مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وفقاً لبعض العناصر الكيميائية

أ. جمال محمد بن ساسي
كلية الهندسة - جامعة مصراتة، الهندسة الصناعية، ليبيا

د. أحمد علي الصداعي
كلية الهندسة - جامعة مصراتة، الهندسة الصناعية، ليبيا

أ. محمد نجيب الطيب طرينة
كلية التقنية الصناعية - مصراتة، الهندسة الصناعية، ليبيا

استلمت الورقة بتاريخ 2021/03/02، وقبلت بتاريخ 2021/05/22، ونشرت بتاريخ 2021/05/23
الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، التلوث، العينات، التحاليل الكيميائية، المواصفات المعتمدة.

الملخص

تم إعداد هذه الدراسة لتقييم نوعية مياه بعض الآبار وخلوها من التلوث بمنطقة الصقور محل الدراسة، وهي إحدى القرى وسط مدينة مصراتة. في هذه الدراسة تم العمل بطريقة مبسطة، وذلك عن طريق جمع عدد من العينات من آبار المياه الجوفية بمنطقة محل الدراسة، وتم إجراء التحاليل الكيميائية لبعض العناصر الكيميائية لعينات مياه هذه الآبار بغرض التعرف على نوعية المياه ومدى ملاءمتها للشرب طبقاً للمواصفات المعتمدة (المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) للمياه الصالحة للشرب. تم تحليل عينات الدراسة ممثلةً لعدد خمس آبار جوفية هي W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، وتم إيجاد تراكيز بعض العناصر لها، ومن ثم مقارنة ما مدى مطابقة هذه النتائج التي تم الحصول عليها مع المواصفات المعتمدة في الدراسة للمياه الصالحة للشرب. وتضمن التقييم دراسة بعض العناصر الكيميائية مثال ذلك: درجة الموصلية الكهربية EC، ودرجة تركيز الملوحة الكلية TDS، ودرجة تركيز الأس الهيدروجيني PH، ودرجة تركيز أيون النترات.

تتضح أهمية هذه الدراسة للدلالة على أن تلوث المياه الجوفية يعد من المشاكل الخطيرة، بسبب علاقته المباشرة بسلامة البيئة وصحة الإنسان. إن إبراز أهمية تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث، هو من الدوافع التي أدت بالباحثين إلى اختيار موضوع الدراسة.

أظهرت نتائج الدراسة أن قيم مياه عينات الدراسة هي ضمن قيم كل من الحد الأدنى والأعلى المسموح به للمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب وذلك فيما يخص كل من درجة تركيز النترات ودرجة تركيز الأس الهيدروجيني PH، أما قيم مياه عينات الدراسة لكل من الموصلية الكهربية EC، ودرجة تركيز الملوحة الكلية TDS فهي أعلى بكثير من قيم كل من الحد الأدنى والأعلى المسموح به للمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب. وبهذا خلصت الدراسة على أن نتائج هذا العمل مشجعة، وبأن مياه عينات الدراسة خالية من التلوث.

