دراسة نوعية المياه الجوفية حول مكب صلاح الدين(طرابلس- ليبيا)

حنان صالح فرج ونيس, فتحي خليفة اليعقوبي , محمود كريد, محمد فتحي المزوغي ,
انس عمر عامر
قسم الهندسة الجيولوجية- كلية الهندسة- جامعة طرابلس
email: : hananfozz@gmail.com

المستخلص:

يتضمن هذا البحث دراسة نوعية المياه الجوفية لبعض أبار المياه الجوفية المحصورة حول مكب صلاح الدين لمنطقة صلاح الدين وهي أحد المناطق في العاصمة الليبية طرابلس وأكثرها من حيث كثافة السكان وتعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي للمياه في هذه المنطقة والتي يعتمد عليها في تلبية جميع احتياجات السكان من شرب، زراعة، صناعة بالإضافة إلى الاستخدامات الأخرى .حيث يوجد بها العديد من الآبار الضحلة والتي يتراوح عمقها من (30إلى 50م) ، في هذه الدراسة تم اختيار عدد 6 أبار ضحلة ، منتشرة حول المكب لغرض تصنيف نوعية المياه وتقييم استخدامها للأغراض المختلفة.

تم تحليل العناصر الرئيسية وبعض العناصر الثقيلة (Ni,Cu, Mn) ،وأيضا التحليل الجرثومي، وتم مقارنة نتائج التحاليل الكيمائية للآبار الموجودة في منطقة الدراسة مع التصنيف المعتمد لمنظمة الصحة العالمية(WHO2018) ، وأيضا معايير الاتحاد الأوروبي(EU2019) ،و معايير المركز الوطني الليبي لمياه الشرب
(ليبيا 2008)، وبين إن المياه الموجودة في منطقة الدراسة غير صالحة لشرب حيث أنها لا تتوافق مع المواصفات والمعايير القياسية العالمية والمحلية لمياه الشرب، وبالنسبة إلي العناصر الثقيلة تبين لنا زيادة في في نسبة عنصر النيكل (Ni) و أبضا وضحت نتائج التحليل الجرثومي احتواء العينات المدروسة علي أعداد مختلفة من البكتيريا وتجاوزت الحدود المسموح بها من 50-100 مستعمرة/مليلتر من قبل المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية (WHO2007) وأيضا تم تقيم مدي صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري والزراعة باستخدام كل من تصنيف ويلكس (Wilcox) وتصنيف ريتشارد (Richard)، وقد تبين آن معظم مياه الآبار تكون غير مناسبة للاستخدام الزراعي عدا الآبار (4-5) وقعت في صف المشكوك فيها إلي غير مناسبة للاستخدام الزراعي حسب تصنيف ويلكس، إما تصنيف

ريتشارد قد بين أن معظم الآبار من النوع الضعيفة والضعيفة جدا للاستخدام الزراعي عدا البئر (5) وقع في الصف المشكوك فيه للاستخدام الزراعي.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة ، تصنيف ويلكس ، ريتشارد، المياه الجوفية

المقدمة:

المياه الجوفية كانت ومازالت تعتبر مصدراً هاماً للمياه خلال العصور المختلفة ومند القدم ، وتعتبر المياه الجوفية مصدراً أساسياً ورئيسياً للإمداد بالمياه في الكثير من الدول العربية ودول الشرق الأوسط بصفة عامة وفي ليبيا بصفة خاصة ، المياه التي تحتوي علي تركيزات عالية من العناصر الكيمائية والعناصر الفيزيائية قد تكون ضارة وتسبب تلوث في مياه الخزان الجوفي ، يحدث تلوث المياه الجوفية عندما تتسرب الملوثات إلى طبقات الأرض التي تحتوي على المياه الجوفية من أبرز أسباب هذا التلوث النشاطات البشرية، مثل التصريف غير السليم للمخلفات الصناعية والزراعية، وتسرب المواد الكيميائية الضارة من مكبات القمامة، وبالتالي فمن الضروري تقيم المياه وجودتها للاستخدام الحضاري والبشري ومدى تأثيرها علي الإنسان والزراعة من حيث الاستخدام لحماية المياه الجوفية، يجب اتخاذ إجراءات لمنع التلوث من البداية، مثل التحكم في مصادر التلوث وتحسين إدارة المخلفات الصناعية والزراعية، تم إعداد هذه الدراسة التي تهدف إلي تقييم نوعية المياه الجوفية للخزان العلوي في منطقة صلاح الدين (مكب صلاح الدين)، نظرا لان أبار المياه الجوفية هي المصدر الوحيد للمياه بالمنطقة ولعدم ثقة سكان المنطقة التامة بهذه المصادر لمياه الشرب بسبب تغير في الخصائص الفيزيائية للمياه (اللون ، الطعم والرائحة) في بعض الآبار وتسببها ببعض المشاكل الصحية للسكان لدي قمنا بأجراء هذه الدراسة لتقيم نوعية وجودة المياه بالمنطقة كيميائيا وبيولوجيا وذلك عن طريق دراسة بعض الخصائص الكيميائية لعينات المياه المدروسة.

الهدف من الدراسة

تهدف هده الدراسة الي تجميع عينات المياه من الآبار المحيطة بالمكب وتحليل العينات تحليلا كيميائيا وتحليل بعض العناصر الثقيلة (Ni-Cu-Mn) لتقيم نوعية وجودة المياه الجوفية للخزان العلوي من الناحية الكيميائية والجرثومية ومعرفة مدي ملائمتها لأغراض مختلفة من الشرب والري، ومقارنة نتائج التحاليل وجودة المياه بالمنطقة

حسب معايير المركز الوطني الليبي لمياه الشرب سنة (2008) والتصنيف المعتمد لمنظمة الصحة العالمية (WHO2018)، وأيضا الاتحاد الأوروبي (EU2019).

