دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية والتحليل البيولوجي لمياه الآبار الجوفية في مناطق مزدة والتضامن وفسانو

أ. مجدي مصباح السنوسي ، أ. عبدالسلام عبدالله مكاري

كلية الآداب والعلوم مزدة، جامعة غريان

المستخلص:

تعتمد مناطق مزدة والتضامن وفسانو بشكل رئيسي على المياه الجوفية لتلبية احتياجاتهم من مياه الشرب والزراعة والصناعة. تهدف الدراسة إلى تقييم الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية لسبعة آبار تتراوح أعماقها بين 550 و730 مترًا. شملت التحاليل قياس الأس الهيدروجيني(pH) ، الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) ، التوصيل الكهربائي(E.C) ، العسر الكلي(TH) ، أيونات البيكربونات ($HCO-^{3}$) ، أيونات الكبريتات($SO4^{-2}$) ، النترات(-NO3) ، الكلوريدات(-Cl) ، الصوديوم (+Na)، البوتاسيوم(K^{+}) ، الكالسيوم(Ca^{++}) ، والمغنيسيوم .(Mg^{++}) .أظهرت النتائج أن متوسط قيم الأس الهيدروجيني (7.3)، التوصيل الكهربائي (1796)، النترات (4.4)، البيكربونات (126.4)، الصوديوم (134.9)، البوتاسيوم (22.3)، الكالسيوم (113)، والمغنيسيوم (59.6) ملجم/لتر كانت ضمن الحدود المسموح بها وفقًا للمواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية. بينما كانت متوسط قيم الأملاح الذائبة الكلية(1421) T.D.S ، العسر الكلي (4303)، الكبريتات (645)، والكلوريد (552.4) ملجم/لتر أعلى من الحدود المسموح بها. لم تُسجل أي حالات تلوث ببكتيريا E.coliأو .coliform Total خلصت الدراسة إلى أن المياه غير صالحة للاستهلاك البشري، لكن يمكن استخدامها للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، الخصائص الكيميائية والفيزيائية، التلوث البيولوجي .

المقدمة:

تعتبر المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي للمياه في هذه المنطقة والتي يعتمد عليها السكان في تلبية جميع احتياجاتهم من شرب، زراعة، وصناعة، بالإضافة الى الاستخدامات الأخرى (بشلوع، وآخرون، 2020: ص637) تعد المياه من أهم المقومات التي تتحكم في توزيع السكان على سطح الأرض، حيث يرتبط وجودهم بما يتوفر من المياه، وسهولة الحصول عليها، وتوجد المياه في الطبيعة في عدة حالات منها في باطن الأرض، أو ما يعرف بالمياه الجوفية التي تعد من أهم المصادر الرئيسية للاستعمال البشري في المناطق الجافة، وشبه الجافة التي لا تسمح ظروفها الطبيعية بوجود مجاري مائية دائمة، ورغم عظم أهمية المياه الجوفية إلا أنها لا تتوفر بحالة نقية، بل تحتوي على مواد عالقة، وأخرى ذائبة بنسب متفاوتة تحدد نوعيتها وجودتها(لربش وأخرون،2024: ص237). وتعد ليبيا من الخمسة عشرة دولة الأكثر فقراً للمياه في العالم، ويتزايد هذا الوضع تردي يوماً بعد يوم خصوصاً في غياب استغلال الموارد المائية والحفاظ على الموارد المتاحة (لشهب وآخرون، 2019: ص2) كما ان وجود ايونات الكلوريد والصوديوم والماغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم وله مزاياه وأضراره إذا تجاوز القيم المسموح بها، فمثلا ايونات الكلوريد لها دورًا كبيرًا في النشاط الاسموزي للسائل خارج الخلايا، حيت يؤدي ارتفاع ايونات الكلوريد الى اكساب الماء طعمًا غير مستساغ يؤدي إلى العطش. ونقصها إلى انخفاض الضغط. والتركيز العالي للكلوريد يؤدي إلى تأكل المعادن. أما أيون البوتاسيوم يعتبر من أهم عناصر السائل الخلوي في الجسم، ويعمل على تنظيم التوازن الحمضي والقاعدي. كما يشترك مع الصوديوم في تنظيم الضغط الاسموزي وضغط الامتلاء في الخلية وخارجها، ويقوم أيون البوتاسيوم بمهام خاصة لتوصيل النبضات العصبية (شلوف وآخرون، 2018: ص56،57) الماء أهم وأكبر العناصر الكيميائية المذيبة، ففيه تتفاعل وتتحلل العناصر لكيميائية والعضوية كافة، وهو ما يعرف بمجموعة الأملاح الذائبة في المياه، ويعني محصلة ومجموع المعادن المتصلة به، أي أن الماء يحوي خصائص الصخور التي استقر وجرى خلالها لفترات زمنية طويلة. ولكنها تختلف في نسبة تركيزاتها فيه حسب شدة تركيز العناصر بالصخور، الفترة الزمنية لتفاعل، الحرارة والضغط، نسبة تركيز الغازات، وصلاحية الماء للشرب تتوقف على نسبة ذلك التركيز، فهو يكون صالحاً للاستخدام وخاصة في الشرب قياساً على المعايير والمواصفات التي أقرتها منظمة الصحة العالمية، واعتمدتها ليبيا في مواصفاتها الداخلية كمياه مطابقة للشروط الصحية الأولية وتضمن عافية ورفاهية السكان، وتحد من هدر الموارد البشرية، والمادية وتقلل

تكاليف الاستخدام إلى أدنى حد (العيساوي،:2020 ص122). على الرغم من أن المياه الجوفية أقل عرضة لتلوث من المياه السطحية وذلك لوجودها تحت سطح الأرض مما يحد من وصول كثير من المواد الملوثة إليها. إلا أنها عندما تتلوث يصعب معالجتها وتأخذ وقت طويل حتى تعود إلى وضعها الطبيعي، وقد لا تعود وذلك حسب نوع الملوث. تلوث المياه الجوفية يحدث من مصادر يمكن تصنيفها إلى بلدية، صناعية، زراعية، وبيئية. المصادر البيئية عادة ينتج عنها ملوحة المياه وتحدث نتيجة للتلوث بماء البحر أو التلوث ببعض الأملاح المكونة لصخور الخزان الجوفي (شهوب، وآخرون، 2020: ص43). تلوث المياه هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه يحدث بصورة مباشرة أو غير مباشرة، ويؤدي إلى التأثير على مواصفات المياه ويجعلها غير صالحة للكائنات الحية (العيوني وآخرون، 2019: ص1191-1211).

الدراسات السابقة:

أشارت ابوبكر وآخرون (2024)، في دراسة تقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة الجوش، غرب ليبيا. إلى أن التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة الكلية، تركيز العسرة الكلية، ايونات الصوديوم تركيز ايونات الكبريتات، تركيز ايونات الكلوريد قد تجاوزت الحد المسموح به في الموصفات القياسية الليبية، والموصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، وخلصت الدراسة أغلب العينات غير مطابقة للشروط القياسية، ويرجع السبب في الغالب الى نوع أحواض المياه الجوفية التي تتغذى منها المنطقة، وندرة الأمطار التي تغذي تلك الأحواض مما تسبب في تركيز الأملاح بها، واختلال الميزان المائي لتلك المنطقة بسبب ازدياد الطلب على الموارد المائية. وأشار بشلوع، وآخرون (2020)، في دراسة مدى ملائمة المياه الجوفية بمدينة مزدة للأغراض المنزلية، إلى أن تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية، تركيز العسرة الكلية، تركيز الكبريتات، تركيز ايونات الكلوريد، تركيز الأمونيا، قد تجاوزت الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية رقم (10) لسنة 2008م، والموصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، وانتهت الدراسة أن المياه لا تشكل خطورة عند استخدامها منزلياً وإنها غير صالحة للشرب. وأشار بن ساسي، وآخرون (2021)، في دراسة تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وفقًا لبعض العناصر الكيميائية، إلى أن تركيز الموصلية الكهربائية، تركيز الملوحة الكلية، تجاوزت الحد المسموح به في المواصفات القياسية (م ق ل 10) لسنة 1992 م. والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO) لسنة 2003م. وانتهت الدراسة إلى أن المياه غير صالحة للشرب، وأشارت صبا علي (2021)، في دراسة التلوث

البكتيري وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمعامل مختارة لإنتاج المياه المعبأة في محافظة كربلاء– العراق إلى أن الفحص البكتيري كان إيجابي أي يوجد تلوث بكتيري للمياه المعبأة في المعامل المختارة لدراسة. وانتهت الدراسة إلى أن مياه الإسالة تعاني من الإهمال من ناحية التصفية والتعقيم، وإنها غير أمنة وصالحة للشرب بشكل دائم إذ تجاوزت العديد من النماذج التي تم اختبارها المواصفات القياسية العراقية ومواصفة الصحة العالمية.

