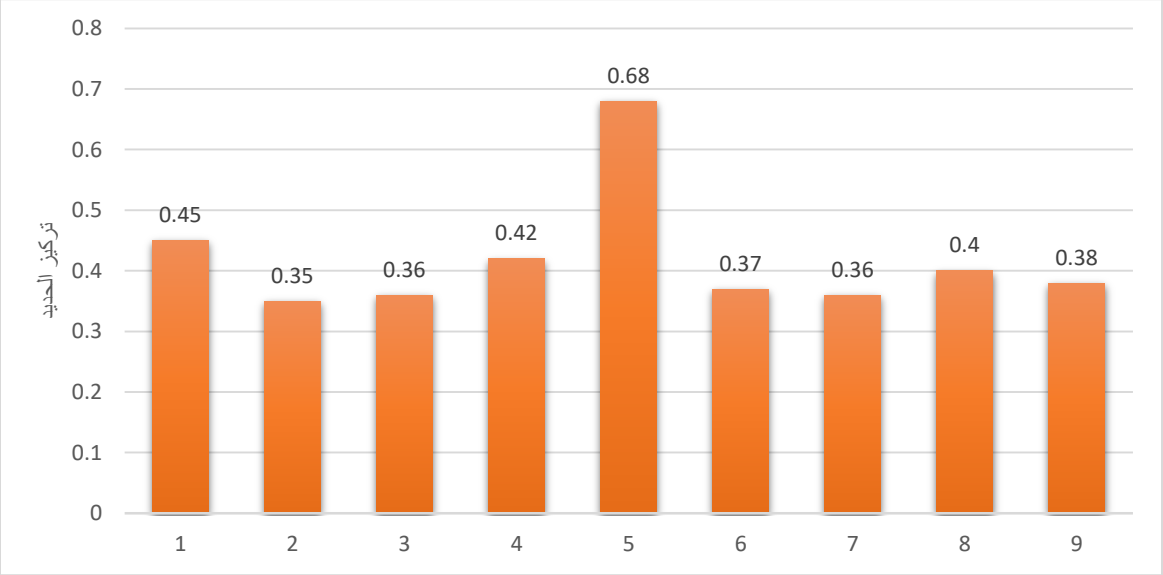
الشكل (4) تركيز الكالسيوم لعينات المدروسة

تشير نتائج تحليل الماغنيسيوم للعينات المدروسة والمبينة في الشكل رقم(6) ان جميع العينات ذات تراكيز أعلى من الحد الأقصى المسموح خلال المواصفات القياسية الليبية وهو 150 PPM حيث كانت اعلى قيمة هي (290PPM) في البئر رقم (8) اما اقل قيمة فكانت (157.4) في البئر رقم(1).



الشكل (6) تركيز الماغنيسيوم لعينات المدروسة

من نتيجة اختبار تركيز الحديد في العينات المدروسة وكما مبين في الشكل رقم (7) كانت تركيزه في جميع العينات أعلى من الحد الأقصى المسموح خلال المواصفات القياسية الليبية وهو (0.3 PPM) حيث كانت اعلى قيمة في البئر رقم (5) بلغت (0.68) وهذا واضح من خلال تغير في لون مياه عينة البئر اما اقل قيمة كانت في البئر رقم(2) كانت قيمتها (0.35).



الشكل (6) تركيز الحديد لعينات المدروسة.

أظهرت نتائج الدراسة أن ارتفاع تراكيز عناصر الكالسيوم (Ca) والحديد (Fe) والمغنيسيوم (Mg) في المياه الجوفية بالمنطقة قيد الدراسة يعود إلى تفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية. فعلى الصعيد الطبيعي، تُعزى زيادة تراكيز هذه العناصر إلى ذوبان الصخور الجيرية والمعادن الغنية بالكالسيوم والحديد والمغنيسيوم المكوّنة للطبقات الحاملة للمياه، حيث تسهم درجات الحرارة المرتفعة في تعزيز عمليات الذوبان الكيميائي. كما يؤدي انخفاض معدلات الأمطار وارتفاع نسبة الملوحة إلى زيادة تراكم الأملاح والعناصر الذائبة في المياه.