المواد وطرق البحث

أ- **موقع منطقة الدراسة:**

ب- تقع منطقة الدارسة في صلاح الدين في العاصمة الليبية طرابلس، وتعتبر من أهم المناطق السكنية والتجارية في المدينة، تقع صلاح الدين جنوب طرابلس وتبعد عن مركز المدينة حوالي 12 كم تحدها من الشرق منطقة عين زاره, ومن الشمال الهضبة الشرقية, ومن الغرب مشروع الهضبة الخضراء, ومن الجنوب خلة الفرجان ويمتد علي مساحة 10 هكتار يرتفع علي مستوي سطح البحر72م تقع منطقة الدراسة بين خطي طول (12.8 و 13.6) درجة شرقا ودائرتي عرض (31.8 و33.6) درجة شمالا كما هو موضح في الشكل (1).

شكل (1) خريطة توضح موقع منطقة الدراسة مبيناً عليها مواقع آبار منطقة الدراسة

ب - جيولوجية منطقة الدراسة :

1 - تكوين رأس حامية (كرش)(العصر الترياسي) يقع تحت سهل الحفارة بأكمله. يتراوح سمكها من(450 إلى 600 متر) وتتكون بشكل أساسي من طين رملي أخضر وأحمر وأسود وصخري مع تداخلات من الأحمر والأخضر، قد توجد أيضًا طبقات من الحجر الجيري الدولوميتي الرمادي . (4)

2- تكوين العزيزة (العصر الترياسي الأوسط) يقع تكوين العزيزية اسفل تكوين أبو شيبة في التتابع الطبقي في هذه المنطقة، وتتكون من طبقات ضخمة من الدولومايت والحجر الجيري الدولوميتي ذات اللون الرمادي الفاتح أو البني، يزيد السمك من 390

م جنوب غرب سوق الخميس إلى 500م جنوب شرق (أبيار السبيل) يبرز تكوين العزيزية بشكل منتظم جنوب الصدع وينحدر إلى عمق كبير (حوالي 900 متر في المنطقة الساحلية)، ويتراوح عمق الآبار التي تخترق هذا التكوين من 600 متر إلى 700 متر، وقد تم استغلال هذا التكوين في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة. (4)

3- تكوين أبو شيبة (العصر الترياسي الأعلى)

يعلو تكوين أبو شيبة تكوين العزيزية، ويتكون من طبقات سميكة من الحجر الرملي (مع نسبة عالية من الكوارتز) ذات لون أحمر إلى بني. حبيبات ناعمة إلى خشنة وتدخلات من الطين الأحمر والأخضر. تكوين أبو شيبة يقع تحت تكوين الميوسين في مناطق وسط وشرق سهل الجفارة. وعلى عمق يتراوح بين 400 إلى 600 متر تحت سطح الأرض. في شرق وسط الجفارة، تعلو السلسلة الطينية طبقة سميكة من الحجر الرملي يصل ارتفاعها إلى 370 مترًا، والجزء السفلي يتكون في الغالب من الطين. (14)

4- تكوين الميوسين

يتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي والحجر الجيري الرملي لتشكل ما يسمى الميوسين السفلي. تعلو الميوسين السفلي طبقات من الطين تفصله عن الميوسين الأوسط الذي يتكون من طبقات من الحجر الجيري الرملي. يتميز تكوين الميوسين بتغير في السحنة الجيولوجية. فمثلا في منطقة العزيزية يتكون التكوين من الحجر الطيني الرملي مع عدسات من الأنهيدريت على أعماق مختلفة. لكن في منطقة طرابلس يتكون الميوسين الأوسط من تسلسلات سميكة من الطين الأخضر أو الأزرق مع عدسات من الحجر الجيري، ويبلغ الحد الأقصى للسمك حوالي 400 متر. (4)

5- ترسيبات العصر الرباعي

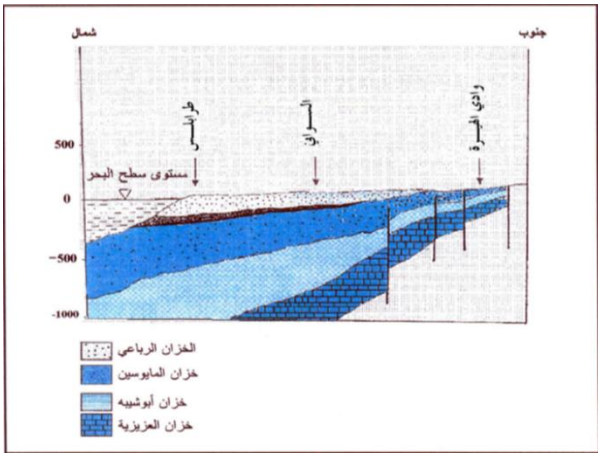
تتكون من رواسب سطحية تشمل الكثبان الرملية ورواسب الوادي والرمال الساحلية والطمي و الكونجلومير مع القشور الجبسية وتنقسم إلى التكوينات التالية . (4)

أ- تكوين قرقارش: يشكل السفح الساحلي، وهو عبارة عن حجر جيري رملي (كالكارينيت) مع عدسات من الطمي. يتميز هذا التشكيل بوجود طبقة متقاطعة، ويستخدم على نطاق واسع لاستخراج حجارة البناء.

ب- تكوين الجفارة: يغطي معظم مناطق الشريط الساحلي في الجزء الشمالي والأوسط من سهل الجفارة. وتتكون من رواسب رملية وطمي، كما تتشكل بعض رواسب الرياح من الرمل

ج - هيدروجيولوجية منطقة الدراسةومن خلال الشكل (2) والبيانات الهيدروجيولوجية المتاحة يتضح وجود الخزانات الجوفية التالية :

1- **الخزان الجوفي الرباعي** يقع الخزان الجوفي الرباعي في وسط سهل الجفارة لها نفس امتداد التكوين الطيني للعصر الميوسيني الأوسط ويتراوح عمق الخزان الجوفي الرباعي عادة بين (30 و150 متر) تحت سطح الأرض ومنسوب المياه فيها بين(20 - 60 متر)، يتراوح سمك التكوينات المشبعة من(10 إلى 90 متر) شرق الزاوية، ربما يصل عمق الخزان الجوفي إلى 200 متر على طول الساحل، تتراوح قيمة الامرارية بين (6% و10%) من السمك المشبع والنفاذية ليست ثابتة ولكنها تختلف باختلاف مستوى منسوب المياه الجوفية في