مشكلة البحث

1- تعاني مياه الآبار الجوفية بمنطقة مزدة والتضامن وفسانو من تزايد تركيز بعض العناصر عن الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

2- زيادة عدد الآبار وقلة الدراسات والأبحاث في منطقة مزدة والتضامن وفسانو حول تلوث المياه الجوفية، وعدم توفر مختبرات ومعامل لتحليل المياه في هذه المناطق.

أهداف البحث.

1- معرفة نوعية المياه في الآبار الجوفية في منطقة الدراسة ومدى صلاحيتها للاستخدامات البشرية، لأغراض الشرب بالدرجة الأولى والزراعة.

2- مدى تطابق قيم خصائص مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة مع المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم (82) لسنة 2008م.

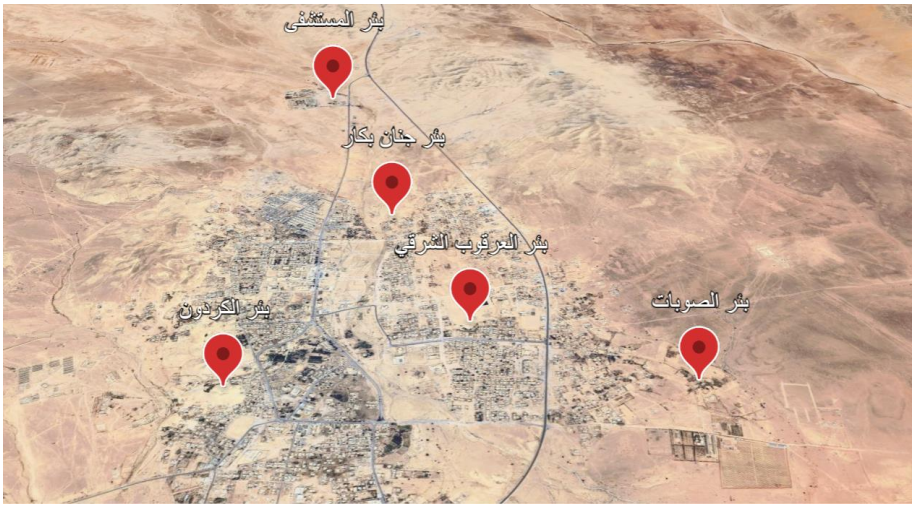
3- مدى تطابق قيم خصائص مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب لسنة 1996م.

4- تحديد حجم التلوث البيولوجي إن وجد عن طريق التحليل المعملي وتوضيح ما يسببه من أضرار على صحة الإنسان.

حدود منطقة الدراسة:

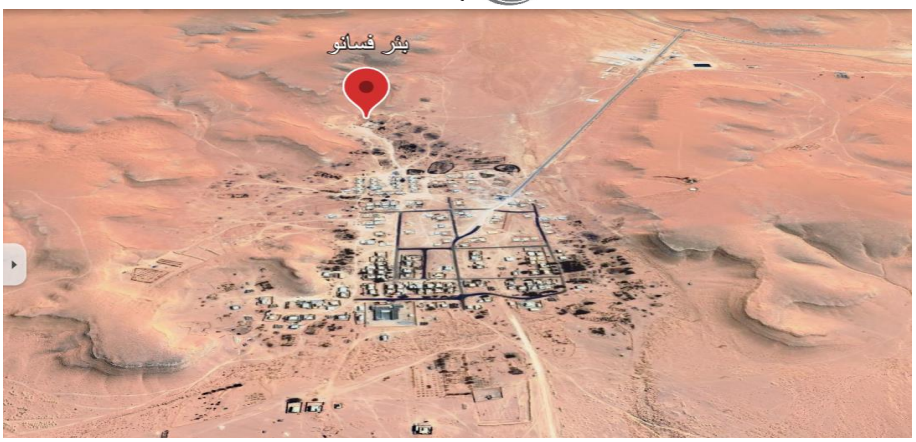
تقع مدينة مزده في الشمال الغربي من ليبيا في الجبل الغربي حيث تبعد عن مدينة طرابلس حوالي 190 كم جنوبًا، وتقع جنوب مدينة غريان بمسافة 87 كم تقريبًا. أما فلكياً فتقع مدينة مزدة على دائرتي عرض N"،02, 29 31^0 ، E "12 ،59 12^0 شمالاً و N"41 24 31^0 و 03E ،00 13^0 جنوباً و خطي طول10 14^0 شرقًا و40 11^0 غربًا

.تقع منطقة التضامن على خط العرض86، 32^0 و خط طول12، 13^0.تقع منطقة فسانو على خط عرض34، 31^0 شمالاً وخط طول78، 12^0 شرقاً(Google earth).



"شكل (1): يوضح مواقع الآبار الجوفية في منطقة مزدة."

"الشكل (2): يوضح موقع الآبار في منطقة التضامن."



"الشكل (3): يوضح مواقع الآبار في منطقة فسانو."

المواد وطرق العمل:

تم اختيار الآبار التي تُستخدم في ضخ مياهها على الشبكة العامة لتغديه بلدية مزدة بالمياه للاستعمالات المختلفة. تم تحليل عدد 7 آبار، وتم تحديد موقعها بواسطة جهاز (GPS) كما هو موضح في الأشكال (1)(2)(3). تم جمع العينات بعد تشغيل المضخة الجوفية للآبار لمدة 20 دقيقة، وتم حفظ العينات في قنينات بلاستيكية سعة 500 مل، وأخذت خمس مكررات لكل عينة. تم إجراء التحاليل الكيميائية في مختبرات شركة السديم (طرابلس– ليبيا) في ديسمبر 2022 م لآبار مزدة، وفي فبراير 2025 لبئري التضامن وفسانو وقد أجريت على العينات الاختبارات التالية:

الأس الهيدروجيني pH : تم قياس الأس الهيدروجيني لعينات المياه باستخدام جهاز (PH Meter).

التوصيل الكهربائي E.C: تم قياس التوصيل الكهربائي لعينات المياه باستخدام جهاز قياس التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity meter، من نوع HQ40D من شركة Hach وعبر عن النتائج بالمايكرو موز/سم .

المواد الصلبة الذائبة الكلية T.D.S : تم قياس الأملاح الذائبة الكلية في محلول العينات باستخدام الجهاز HQ40D من شركة Hach وعبر عن النتائج بوحدات ملجم/لتر.

النترات (NO_3^-) : تم تقديرها بأخذ 25ml من عينة المياه في وجود كاشف Regent باستخدام جهاز Spectrophotometer HACH DR 2000 من شركة HACH .

الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+: قدّر تركيز كلاً من الصوديوم والبوتاسيوم لعينات المياه باستخدام جهاز مطيافية اللهب من نوع BWB Flame photometer وعبرّ عن النتائج بوحدات ملجم/لتر.

العسرة الكلية TH: تم تقدير العسرة الكلية عن طريق تسحيح 50ml من عينة المياه المخففة باستخدام محلول EDTA (0.1 N) عياري وباستعمال الكاشف Eriochrome black T كدليل لوني وعبر عن النتائج بوحدات ملجم/لتر. (APHA,2017)

الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2}: تم تقديرها عن طريق معايرة 5 مل من العينة مع محلول من (Na_2EDTA) تركيزه (0.01 N) باستعمال دليل بربرات الامونيوم للكشف عن الكالسيوم ودليل ايركروم بلاك T للكشف عن المغنيسيوم.

البيكربونات HCO^{-3}: تم تقديرها عن طريق معايرة حجم معين من العينة مع حامض الكبريتيك (0.01 N) في وجود دليل الميثيل البرتقالي .