ويُعزى وجود عنصر الحديد في المياه الطبيعية إلى ذوبان الصخور والمعادن الحاوية عليه. كما يمكن أن تتزايد تراكيزه نتيجة العوامل البشرية مثل تآكل الأنابيب المعدنية وتسرب نواتج الصدأ (أكاسيد الحديد) إلى المياه الجوفية، أو بفعل التسربات النفطية والمخلفات الصناعية القريبة من مناطق النشاط البشري [3].

الاستنتاجات:-

يتضح من هذه الدراسة أن جميع عينات الآبار التي تمت دراستها في المنطقة المحيطة بمصفاة الزاوية لتكرير النفط، والتي تراوحت أعماقها بين 75 مترًا في البئر رقم (2) و23 مترًا في البئر رقم (3)، تُعد آبارًا ضحلة[8] .

وأظهرت نتائج هذه التحاليل وجود تراكيز عالية للعناصر الكيميائية في جميع الآبار، وكان الضرر الناتج عن تلوث الآبار وأعراضه واضحًا جدًا على البيئة المحيطة، حيث وُجد تغير في لون المياه الخاصة بالري، نتيجة لزيادة نسبة الحديد التي بلغت(0.68 PPM) ، وهي أعلى من الحد الأقصى المسموح به في المواصفات القياسية الليبية والذي كانت قيمته .(0.3) وكذلك نسبة المغنيسيوم التي فاقت الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية، وبلغت أقل قيمة لها(157.4 PPM) ، وهي أيضًا أعلى من الحدود المسموح بها. وكان تركيز الكالسيوم عاليًا في جميع العينات، وتجاوز الحدود المسموح بها، حيث تراوحت قيمته بين 249.3–210) PPM).

عليه، نوصي بعدم استعمال مياه الآبار التي تم أخذ العينات منها، والتي أظهرت نتائج التحليل أنها أعلى من أقصى حد مسموح به وفق المواصفات القياسية الليبية. كما نوصي بإمداد المنطقة بمياه محلاة من مياه البحر، وربطها بشبكة مياه شرب حديثة.

المراجع:

1.ختريش، مجبد وشكشم، ناجي (2023) الأثر البيئي لتصريف المياه العادمة على المياه الجوفية بمدينة صبراتة – ليبيا.
2.الحداد،عبدالله واخرون (2022) تقييم جودة ابار مياه المزارع المحيطة ببيرك مياه الصرف الصحي في كل من بلدية القرضة الشاطئ وبلدية اوباري.
3. . ابوحجر، عائشة و العصاوي، إبراهيم (2025) تقييم جودة المياه في عينات من آبار المياه الجوفية التابعة لمدينة مصراتة – ليبيا.
4. بن ساسي، جمال واخرون (2021) تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وفقا لبعض العناصر الكيميائية.
5.حسيب، دنيا و الجميلي حسن (2020) تقييم مستويات تراكيز عناصر (Pb,As,Cr) في المياه الجوفية وتأثيرها البيئية في منطقة يايجي
6. المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب، كتاب المواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 ميلادي.
7- دراسات في تلوث المياه الجوفية دار النهضة العربية للنشر 2018م.
8. زايد، ليلى (2018) المياه الجوفية تلوث وأثارها في منطقة الزاوية، مجلة كلية التربية العدد 12 نوفمبر 2018م.
9.Geological Survey Ireland is a division of department of the Environment, climate and communications (2024)
10. WORLD Health organization (WHO) 2017 Guldelines for drinking water Forth edition incorporating the first Addendum Geneva (WHO)press.
11. Environmental protection Agency (EPA).2009 National primary Drinking Water Regulation United states.