شكل (2) قطاع هيدرولوجي للخزانات الجوفية بالمنطقة (4)

منطقة الجفارة الوسطى تتراوح نسبة الأملاح المذابة في الخزان عند الساحل أكثر من 3000ppm و المناطق الداخلية لا تتجاوز 1500 ppm تقوم العديد من المزارع بزراعة المحاصيل الحساسة للملح مثل الحمضيات والخضروات.(4)

2-الخزان الجوفي الميوسيني

الخزان الجوفي الميوسيني هي طبقة مياه جوفية محصورة، وترتفع بشكل جيد في الجزء الغربي من الجفارة، ويتكون الجزء العلوي والسفلي من طبقة المياه الجوفية من الطين، مما يفصلها عن الخزان الجوفي الرباعي وعن الخزان الجوفي السفلى من الميوسين، العمق اعلي طبقة المياه الجوفية من(70 إلى 120 مترًا)، ويتراوح سمكها من (125 إلى 200 مترًا)، تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة في الماء من (3000 إلى 4000 ملجم/لتر) نتيجة لخصائص طبقة المياه الجوفية السيئة (معامل التخزين m^2/sec $7x10^{-3}$ – الامرارية $5x10^{-5}$ m^2/sec) وفي الجزء الشرقي من الجفارة الوسطى

تتحول الشقوق إلى طين أزرق يحتوي على نسبة صغيرة فقط من عدسات الحجر الجيري الرقيقة إلى حد ما، المصدر الوحيد لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية هذه هو التدفق الأفقي تحت السطح، على الرغم من أن حجم التدفق من غير المرجح أن يكون مهمًا لأن طبقة المياه الجوفية تصبح أقل سمكًا في اتجاه المنبع. (9)

3- الخزان الجوفي ابوشيبة

في الجزء الشرقي من وسط جفارة هناك سلسلة سميكة من الرمال البيضاء والحجر الرملي المتداخلة مع الطين الأحمر والصخر الزيتي وراء الحجر الجيري الرملي الميوسيني السفلي والحجر الرملي الجيري، يتراوح عمقه ما بين (140 الي 800 متر) تحت سطح الأرض، وسمكه من (120 الي 140 متر)، وتتراوح إنتاجية اباره ما بين (40 h/m الي 70)، ومياهه صالحة لمعظم الاستخدامات اذ يتراوح تركيز الاملاح به ما بين (1200 ppm الي 2000)، كما ترتفع فيه نسبة الكبريتات والحديد ودرجة حرارة مياهه متوسطة اذ تتراوح بين (°35 الي °45 درجة مئوية) . (4)

4 - الخزان الجوفي العزيزية

ويعد من أعمق الخزانات الجوفية بمنطقة سهل الجفارة ، ومياهه صالحة للاستغلال ، وعمقه يزيد عن 1000م عن سطح الأرض خاصة في الأجزاء الشمالية ، وقامت شركة جيفلي بحفر آبار اختبارية اخترقت هذا الخزان ، فوجدت أن مياهه تتميز بإنتاجية جيدة ، وتتجاوز ملوحتها (3000ملجم/لتر) قد تصل إلى أكثر من (7000ملجم/لتر) ، ودرجة حرارة مياهه تتراوح ما بين(°40 إلى °72 درجة مئوية) ، ومياه هذا الخزان ما زالت لم تستغل بعد في كامل المنطقة ، إلا أنها تسهم في تغذية الخزانات التي تعلوها بحكم انحدارها من الجنوب إلى الشمال. (9)

د- جمع العينات

يشكل جمع عينات المياه الخطوة الأولى في دراسة وتحديد نوعية أي مصدر مائي و ذلك بالاعتماد على نتائج تحليل هذه العينات و لهذا قمنا بتجميع عينات مياه من ستة أبار حول منطقة الدراسة (مكب صلاح الدين) ثم تجميع العينات في شهر يناير سنة 2024 والجدول(1) يبين مواقع هذه الآبار وعمقها , حيث ثم تحديد إحداثيات تلك الآبار باستخدام جهازGPS.

ثم أخذ العينات من منطقة الدراسة، وذلك علي النحو التالي:

1.تـم تنظيـف القنـاني قبـل اسـتعمالها ووضـع ملصـق علـي القنـاني دُون عليـه اسـم البئر، وموقعه، وعمقه و تاريخ أخد العينة.

2.فـتح مصـدر المـاء بـالبئر لعـدة دقـائق لإزالـة أي آثـار للأتربـة، والشـوائب قبـل أخـذ العينة.

3.غسلت القنينة بالماء المراد فحصه ثم أخذت العينة، وأغلقت القنينة بإحكام.

4.تـم أخـد العينـات إلـي معمـل مركـز بحـوث النفط لإجـراء التحاليـل الكيميائيـة ونتـائج هذه التحاليل كما هو موضح بالجداول (2).

جدول (1) يوضح بيانات الآبار التي أخذت منها عينات المياه

التسلسل	رقم البئر	X	Y	الموقع	عمق البئر	بعد البئر عن المكب

رقم البئر	TDS Ppm	TH ppm	EC µmhos /cm	PH	Anions(ppm)				Cations(ppm)				NO3 ppm	CU ppm	Mn ppm	Ni ppm
					Na+	K+	Ca+2	Mg+2	Cl-	HCO3-2	SO4-2	CO3-				
N-1	2119	446.9	3260	7.72	390	8	80	60	485	259	479	0	11.44	0.02	0.005	1.75
N-2	2535	524.1	3900	7.51	460	9	106	63	727	195	898	0	11.22	0.06	0.001	1.9
E-1	2171	509.3	3340	7.68	595	9	105	60	781	244	397	0	13.77	0.08	0.008	1.6
W-1	1781	372.5	2740	7.89	360	7	70	48	366	183	574	0	14.4	0.4	0.0001	0.35
S-1	1450	298.1	2230	7.75	185	6	60	36	272	195	546	0	13.72	0.06	0.0002	0.15
S-2	2009	476.2	3090	7.77	530	8	100	55	727	195	730	0	17.9	0.1	0.0001	1.25