الكبريتات $SO4^{-2}$: تم تقديرها بأخذ 10 مل من عينة المياه في وجود كاشف sulfaver وباستخدام جهاز DR 3900 من شركة HACH.

الكلوريد Chloride : تم حساب تركيز الكلوريد في عينات المياه باستخدام طريقة المعايرة مع محلول نترات الفضة القياسي وفقا لطريقة (APHA,2017)

التحاليل البيولوجية:

تم إجراء التحاليل البيولوجية بطريقة التخمر لمدة 48 ساعة تحت درجة 37 درجة مئوية داخل (Bacteria incubator) لمعرفة عدد الخلايا البكتيرية E.coli ، Total coliformفي كل 100ml من عينة المياه.

الجدول (1): يوضح المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة 2008م والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م لمياه الشرب.

العنصر	الرمز الكيميائي	الحد المسموح بها	
		المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم (82) لسنة (2008 م)	المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب لسنة (WHO)1996
درجة الحرارة	$^{\circ}C$	-	-
الرقم الهيدروجيني	Ph	8.5 - 6.5	9.5 - 6.5
العكارة	NTU	أقل من 5 وحدات عكارة	أقل من 5 وحدات عكارة
التوصيل الكهربي	EC	أقل من 2500	أقل من 2300
الأملاح الذائبة	TDS	أقل من 1200 ملجم / لتر	أقل من 1000 ملجم / لتر
العسر الكلي	TH	أقل من 500 ملجم / لتر	أقل من 500 ملجم / لتر
الكلوريدات	Cl	أقل من 250 ملجم / لتر	أقل من 460 ملجم / لتر
الكبريتات	$SO4^{-2}$	أقل من 250 ملجم / لتر	أقل من 500 ملجم / لتر
الكربونات	$CO3^{-2}$	أقل من 500 ملجم / لتر	أقل من 500 ملجم / لتر
البيكربونات	HCO^{-3}	أقل من 500 ملجم / لتر	أقل من 350 ملجم / لتر
الكالسيوم	Ca^{++}	أقل من 200 ملجم / لتر	أقل من 200 ملجم / لتر
الماغنسيوم	Mg^{++}	أقل من 150 ملجم / لتر	أقل من 150 ملجم / لتر
الأمونيا	NH_3	أقل من 1.5 ملجم / لتر	أقل من 1.5 ملجم / لتر
النترات	NO_3^-	أقل من 50 ملجم / لتر	أقل من 50 ملجم / لتر
النتريت	NO_2^-	أقل من 3 ملجم / لتر	أقل من 3 ملجم / لتر
الصوديوم	Na^+	أقل من 200 ملجم / لتر	أقل من 250 ملجم / لتر
البوتاسيوم	K^+	أقل من 40 ملجم / لتر	أقل من 12 ملجم / لتر
الأحياء الدقيقة	-	**(CFU)100ml/cell**	**(CFU)100ml/cell**
Total coliform(T.C)100ml	-	**0**	**0**
E.coli_100ml	-	**0**	**0**

المصدر:

. المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (2008 م) المواصفة الليبية رقم (82) لمياه الشرب.

. المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب لسنة 1996 م (WHO).

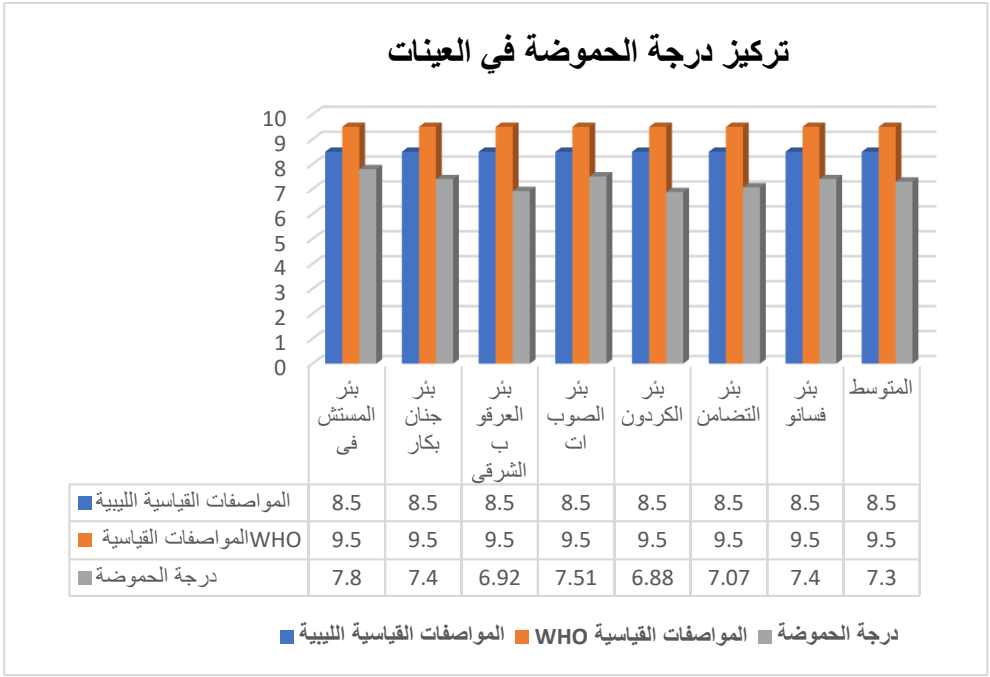
الجدول (2): يوضح نتائج التحاليل الكيميائية والبيولوجية لمياه الآبار الجوفية السبعة التي تم دراستها.

البئر / التحليل	المستشفى	جنان بكار	العرقوب الشرقي	الصوبات	الكردون	التضامن	فسانو	المتوسط	أعلى قيمة	أقل قيمة
pH	7.8	7.4	6.92	7.51	6.88	7.07	7.4	7.3	7.8	6.88
T.D.S (mg/L)	1354	1502	1721	1209	1611	1120	1432	1421	1721	1120
µs/cm EC	1900	2100	2221	1501	1903	1382	1570	1796	2221	1382
TH (mg/L)	2421	4551	8630	2900	5321	2101	4200	4303	8630	2101
HCO_3^- (mg/L)	90	102	191	141	173	88	100	126.4	191	88
SO_4^{-2} (mg/L)	740	630	802	403	670	597	670	645	802	403
NO_3^-	0.32	0.62	9.13	0.12	0.25	11.36	9.23	4.4	11.36	0.12
Mg^{++} (mg/L)	70	62	67	47	90	29	52	59.6	90	29
Ca^{+2} (mg/L)	101	122	152	114	131	79	93	113	152	79
Na+ (mg/L)	129	137	164	123	147	108	136	134.9	164	108
K^+ (mg/L)	27	10	33	14	29	20	23	22.3	33	10
CL^- (mg/L)	878	602	250	694	701	301	441	552.4	878	250
Total coliform (T.C)100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.coli_100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

النتائج والمناقشة:

تم تحليل العينات التي تم جمعها من 7 آبار جوفية في مناطق مزدة والتضامن وفسانو، كما هو موضح في الجدول رقم (2). يعرض هذا الجدول النتائج التي تم الحصول عليها بعد إجراء التحاليل المعملية على العينات، مع مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة 2008 م والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م الخاصة بمياه الشرب، تبين التالي:

1- درجة الحموضة (PH):



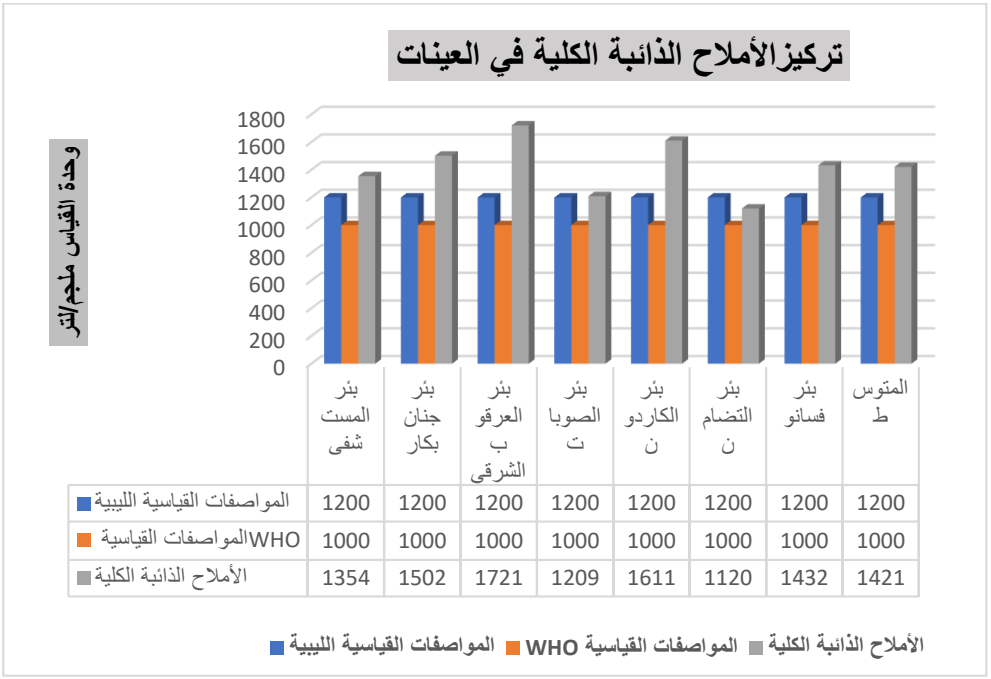
	بئر المستشفى	بئر جنان بكار	بئر العرقوب الشرقي	بئر الصوبات	بئر الكردون	بئر التضامن	بئر فسانو	المتوسط
المواصفات القياسية الليبية	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
المواصفات القياسيةWHO	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
درجة الحموضة	7.8	7.4	6.92	7.51	6.88	7.07	7.4	7.3

"الشكل (4): يوضح قيم PH لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (4)، تم تسجيل أعلى قيمة للأس الهيدروجيني في بئر المستشفى، حيث بلغت (7.8)، بينما كانت أقل قيمة في بئر الكردون، حيث سجلت (6.88)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (7.3). وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996 م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها. عند مقارنة هذه النتائج مع النتائج المتحصل

عليها في دراسة سابقة والتي تروحت بين (7.1-7.2) (بشلوع، وآخرون، 2020: ص 641). نلاحظ تغيرًا طفيفًا في قيم PH.

2- الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S):

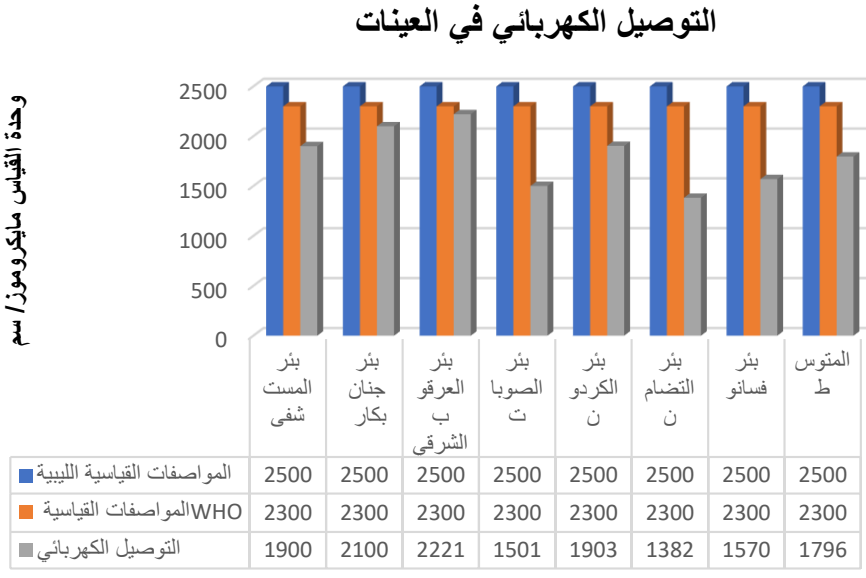


"الشكل (5): يوضح قيم T.D.S لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (5)، تم تسجيل أعلى قيمة للأملاح الذائبة الكلية في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (1721ملجم /لتر) ، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيت سجلت (1120ملجم/لتر)،وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (1421 ملجم/ لتر) .وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة أعلى من الحدود المسموح بها، باستثناء بئر التضامن ، كانت تركيزها ضمن الحدود المسموح بها . وعند مقارنة هذه نتائج مع نتائج المتحصل عليها في دراسة سابقة والتي تراوحت بين(108-1380) ملجم/لتر(بشلوع، وآخرون،2020:ص 641). نلاحظ ارتفاعًا في قيم الأملاح الذائبة الكلية، ويرجع هذا الارتفاع إلى السحب الزائد من الخزانات الجوفية وقلة تعويضها بسبب ندرة الامطار في السنوات الاخيرة. كما أن غياب التشريعات التي تنظم وتقنن تعمل عملية السحب من

المياه الجوفية أدى إلى استنزافها وزيادة تراكم الأملاح بها (أبوبكر، وآخرون 2024: ص217).

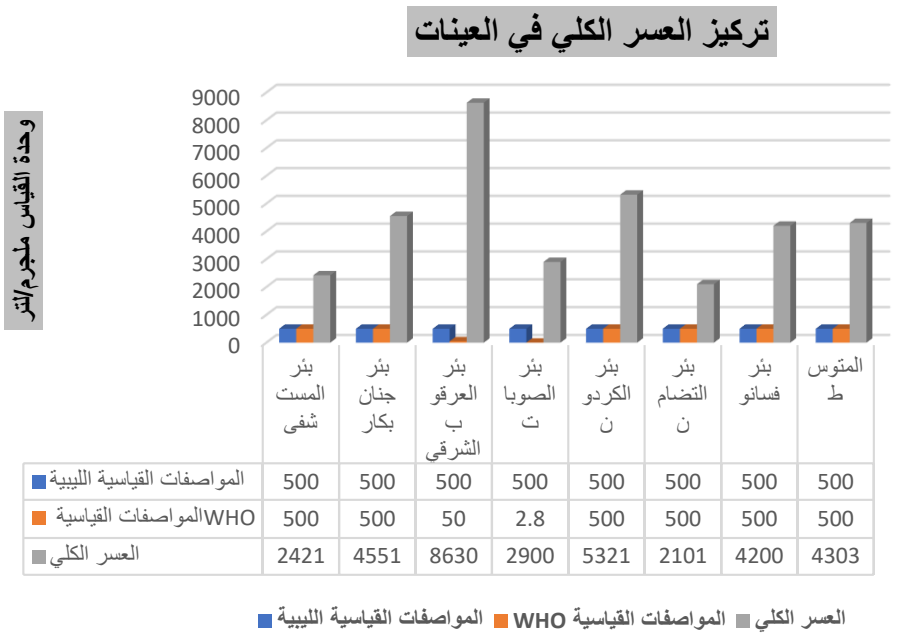
3- التوصيل الكهربائي (EC):



"الشكل (6): يوضح قيم EC لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (6)، تم تسجيل أعلى قيمة لتوصيل الكهربائي في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (2221 مايكرو موز/ سم)، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيث سجلت (1382 مايكرو موز/ سم)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (1796 مايكرو موز/ سم)، وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها. يرجع الارتفاع النسبي للتوصيل الكهربائي إلى زيادة نسبة الأملاح الذائبة في مياه الآبار المدروسة، حيث أن التوصيل الكهربائي يعد مقياسًا لدرجة تركيز الأيونات المذابة، والتي ترتبط بشكل مباشر بتركيز الأملاح في المياه.