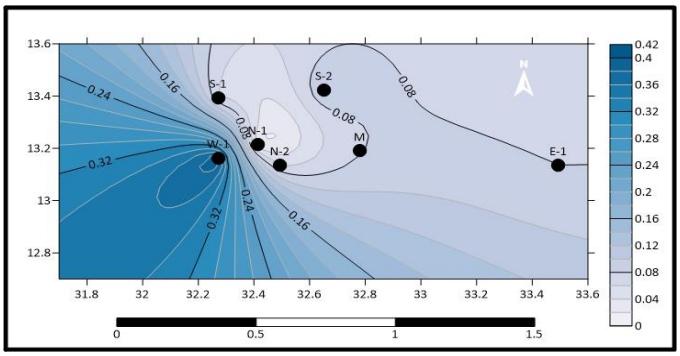
جدول (2) يوضح نتائج تحليل العناصر الأساسية و الثقيلة

النتائج والمناقشة

التحاليل الكيميائية : لقد تم إجراء بعض القياسات التي اشتملت على قياس تركيز أيون الهيدروجين، التوصيل الكهربي، و إجراء بعض التحاليل الكيميائية التي تضمنت تقدير الأملاح الكلية الذائبة، الصوديوم والبوتاسيوم، الكالسيوم والماغنسيوم، الكلوريد و البيكربونات، الكبريتات، النترات، النحاس ،النيكل و المنجنيز وأعطت النتائج الموضحة في الجدول (2) .

أ- تحليل العناصر الثقيلة:

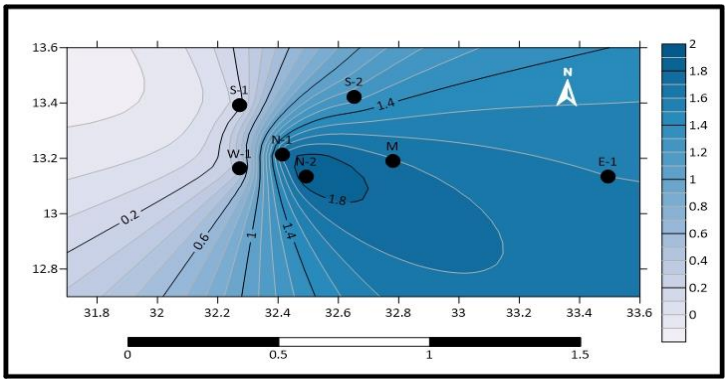
1- النحـاس (Cu) نلاحـظ مـن الشـكل (3) ، تكـون اعلـي نسـبة تركيـز للنحـاس شـرق المكـب وتصـل قيمتهـا الـي (0.4ppm) وبمقارنـة النتـائج مـع المواصـفات القياسـية لمنظمـة الصـحة العالميـة (WHO2018)، وأيضـا الاتحـاد الأوروبـي (EU2019)، والتـي أظهـرت إن جميـع القـيم فـي الحـد المسـموح بـه لميـاه الشـرب ، يتواجـد النحـاس بشـكل طبيعـي فـي الصـخور والرواسب والمياه الجوفية بنسب قليلة قد تكون خطيرة.



شكل (3) يوضح توزيع النحاس

2- النيكل (Ni)

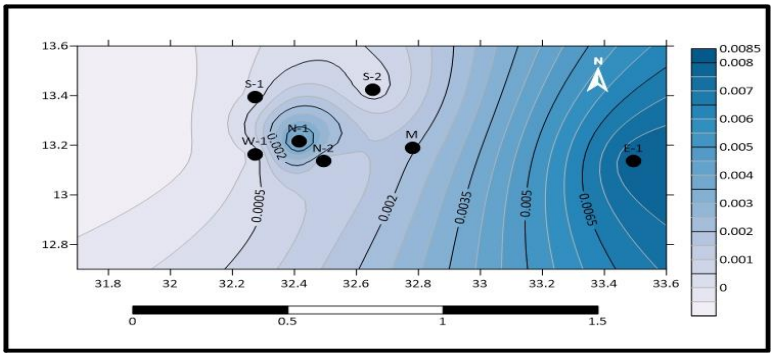
نلاحـظ مـن الشـكل(4) ان هنـاك زيـادة فـي نسـبة تركيـز النيكـل شـمال شـرق المكـب وتصـل قيمتهـا الـي (1.9ppm) وأيضـا فـي اتجـاه شـرق المكـب وتكـون قيمتهـا (1.75ppm) فـي اتجـاه غـرب منطقـة الدراسـة ، وبمقارنـة النتـائج مـع المواصـفات القياسـية لمنظمـة الصـحة العالميـة(WHO2018)، وأيضـا الاتحـاد الأوروبـي (EU2019)، والتـي أظهـرت إن جميـع القـيم تقـع فـوق الحـد المسـموح بـه لميـاه الشـرب ، يرجـع تواجـد النيكـل فـي الميـاه مـن تحطـم الصـخور وتفتـت التربـة والفضـلات الصـناعية التـي تلقـي فـي الميـاه ، و تفسـر الزيـادة علي تلوث المياه الجوفية بواسطة المعادن التي تلقي في المكب.