4- العسر الكلي (TH):

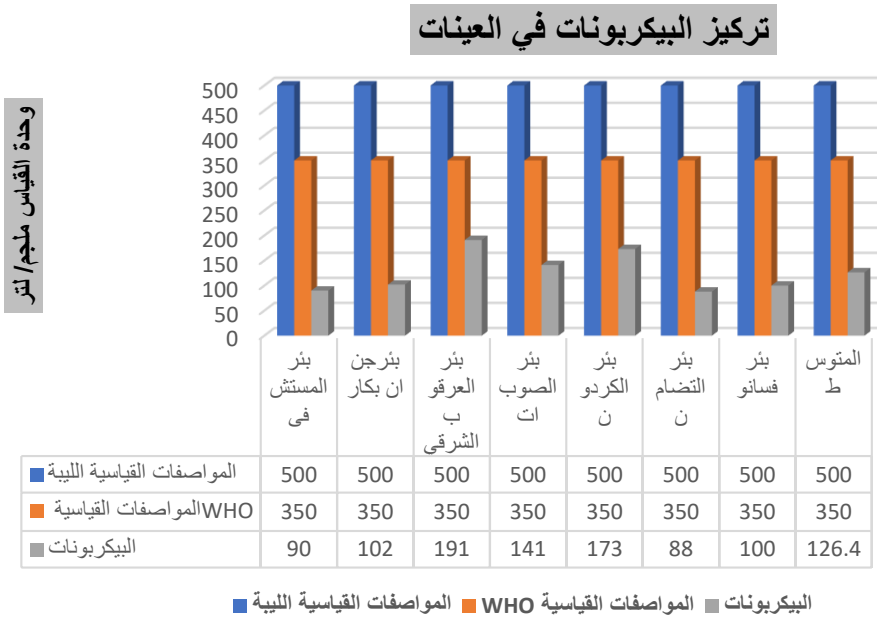


"الشكل (7) : يوضح قيم TH لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (7)، تم تسجيل أعلى قيمة للعسرة الكلية في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (8630 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر المستشفى، حيث سجلت (2101 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (4303 ملجم/لتر). وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة قد تجاوزت الحدود المسموح بها. عند مقارنة هذه النتائج مع النتائج المتحصل عليها في دراسة سابقة والتي تروحت بين (1501-9000) ملجم/لتر. (بشلوع، وآخرون، 2020: ص642). نلاحظ تغيرًا طفيفًا في قيم TH مع مرور الوقت. كما أشارت الدراسة إلى أن صخور الحجر الجيري والدولوميت المكون للخزان المائي مصدرًا طبيعيًا لكربونات وبيكربونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم في مياه هذه الآبار. وتعتبر البيكربونات هي التي ينشأ عنها معظم المركبات القاعدية. كما أن تفاعل الماء مع الصخور الجيرية ينتج عنه الأملاح الكلية لكربونات وبيكربونات مياه آبار منطقة الدراسة. وتصنف آبار هذه الدراسة على انها عسرة جدا،

حيث أن هذه الزيادة حدثت نتيجة لذوبان بعض مكونات التربة في المياه نتيجة لتفاعل غاز ثاني اكسيد الكربون مع حجر الكلس لتكوين البيكربونات في هذه المياه. كما أشار (Ben sera, et, al: 2021) في دراسات هيدروجيولوجية سابقة إلى أن سبب ارتفاع تركيز أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم يعود إلى الدولوميت الغني بهذه الأيونات وطبقات الجبس والصخور الرسوبية الأخرى مثل الحجر الجيري والحجر الرملي .

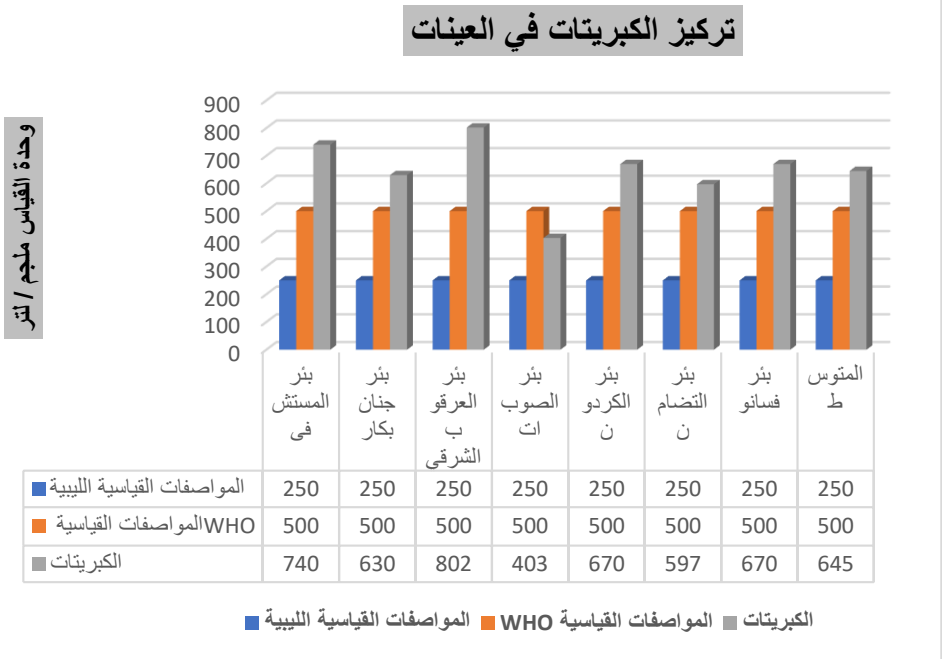
5- البيكربونات (HCO^{-3}):



"الشكل (8): يوضح قيم HCO^{-3} لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (8)، تم تسجيل أعلى قيمة للبيكربونات في بئر العرقوب الشرقي. حيث بلغت (191ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيث سجلت (88 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (126.4 ملجم/لتر)، وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها.

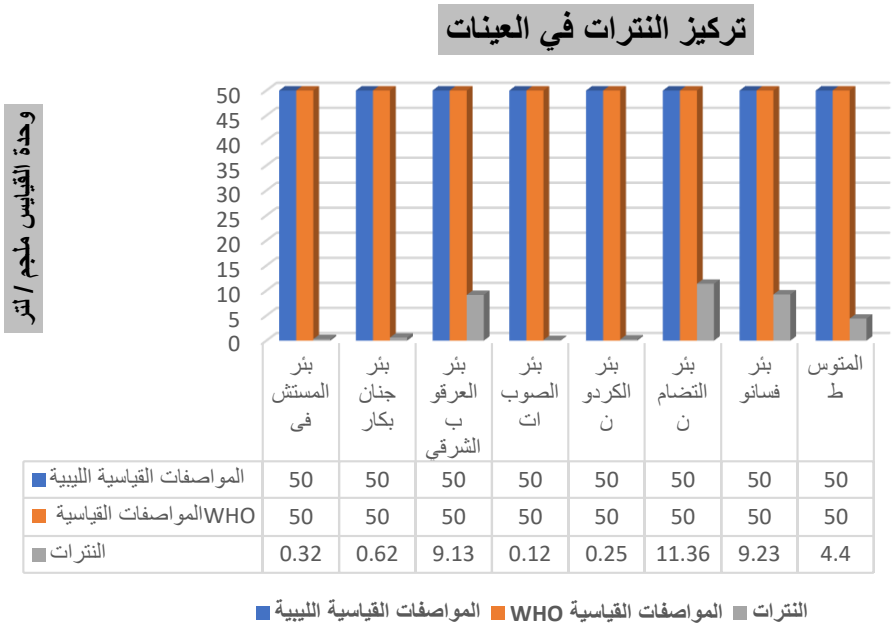
6- الكبريتات (SO_4^{-2}):



"الشكل (9) : يوضح قيم SO_4^{-2} لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (9) تم تسجيل أعلى قيمة للكبريتات في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (802 ملجم /لتر) بينما كانت أقل قيمة في بئر الصوبات، حيث سجلت (403 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (645 ملجم/لتر) وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة أعلى من الحدود المسموح بها. عند مقارنة هذه النتائج مع النتائج المتحصل عليها في دراسة سابقة والتي تروحت بين (600-940) ملجم/لتر. (بشلوع، وآخرون ،2020:ص642). نلاحظ تغيرًا طفيفًا في قيم SO_4^{-2} مع مرور الوقت. كما أشارت الدراسة إلى أن هذا الارتفاع يعود الى البنية الجيولوجية لطبقات الأرض في المنطقة. حيث أن مصادر الكبريتات في التربة ناتجة عن أكسدة الكبريتيد، الذي يشتق من الصخور الطبيعية (البايرسيت). و من تكسر المواد العضوية الكبريتيدية واختزال الكبريتات بواسطة البكتريا اللاهوائية.

7- النترات (NO^{-3}):

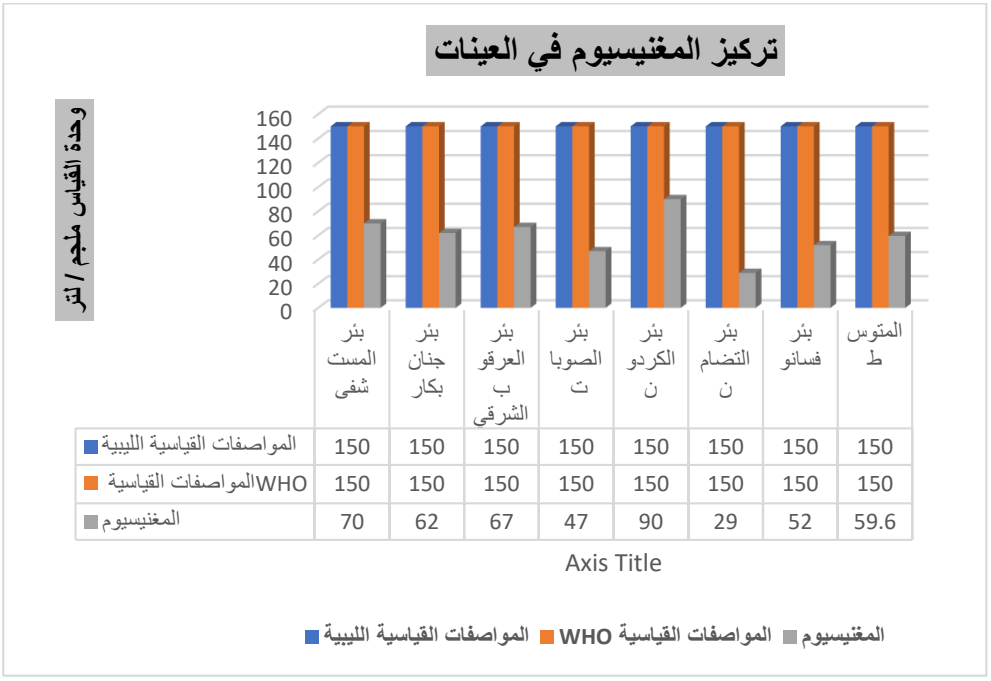


"الشكل (10) : يوضح قيم NO^{-3} لعينات المياه في مناطق الدراسة."

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (10)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر التضامن، حيث بلغت (11.36 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر الصوبات، حيث سجلت (0.12 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات (4.4 ملجم/لتر)، وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها. مياه هذه الآبار صالحة للاستهلاك البشري من ناحية هذا المؤشر.

8- أيون المغنسيوم(Mg^{+2}) :

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (11)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر الكردون، حيث بلغت (90 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيث سجلت (29 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (59.6 ملجم/لتر).

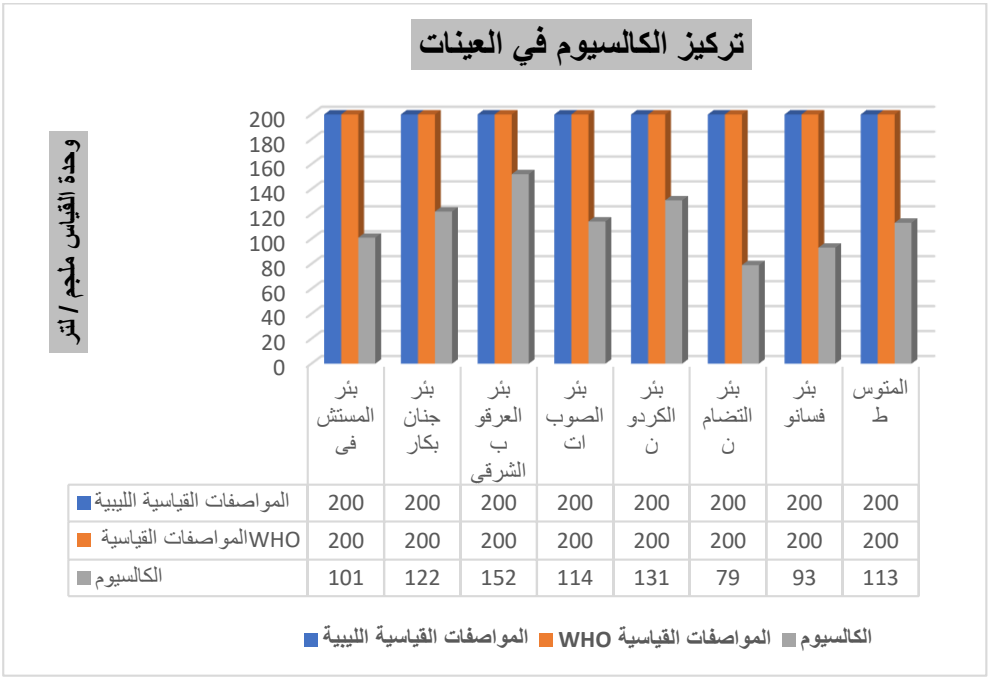


"الشكل (11) : يوضح قيم Mg^{+2} لعينات المياه في مناطق الدراسة."

وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م.نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها.

9- الكالسيوم (Ca^{+2}):

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (12)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (152 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيث سجلت (79 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (113 ملجم/لتر).

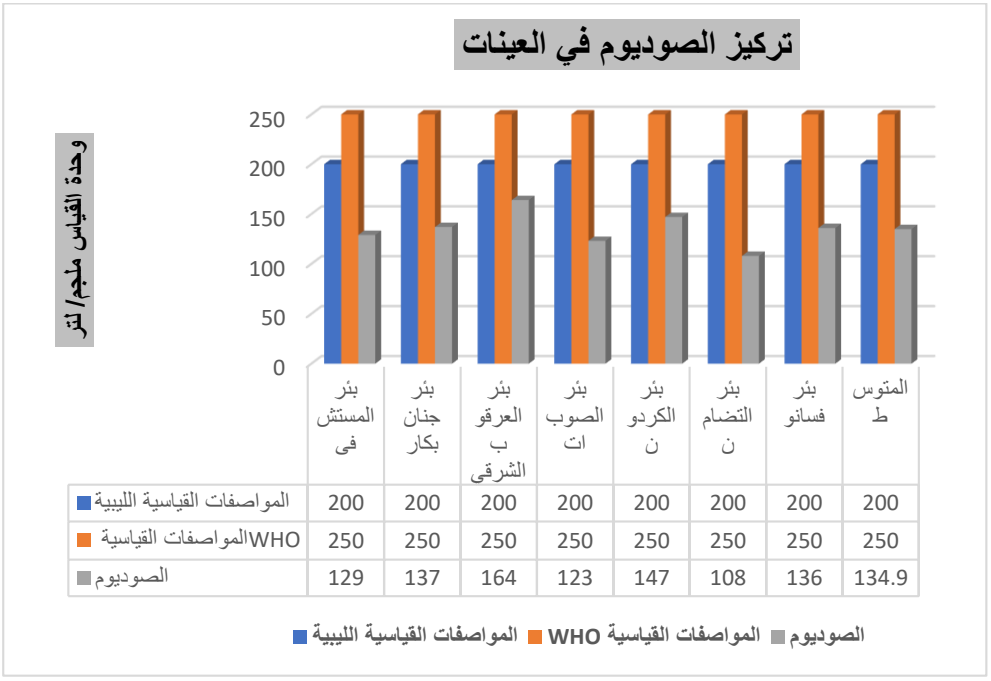


"الشكل (12): يوضح قيم Ca^{+2} لعينات المياه في مناطق الدراسة."

وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها.

10- الصوديوم (Na^{+}):

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (13)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت(164 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في بئر التضامن، حيث سجلت (108 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات (134.9 ملجم/لتر). وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008 والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996م.