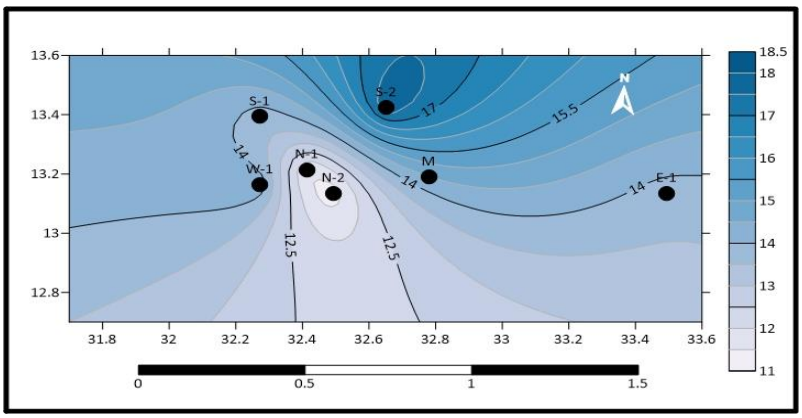
شكل (4) يوضح توزيع النيكل

3- المنجنيز (Mn) نلاحظ من الشكل (5) إن اعلي نسبة لتركيز المنجنيز كانت في اتجاه شرق المكب وكانت قيمتها (0.008ppm) ، وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO2018)، وأيضا الاتحاد الأوروبي (EU2019)، والتي أظهرت أن جميع القيم في الحد المسموح به لمياه الشرب ، يتواجد المنجنيز بشكل طبيعي في المياه من المصادر الطبيعية أو كنتيجة لنشاط بشري مثل التعدين والتصريفات الصناعية.

4- النترات (NO_3) نلاحظ في الشكل (6) تكون اعلي قيمة لتركيز النترات في اتجاه جنوب المكب وكانت قيمتها (17.9 ppm) ، وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO2018)، وأيضا الاتحاد الأوروبي (EU2019)، والتي أظهرت إن جميع القيم في الحد المسموح به لمياه الشرب ، وبالمقارنة مع القياسات الليبية (2008 ليبيا) جميعها فوق الحد المسموح به وهو (10ppm) ، إن مصدر النترات يعود إلي استخدام الأسمدة الكيميائية النيتروجينية في الزراعة ومن فعل التأكسد والاختزال للنيتروجين المتواجد في التربة وأيضا احد مصادر النترات يعود إلي تسرب مياه الآبار السوداء .



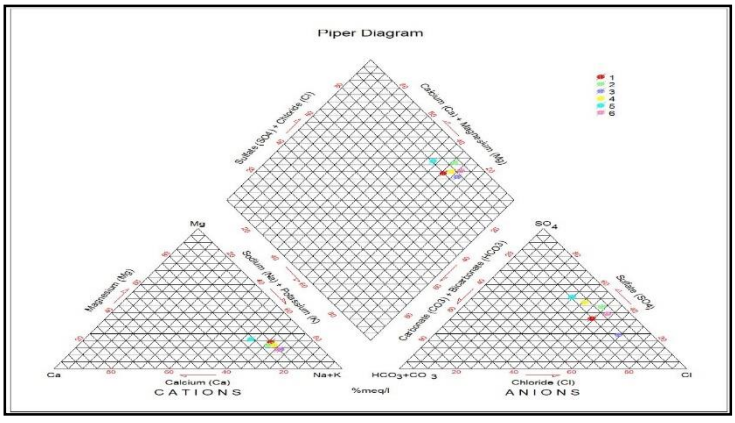
شكل (5) يوضح توزيع المنجنيز



الشكل (6) يوضح توزيع النترات

ب- توزيع النسب المتكافئة للكاتيونات والأنيونات بمياه آبار منطقة الدارسة:

يتم استخدام محتوى المياه الجوفية من الأيونات الرئيسية في تصنيف المياه الجوفية على أساس مركبات العناصر الأساسية من الكاتيونات والأنيونات للأملاح الذائبة في المياه الجوفية، وقد تم تحديد النسب المتكافئة للكاتيونات والأنيونات بمياه آبار منطقة الدارسة باستخدام التمثيل البياني للتحاليل الكيميائية للأيونات الرئيسية الذائبة في المياه الجوفية باستخدام مخطط بايبر(Piper Diagram) من خلال استخدام برنامج (Rock Works) وهو من أحد أهم طرق التمثيل البياني لتحديد نوعية المياه الجوفية عن طريق الأيونات الرئيسية وفي هذا المخطط يعبر عن تركيز كل كاتيون من(Na^+, K^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}) في العينة بالمللي مكافئ / لتر (meq/l) بنسب مئوية من مجموع الكاتيونات ويسقط موضعها كنقطة على المثلث الأيمن، وبالمثل يعبر عن تركيز كل أنيون من (Cl^-, CO_3^{-2}, $(HCO_3^-$, SO_4^{-2}في العينة بالمللي مكافئ / لتر بنسب مئوية من مجموع الأنيونات ويسقط موضعها كنقطة على المثلث الأيسر، ثم يسقط امتداد هاتين النقطتين بموازاة الحواف العلوية للمعين المركزي كنقطة واحدة عن موضع تقاطعها في المعين ، وبذلك تكون هذه النقطة تعبيراً عن التوزيع الأيوني الكلي للعينة .كما أنه يمكن تحديد نوعية المياه كيميائياً من موضع العينة من المعين العلوي. وتم تمثيل النتائج المتحصل عليها في الجدول (2) ومن خلال النتائج الممثلة علي مثلث بايبر الشكل (7) تبين ان هناك زيادة في الصوديوم والبوتاسيوم في مثلث الكاتيونات اما في مثلث الانيونات نلاحظ زيادة في تركيز عنصر الكبريت أن الزيادة في هذه العناصر يرجع إلى أن التكوينات الصخرية الحاملة للمياه هي المؤثرة على نوعيتها وتركيب التربة التي تغطي منطقة الدراسة بالإضافة الى مسار التدفق المتحكم في النوع وتوزيعه .



الشكل (7) يوضح نوعية المياه باستخدام مثلثات بايبر

2- التحاليل الميكروبيولوجية لعينات المياه المدروسة من خلال هذه الدراسة أظهرت الفحوصات الميكروبية الخاصة بتقدير العدد الكلي للبكتيريا لمياه أبار المحصورة حول المكب والموضحة في الجدول(3) احتواء العينات المدروسة علي أعداد مختلفة من البكتيريا وتجاوزت الحدود المسموح بها من 50-100 مستعمرة/ مليلتر من قبل المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية (WHO2007) يرجح سبب الزيادة بعدم وجود نظام صرف صحي في المنطقة مما أدي بالسكان إلي حفر أبار سوداء.