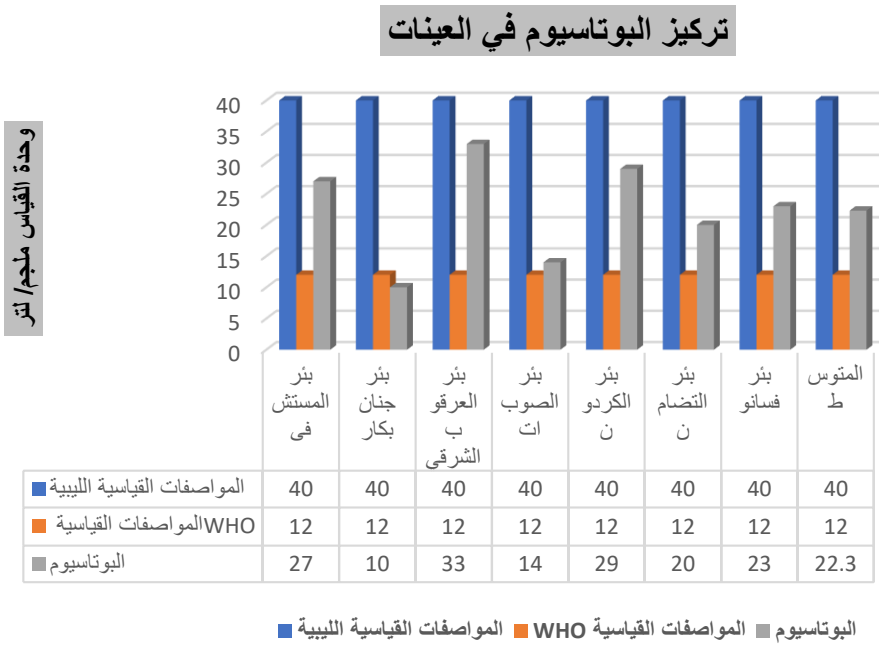


"الشكل (13) : يوضح قيم Na^+ لعينات المياه في مناطق الدراسة."

نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها.

11- البوتاسيوم (K^+) :

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (14)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر العرقوب الشرقي، حيث بلغت (33 ملجم /لتر)، بينما كانت أقل قيمة في جنان بكار، وهي (10 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (22.3 ملجم/لتر). وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008م. نلاحظ أن القيم المسجلة تقع ضمن الحدود المسموح بها. عند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996 م.

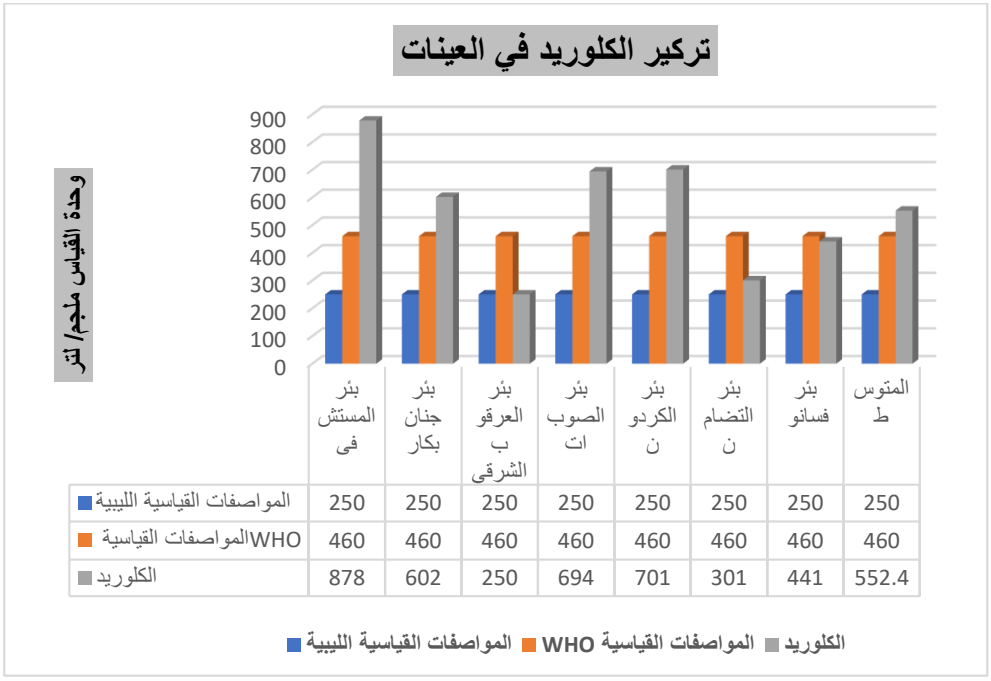


"الشكل (14) : يوضح قيم K^+ لعينات المياه في مناطق الدراسة."

نلاحظ أن القيم المسجلة أعلى من الحدود المسموح بها ، باستثناء بئر جنان بكار كانت ضمن الحدود المسموح بها.

12- الكلوريد (Cl^-):

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (15)، تم تسجيل أعلى قيمة في بئر المستشفى، حيث بلغت (878 ملجم /لتر)، بينما كانت وأقل قيمة في بئر العرقوب الشرقي وهي (250 ملجم/لتر)، وبالمتوسط العام لجميع العينات، كانت القيمة (625 ملجم/لتر) . عند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008م. نلاحظ أن القيم المسجلة أعلى من الحدود المسموح بها. وعند مقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية WHO لسنة 1996 م. نلاحظ أن القيم المسجلة أعلى من الحدود المسموح بها، في بئر المستشفى وبئر جنان بكار وبئر الصوبات وبئر الكردون . بينما القيم المسجلة في بئر العرقوب الشرقي وبئر التضامن وبئر فسانو، كانت ضمن الحدود المسموح بها. عند مقارنة هذه النتائج مع النتائج المتحصل عليها في دراسة سابقة والتي تروحت بين (230.7-1060) ملجم/لتر(بشلوع، وآخرون، 2020: ص642).



"الشكل (15): يوضح قيم Cl^- لعينات المياه في مناطق الدراسة."

نلاحظ ارتفاعًا في قيم Cl^-. كما أشارت الدراسة إلى أن الكلور يوجد في معظم المصادر المائية تحت الظروف الطبيعية، نتيجة لذوبان الصخور الرسوبية والنارية في الماء. وكذلك من ذوبان المراحل المعدنية المختلفة في طبقة المياه الجوفية.أن هذا الارتفاع يعود إلى البنية الجيولوجية لطبقات الأرض في المنطقة. وكذلك من ذوبان المراحل المعدنية المختلفة في طبقة المياه الجوفية (أبوبكر، وآخرون، 2024: ص215).

13- الفحص البيولوجي:

من خلال التحاليل المختبرية تبيّن أن عينات الآبار السبعة خالية من الخلايا البكتيرية E.coli ، Total coliform. مما يدل على عدم وجود تلوث، وصالحة للاستعمال البشري حسب التلوث البكتيري. تتفق هذه النتائج مع النتائج المتحصل عليها في دراسة سابقة (بشلوع، وآخرون، 2020: ص643). أي أن آبار المياه لم تتعرض لتلوث مع مرور الوقت.

الخلاصة:

أوضحت الدراسة أن قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار السبعة تراوحت بين 6.88-7.8، مع متوسط قدره 7.3، مما يشير إلى صلاحية المياه للاستخدام البشري، أما تراكيز الأملاح الذائبة الكلية فكانت بين 1120 -1721 ملجم /لتر بمتوسط 1421 ملجم /لتر، مما يوضح المياه غير صالحة للشرب نظرًا لتجاوزها الحدود المسموح بها، إذ يؤدي ارتفاع هذه التراكيز إلى طعم غير مقبول للمياه وتسبب خطرًا على الصحة العامة، مثل أمراض الكلى. أما استعمالها لسقي النباتات والمحاصيل الزراعية فالأمر يختلف من محصول إلى آخر حسب حساسية المحصول، وأيضا من تربة إلى أخرى حسب قوامها. ويلاحظ أن معظم النباتات يتطلب لتجاح زراعتها مياه ذات نوعية جيدة نسبيًا، ويعد النخيل من النبتات التي تنمو في الجو الحار والجاف، وتتحمل درجات ملوحة عالية (لربش، وآخرون، 2024 : ص243). تراوحت قيم التوصيل الكهربائي بين 1382-2221 مايكروموز/سم، مع متوسط قدره 1796 مايكروموز/سم، وكانت ضمن الحدود المسموح بها .أما قيم العسر الكلي فقد تراوحت بين 2101-8630 ملجم/لتر، بمتوسط 4303 ملجم/لتر، مما يدل أن المياه عسرة جدا نظرًا لتجاوزها الحدود المسموح بها . تؤثر المركبات الرئيسية التي تسبب العسرة على طعم المياه، وتجعله غير فعال لعملية التنظيف باستعمال الصابون، كما لها دور رئيسي في نمو الطحالب. بالنسبة لقيم البيكربونات HCO_3^- تروحت بين 88 -191 ملجم / لتر مع متوسط قدره 126.4، وهي ضمن الحدود المسموح بها. كما تراوحت قيم الكبريتات بين 403-802 ملجم/ لتر، بمتوسط 645 ملجم/ لتر، مما يثبت عدم صلاحية المياه للشرب بسبب تجاوزها الحدود المسموح بها. أذ ان ارتفاع الكبريتات يسبب تهيج الجهاز الهضمي والجفاف بسبب تأثيره الملين (Khan et at ,2020,1986-1992). أما قيم النترات NO_3^- فقد تراوحت بين 0.12-11.36ملجم /لتر، بمتوسط 4.4 ملجم/لتر، وهي ضمن الحدود المسموح بها. فيمات تراوحت قيم المغنيسيوم، الكالسيوم، الصوديوم، والبوتاسيوم في حدود 29-90 ، 152،79، 108-164 و10-33 ملجم/لتر على التوالي، بمتوسط قدره 59.6، 113، 134.9 و22.3 ملجم/لتر على التوالي، زهي ضمن الحدود المسموح بها. وبمقارنة قيم البوتاسيوم بالمواصفات القياسية WHO نجد أن بئر العرقوب الشرقي، وبئر الكردون، أعلى من الحدود المسموح بها. أما بنسبة للكلوريد فقد تراوحت قيمه بين 250-878 ملجم /لتر، بمتوسط 552.4 ملجم /لتر، وهي تجاوزت الحدود المسموح بها، باستثناء بئر العرقوب الشرقي كانت ضمن الحدود المسموح بها .إن ارتفاع نسبة الكلوريد عن الحدود المسموح بها ،يؤثر على طعم الماء ويكسبها الطعم المالح بالأخص

إذ أرتبط مع أون الصوديوم مكون كلوريد الصوديوم . وتسبب التراكيز العالية ارتفاعًا في ضغط الدم كذلك تسبب تآكل الأنابيب المعدنية (صبا علي، 2021: ص71). من ناحية التحاليل البيولوجية، تبين أن المياه خالية من التلوث بالبكتريا E.coli ، Total coliform .

تشير نتائج هذه الدراسة إلى ارتفاع مستويات الأملاح الذائبة الكلية، العسر الكلي، الكبريتات، والكلوريدات في المياه، مما يشكل تهديدًا كبيرًا على الصعيدين الصحي والاقتصادي. فشرب مياه هذه الآبار على المدى الطويل يمكن أن تؤدي إلى ظهور مشاكل صحية مثل ارتفاع ضغط الدم، وأمراض الكلى، وزيادة احتمالية الإصابة بالتوحد لدى المواليد. كما أن هذه المياه لها تأثيرات سلبية على النباتات والمحاصيل الزراعية، خصوصًا تلك الحساسة لملوحة المياه، مما يؤدي إلى تدهور جودة التربة وارتفاع نسبة الأملاح فيها. علاوة على ذلك، يترتب على استخدام هذه المياه تكاليف اقتصادية عالية لمعالجتها. إن مياه الآبار السبعة المدروسة غير صالحة للشرب وتحتاج الى معالجة، مع محدودية استخدامها في الزراعة، ويمكن استخدامها للأغراض المنزلية والصناعة .

التوصيات:

1- نوصي بعدم استخدام مياه الآبار كمياه للشرب إلا بعد معالجتها بإحدى طرق التحلية كالمعالجة الكيميائية أو التحلية بالتناضح العكسي أو غيرها.

2- الاهتمام بمياه الصرف الصحي ومعالجتها واستغلالها في ري الأشجار غير المثمرة ومصدات الرياح، بالإضافة إلى إقامة بحيرات و خزانات اصطناعية لجمع المياه في الوديان للاستفادة من مياه الجريان السطحي في موسم الأمطار، وأستخدامها في ري الأشجار والحيونات، مما يساهم في تخفيف الضغط على الخزانات الجوفية .

3 - توعية السكان منطقة مزدة بضرورة المحافظة على المياه و ترشيد استهلاكها واستخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بتنقيط والرش لتقليل هدر المياه.

4-تطبيق طرق لإعادة شحن المياه الجوفية مثل بناء خزانات أو آبار لتمكين المياه السطحية من الوصول الى الطبقات الجوفية .

5-إجراء صيانة كاملة للآبار وشبكة المياه العامة داخل بلدية مزدة للحفاظ على المياه المهدورة نتيجة التسرب، مع الاهتمام بالكشف الدوري عن التسريبات وإصلاحها فورا، وتحديث الأنظمة المستخدمة لضمان كفاءة توزيع المياه والحفاظ عليها.

6- تشجيع المواطنين ومنحهم تراخيص لإنشاء محطات خاصة لتنقية المياه ،مع ضرورة متابعة هذه المحطات من قبل الجهات المختصة لضمان الالتزام بالمعايير الصحية.

7- على الكليات ومراكز البحوث و مكتب الإصحاح البيئي الموجودة في المنطقة المساهمة في إجراء البحوث و الدراسات المتعمقة حول مياه الآبار في بلدية مزدة ،ومراقبة التغيرات التي قد تطرأ على جودة المياه بشكل دوري، بالإضافة إلى تقديم حلول علمية وتطبيقية لمعالجة أي مشكلات، بما يضمن استدامتها وسلامتها للاستخدام الآدمي و الزراعي.

المراجع العربية:

1- بشلوع، عزالدين محمد وآخرون (2020) دراسة مدى ملائمة المياه الجوفية بمدينة مزدة للأغراض المنزلية. المجلة الأكاديمية للأبحاث والنشر العلمي، العدد (16).

2- لربش، عطية محمد علي و أحمد، أسامة عمر (2024) الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة سيناون. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد (2).

3- لشهب، سعد رجب، وآخرون،(2019) دراسة بعض مؤشرات تلوث المياه الجوفية في نطاق مدينة المرج .مجلة العلوم والدراسات الإنسانية –المرج ، العدد (60) .

4- شلوف، ميلاد أحمد، وآخرون، (2018) دراسة بعض الدلائل عن جودة مياه الشرب المعبأة من مدينة مصراتة. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية العدد (1)

5- العيساوي، نوري أبوفائدة، (2020) مياه الآبار الخاصة الأهمية والمواصفات و الأخطار المحتملة للاستخدام .مجلة كلية الآداب، العدد (29).

6- شهوب، محمد سعدون، وآخرون (2020) تأثير مياه البحر على خصائص المياه الجوفية بمنطقة كعام ،شمال غرب ليبيا .مجلة علوم البحار و التقنيات البيئية، العدد (2).

7- العيوني ،جهاد محمود، وآخرون (2019) دراسات عن تلوث مياه الشرب والأمراض المرتبطة بها في مصر وبعض دول أسيا. مجلة الزقازيق للبحوث الزراعية، العدد 46(4).

8- ابوبكر، سماح حسن، وآخرون (2024) تقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة الجوش –غرب ليبيا .مجلة القلم المبين، العدد (16)

9- بن ساسي ،جمال محمد ،وآخرون (2021) تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وفقا لبعض العناصر الكيميائية .مجلة البحوث الأكاديمية، العدد (19).

10-علي، صبا صلاح (2021) في دراسة التلوث البكتيري وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمعامل مختارة لإنتاج المياه المعبأة في محافظة كربلاء –العراق. رسالة ماجستير جامعة كربلاء.

11– الحياني، عبدالستار جبير (2009) تقييم المياه الجوفية لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار. مجلة جامعة الأنبار للعلوم والمعرفة.

12-المواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 2008، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية.

المراجع الأجنبية :

1-American Public Health Association (APHA), 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition, Washington D.C. American Public Health Association .

2-WHO (1996).Guidelines for Drinking-water- Quality-volume 2 second edition .

3-Ali Ben sera ,Khitam Alughoul, Mohamed "Hydro geochemistry of groundwater aquifers in Azintan, Northwestern Libya "2021",Aljabal Scientific Jouenal. Issue No(5).

4-khan,M.R.Wabaidur,S.M.,Busquets, R.,Alammari,A.M. ,Azam ,M., &alsubhi,A(2020)Trace identification of sulfate anion in bottled and metropolitan water samples collected provinces of Saudi Arabia .Journal of King Saudi University-science, 32(3).