جدول (3) يوضح العدد الكلي لكل بكتيريا لبعض عينات مياه الآبار المدروسة

التحليل	بئر (N-1)	بئر (N-2)	بئر (E-1)	الحد المسموح به (WHO)
العدد الكلي للبكتيريا (خلية/مل)	430 (خلية/مللي)	635 (خلية/مللي)	550 (خلية/مللي)	50-100 (خلية/مل)
البكتيريا المجموعة القولونية	3.6 (خلية/100مللي)	9.1 (خلية/100مللي)	19 (خلية/100مللي)	0
البكتيريا القولونية الغائطية (E.coli)	0	0	0	0

علاقة نوعية المياه بالاستخدام

لاستخدام المياه لإغراض عدة فلا بد من أن تكون نسبة الشوائب فيها قليلة جدا بحيث لا تسبب أي أضرار على الإنسان أو الحيوان أو النبات . وتحدد نسب الايونات الموجبة والسالبة والأملاح الكلية الذائبة صلاحية المياه من عدمها. ويتم تحديد التركيز المسموح بها في الماء بناءا على دراسات تشمل احتياج الإنسان والنبات من هذه العناصر بحيث يتم استهلاكها بدون أن تسبب الأذى نتيجة لاختلاف درجة تأثير هذه التركيز في الكائنات الحية المختلفة . وقد تم تقسيم استخدامات المياه إلى

أ- أغراض الشرب

تتوقف صلاحية المياه للشرب (Potable Water) على ما تحتويه من الأملاح الذائبة وكمياتها. وقد قورنت المواصفات الكيميائية لمياه الآبار المدروسة في منطقة الدراسة مع المواصفات العالمية الموضوعة من قبل المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO2018) و المواصفات التي تم تحديدها سنة 2019 من قبل الاتحاد الأوروبي (EU) و معايير المركز الوطني الليبي لمياه الشرب (ليبيا 2008) و التي تتضمن حدود الملوحة (TDS) وحدود تركيز الايونات الموجبة والسالبة الرئيسية ، الجدول (4) يوضح المواصفات القياسية لمياه الشرب حسب المواصفات المختلفة ،قد تم مقارنة نتائج التحاليل الكيميائية للآبار

الموجودة في منطقة الدراسة (جدول 2) مع المواصفات القياسية لمياه الشرب الموضح في الجدول (4) وتوضح إن المياه الموجودة في منطقة الدراسة غير صالحة للشرب، حيث أنها لا تتوافق مع المواصفات والمعايير القياسية الدولية والمحلية لمياه الشر.

ب- الأغراض الزراعية

إنَ للمياه الجوفية أهمية كبيرة وضرورية لغرض الري . وتقييم مدى صلاحيتها للري على المتغيرات الهيدروكيميائية المتمثلة في الموصلية الهيدروليكية (EC) وعلى نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) و النسبة المئوية لصوديوم (Na%) الموجودة في جدول (5) هي من المعايير الأكثر أهمية في جودة المياه (Deshpund and Aher,2012) واستخدام أيضا مخطط ريتشارد (Richard,1954) و مخطط ويلكوس (WILCOX).

1- نسبة امتصاص الصوديوم

هذه النسبة تعتبر الأكثر استخداما لتقييم صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات الزراعية ويتم حسابها من المعادلة التالية :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

.(epm)يعبر عن التراكيز الأيونية :

قيم (SAR) لها علاقة وثيقة مع مدي (Na) التي تمتصها التربة. اذا كانت المياه المستخدمة للري تحتوي علي نسبة عالية من (Na) ونسب منخفضة من (Ca) ، فان التبادل الايوني يكون مشبع بنسبة (Na) الذي يدمر بنية التربة بسبب تشتت جزيئات الطين ونتيجة لذألك تميل التربة الي ان تصبح غير مندمجة وغير منفذة نسبيا. هذه التربة تصبح صعبة للغاية للزراعة .

ومن خلال نتائج التحاليل الكيمائية المتحصل عليها من عينات مياه الابار. تم حساب نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) وقد تم تبويبها في الجدول رقم (5) ومن ثم تم تمثيلها علي مخطط البياني المخصص لذلك والموضح في الشكل (8) والذي يبين العلاقة ما بين الموصلية الكهربائية (EC) ومعدل امتصاص الصوديوم (SAR) ويسمي بي (مخطط ريتشارد) .

بالاعتماد على جدول (6) ومن خلال الشكل (8) اتضح إن العينة (5) مشكوكة فيها للاستخدام الزراعي والعينات

(4,1) ضعيفة للاستخدام الزراعي والعينات (6,3,2) ضعيفة جدا للاستخدام الزراعي .

جدول (4) يوضح المواصفات القياسية لمياه الشرب

العنصر	الوحدة	القياسات الليبية (2008)	منظمة الصحة العالمية (2018)(WHO)		EU NORM (2019)
			المقبول الأقصى	المسموح الأقصى	
TDS	PPM	1000	500	1000	1000
EC	PPM	1400	-	2300	-
PH	PPM	7.5	6.5	8.5	-
TH	PPM	200	-	500	-
Na^+	PPM	250	200	400	<200
Ca^{+2}	PPM	100	100	200	-
Mg^{+2}	PPM	50	50	150	-
K^+	PPM	12	-	20	-
HCO_3^-	PPM	150	125	350	-
Cl^-	PPM	250	200	300	<250
SO_4^{-2}	PPM	400	-	250	<250
NO_3^-	PPM	10	-	50	<50
Mn	PPM	-	0.1	0.4	<0.05
Ni	PPM	-	-	0.02	<0.02
Cu	PPM	-	-	1	<2

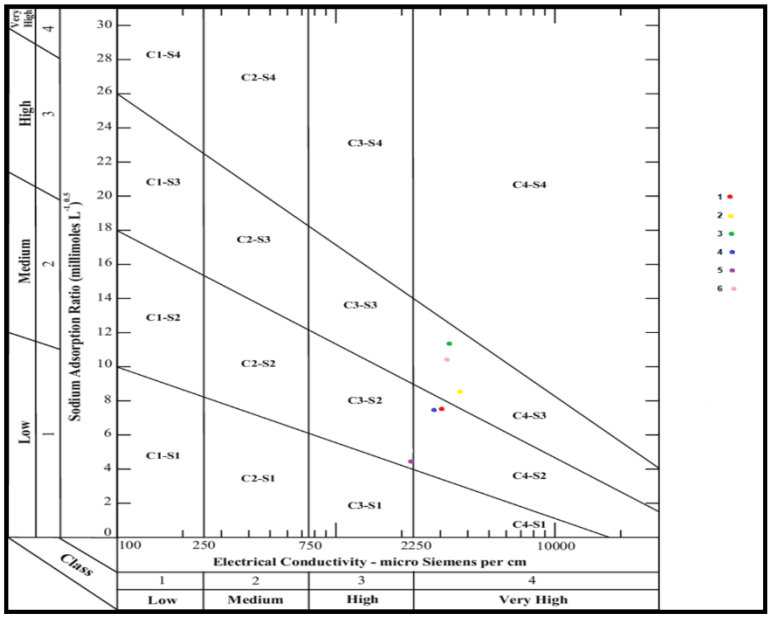
جدول (5) يوضح علاقة الموصلية الكهربائية بالنسبة الي امتصاص الصوديوم

رقم العينة	SAR	EC(mic/cm)	Na%
1	8.026	3260	65.78%
2	8.741	3900	65.89%
3	11.470	3340	71.95%

68.028%	2740	7.818	4
57.92%	2230	4.661	5
70.96%	3090	10.565	6

دول (6) يوضح أنواع المياه في الآبار حسب تصنيف ريتشارد

الدليل (Index)	تصنيف المياه (Water Class)	ارقام الابار (No Of Well)
C1-S1	ممتازة(Excellent)	
C1-S2	جيد(Good)	
C1-S3	مقبولة(Admissible)	
C1-S4	ضعيفة(poor)	
C2-S1	جيد(Good)	
C2-S2	جيد(Good)	
C2-S3	مشكوك فيها(Marginal)	
C2-S4	ضعيفة(poor)	
C3-S1	مقبولة(Admissible)	
C3-S2	مشكوك فيها(Marginal)	5
C3-S3	مشكوك فيها(Marginal)	
C3-S4	ضعيفة(poor)	
C4-S1	ضعيفة(poor)	
C4-S2	ضعيفة(poor)	1-4
C4-S3	ضعيفة جدا(very poor)	2-3-6
C4-S4	ضعيفة جدا(very poor)	



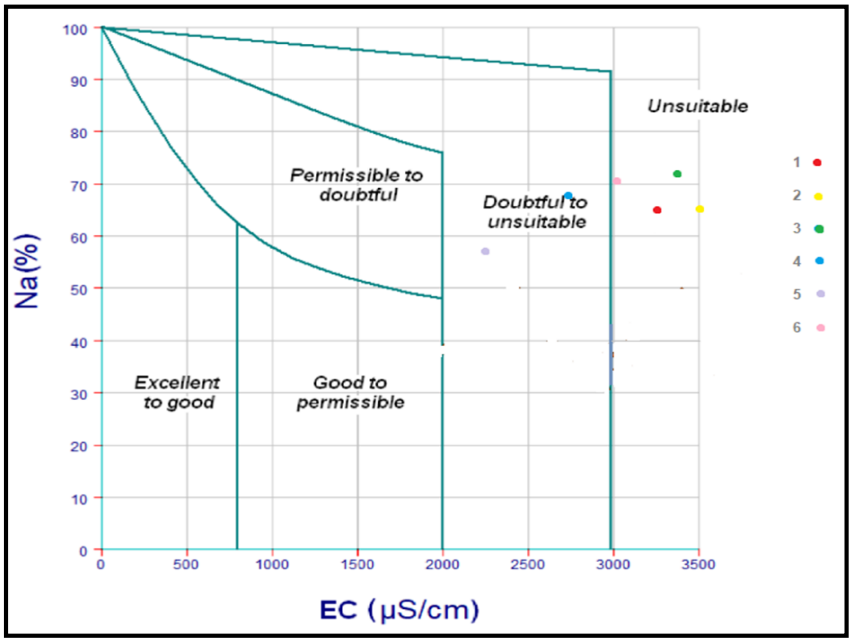
شكل (8) مخطط ريتشارد (Richard , 1954) لقياس صلاحية المياه لري

2 - نسبة ايون الصوديوم (Na%)يلعب الصوديوم دوراً رئيسياً في تحديد صلاحية مياه الري، وبالتالي فإن النسبة المئوية لأيون الصوديوم،تعد من أهم الخواص التي تلعب دوراً أساسياً في تقييم نوعية مياه الري، وقد أوجد "ويلكوس" نسبة الصوديوم بالشكل الملي المكافئ (epm) لمجموع الكاتيونات على النحو التالي (WILCOX ,1955):

$$Na\% = \frac{(Na + K)}{(Ca + Na + Mg + K)} * 100$$

تم تمثيل هذه النسبة للعينات المدروسة على مخطط ويلكوس الذي يقسم إلى مناطق وفق خواص المياه، كما هو موضح قي الشكل (9).

نلاحظ من الشكل (9) إن عينات المياه المحللة في الآبار (1-2-3-6) وقعت في صف المياه الغير مناسبة للاستخدام الزراعي أما عينات مياه الآبار (4-5) وقعت في صف المشكوك فيها إلى غير مناسب للاستخدام الزراعي.



شكل(9) نتائج تحليل مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف (WILCOX ,1955) لمياه الري

الخلاصة :

من خلال التحاليل الكيمائية والجرثومية يتضح أن هناك تلوث في الخزان الجوفي العلوي لمنطقة الدراسة (مكب صلاح الدين) نتيجة لنشاط البشري كالقمامة والآبار السواء بالمنطقة هو المؤثر الرئيسي لتلوث ومن خلال التحاليل الكيمائية نجد أن :

1- بينت نتائج التحاليل للمياه الجوفية لمنطقة الدراسة وبعد المقارنة بالمواصفات القياسية

لمياه الشرب ان المياه المتواجدة في منطقة الدراسة غير صالحة للشرب بسبب التلوث الحاصل في الخزان الجوفي العلوي ويزيد التلوث في اتجاه الشمال الشرقي من المكب بالمنطقة, وبالنسبة إلي العناصر الثقيلة تبين لنا زيادة في في نسبة عنصر النيكل (Ni) .

2- وضحت نتائج التحليل الجرثومي احتواء العينات المدروسة علي أعداد مختلفة من البكتيريا وتجاوزت الحدود المسموح به من 50-100 مستعمرة/مليلتر من قبل المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية (WHO 2007).

3- تم تقيم مدي صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري والزراعة باستخدام كل من تصنيف ويلكوس وتصنيف ريتشارد، وقد تبين ان معظم الآبار غير مناسبة للاستخدام الزراعي عدا البئرين (4-5) وقعت في صف المشكوك فيه الي غير مناسب للاستخدام الزراعي حسب تصنيف ويلكوس، إما تصنيف ريتشارد تبين ان معظم الآبار ضعيفة للاستخدام الزراعي عدا البئر (5) وقع في صف المشكوك فيها للاستخدام الزراعي .

التوصيات :

1- ضرورة الإسراع بتزويد منطقة الدراسة بمياه النهر الصناعي .

2- توفير شبكة لصرف الصحي وربطها بمحطة معالجة المياه للاستفادة منها بدلا من ان تكون مصدرا للتلوث .

3- التخلص من المكب او الاستفادة منه بي إعادة تدوير المخلفات البلاستكية والمعدنية بدلا من أن تكون مصدرا للتلوث.

4- الاهتمام بالتحاليل الكيميائية والجرثومية لعينات المياه التي يجب ان تجمع من الابار المستغلة لأغراض الشرب والري دورياً، وملاحظة التغيرات التي تحدث لها .

5- ضرورة الزام المواطنين بالمنطقة اتباع المواصفات الفنية عند إقامة الخزانات الأرضية(الابار السوداء) لصرف المخلفات المنزلية خاصة بي العمارات السكنية حتي لا تكون مصدر تلوث خطير يهدد سلامة المياه الجوفية وصحة الانسان.

6- تحليل باقي العناصر الثقيلة بالمنطقة نظرا لخطورتها الكبيرة علي صحة الانسان .

7- اكمال تحليل عنصر النحاس والتركيز عليه في غرب منطقة الدراسة ومعرفة أسباب الزيادة في العنصر في هذه المنطقة تحديدا

1- الاستمرار في اجراء البحوث علي تلوث المياه الجوفية في هذه المنطقة ومراقبة التغيرات التي قد تحدث في المياه الجوفية ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة للتخفيف من اثار التلوث

المراجع:

الحياني ، ع ، 2009 ، تقيم المياه الجوفية لبعض أبار قرية الخفاجية في محافظة الانبار ، مجلة جامعة الانبار للعلوم والمعرفة .
2- إبراهيم الرتيمي ، 2018 ، الخصائص المكانية للطبقات المائية بمنطقة سهل الجفارة
3- سليمان البياروني ، 1996 ، تلوث المياه الجوفية بالجماهرية العظمي .
4- صالح الصادق ، سالم رشراش ، الطاهر الشاوي ، 2002 ، دراسة تداخل مياه البحر بمنطقة شمال غرب ليبيا
5- عبدالرزاق عبدالعزيز، واخرون ، 2009 ، رصد نوعية المياه الجوفية بتاجوراء -ليبيا
6- عبدالكريم القبلاوي ، 2024 ، مدي جودة المياه الجوفية بمنطقة تليل للشرب .
7- علي الأزرق ، بشير الساعدي ، 1990 ، تلوث المياه الجوفية بالكروم في منطقة مدبغة تاجوراء ، المؤتمر الأول للعلوم البيئة ، مركز البحوث الصناعية ، طرابلس-ليبيا .
8- غازي ، 2010 ، البيئة الصناعية تحسينها وطرق حمايتها ، دار دجلة ، جمهورية العراق.

9- ليلي زايد ، 2018 ، تلوث المياه الجوفية واثارها في منطقة الزاوية .
10- معايير المركز الوطني الليبي لمياه الشرب (ليبيا 2008) .
11- مركز الأرصاد الجوية ، 2017 ، طرابلس .
12- يوسف الفقي ، فتحي صويد ، 2016 ، تقيم المياه الجوفية الضحلة لبعض ابار منطقة مصراته ومدئ ملائمتها للشرب والري.

13-Deshpande,S.M and Aher,K.R., 2012, Evaluation of Ground water Quality and its Suitability for Drinking and Agriculture Use in Parts of Vaijapur ,District Aurangabad ,MS,India .Research Journal of Chemical Sciences .Vol.2.
14- European Union (2019) standard specifications for drinking water .
15- flogel, h. (1979). seawater intrusion study. sarald/fao project. unpublished report. Tripoli, 56p.5 tables, 26 fig. and 3 maps.(aw-295).
.16- Google Earth For aerial maps 2024
7- Gefli (1973). Groupement D'Etude Francais En libye Siege Social. 1 Survey for the development of the central wadi zone and Gulf of Sirt. 8 rue Jean Goujon 75008Paris.

- Richard, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and 18 Alkali Soils. Diols, Agri Handbook 60, U.S. dep. Agric., Washington D.C .

Water Resources Evaluation in , 2016 , H ,Farag , -Rashrash, S19 Ghadamis Basin, Libya, Journal of Water Resource and Protection,19P.

- Todd, D. K. and Mays, L. W. 2005. Ground water Hydrology. 3rd .02

- WHO (2018). *Guidelines for Drinking-water Quality*. 12 Incorporating First Addendum to Third Edition. Recommendations, Geneva, Switzerland .

- Wilcox, L. V. , 1955: Classification and use of Irrigation water, 22 U.S. Dept. Agric. Circ. 969, Washington,D. C., 19P.