1. المقدمة

تعدّ المياه الجوفية من مصادر المياه المهمة التي تُخزّن داخل باطن تكوينات الأرض، في الفراغات بين الرمال والأتربة وفُتات الصخور، وتُشكّل هذه المياه طبقات مائية تُعرف باسم طبقات المياه الجوفيّة وهي تشكّل مستودعاً أو حوضاً للمياه. تعتبر المياه الجوفية جزءً من دورة المياه الطبيعية على الأرض، إذ تتسرب داخل الأرض عند هطول الأمطار عبر التربة وفتات الصخور، وترشّح خلال الصخور المساميّة لتصل إلى منطقة معينة تتجمع فيها. كما أن المياه الجوفية هي أحد أهم مصادر المياه في ليبيا حيث تمثل ما نسبته 96 % من مجموع الموارد المائية المتاحة، وتسهم بأكثر من إجمالي الاستهلاك البشري، وبما أن المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي الذي يعتمد عليه لتلبية الاحتياجات البشرية في ليبيا بشكل عام، ومنطقة محل الدراسة بشكل خاص، فهذا يحتم علينا أن نكون أكثر وعياً وإدراكاً من هدر هذا المصدر أو تلوثه [1]. وبالرغم من أهمية المياه الجوفية للحياة سواء للشرب أو الري أو للصناعة للاستخدام الواسع في كثير من المجالات الأخرى، نجد أن الانسان يقوم بتلويثها وجعلها غير صالحة للاستعمال البشري، ويؤكد ذلك برمي النفايات في البيئة دون معالجة، ناهيك عن الزيادة السكانية والتوسع العمراني وارتفاع مستويات المعيشة والنمو الاقتصادي والصناعي التي تسبب ازدياد كميات المياه المستخدمة في البيوت والصناعة والزراعة. لقد أسهمت كل هذه العوامل في زيادة الضغوط على بيئتنا المائية الطبيعية كماً وكيفاً. ويزيد الأمر خطورة طرح كميات كبيرة من مياه الصرف المختلفة، كالصرف المنزلي والزراعي والصناعي في مواقع قريبة من مصادر المياه النظيفة مما يؤدي إلى تلوثها بالمبيدات والملوثات المعدنية المختلفة [2]. وبما أن بلادنا ليبيا لا تختلف عن بلدان العالم الأخرى فيما يتعلق بالأسباب التي أدت إلى زيادة مشكلة المياه، وخاصة أن المياه الجوفية تُعد المصدر الرئيسي للاستهلاك، بالإضافة إلى أنه لا توجد بها أنهار دائمة الجريان، وإنما الموجود بها وديان جافة تمتلئ أثناء سقوط المطر إضافة إلى سيادة المناخ الجاف القاحل الذي يحد من الموارد المائية في حين يشهد الاستهلاك والطلب على المياه تزايداً مضطرداً [3]. كما أن المياه تعد أهم الموارد الطبيعية للحياة في هذا الكون على الإطلاق، وتتأثر التغيرات الايكولوجية البيئية الطبيعية منها والبشرية السائدة، من خلال التفاعل المعقد بين العوامل الطبيعية والأنشطة البشرية [4]. وتعتبر المياه الجوفية من أهم مكونات النظام البيئي فهي تمثل العصب الرئيس للحياة، والمورد الأساس والمقوم الطبيعي لقيام أعرق الحضارات على وجه الأرض، ويمثل الماء القسم الأكبر من سطح الأرض وتقل نسبة الماء العذب منه عن 3 % والباقي مياه مالحة [5].

وقد أصدرت هيئة الصحة العالمية التعريف التالي لتلوث المياه: إننا نعتبر المجرى المائي ملوثاً عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته بطريق مباشر أو غير مباشر بسبب نشاط الإنسان، بحيث تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها [6]. كما يمكن تعريف تلوث المياه بأنه أي تغير غير مرغوب فيه في الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه، مما يجعل نوعية هذه المياه غير ملائمة للاستخدام البشري [7]. وتلوّث المياه الجوفية له عدة أسباب يمكن أن نذكر منها الأسباب الطبيعية، حيث تتواجد بعض الشوائب في المياه بشكل طبيعي، وذلك بسبب ذوبان وتآكل جزء من مكونات الصخور عند تلامسها مع المياه، أي أن الخصائص الكيميائيّة للمياه تتغير أثناء ارتشاحها عبر مسام التربة والطبقات الرطبة تحت سطح الأرض إلى الطبقات المائية التي تتجمع فيها المياه الجوفية، لذلك يزداد محتوى المياه الجوفية من المعادن الذائبة، وبعضها قد يعطي المياه طعماً أو رائحةً غير مقبولة، لذلك يتم تصنيف المياه الجوفية على أنها مياه ملوثة وغير صالحة للشرب عند زيادة كمية المعادن الذائبة، أو عند احتواء المياه على مواد كيميائية مصنّعة، وقد تتسبب زيادة بعض

المعادن مثل الحديد والمنغنيز والكبريتات ببعض الآثار السلبية. في هذه الدراسة تناول البحاث المياه الجوفية بمنطقة الصقور وسط مدينة مصراتة لعدد خمس آبار هي W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، ومحاولة تقييم مدى ملائمة مياه آبار عينات الدراسة بأن تكون صالحة للشرب والاستعمال البشري وخالية من التلوث، وأيضاً من أجل تحديد تراكيز عينات الدراسة ذات العلاقة بدرجة الموصلية الكهربائية EC، ومجموع الأملاح الذائبة TDS، ودرجة تركيز الأس الهيدروجيني pH، ومدى احتوائها من عدمه للنثرات، ذات التأثير البيولوجي الضار والمسببة مباشرة لتلوث المياه الجوفية. وانطلاقا من ضرورة أن يساهم الباحثون في الحفاظ على البيئة، ومواجهة التلوث، للحد من زيادة انتشاره، وتجنب خطره. لهذا فإن البحاث قد اختاروا هذه المدينة لتكون الإطار المكاني لموضوع الدراسة، كما يرى البحاث أن أهمية الدراسة تكمن في إبراز أهمية دراسة المياه الجوفية، وذلك لكونها المصدر الرئيسي لمختلف الأنشطة البشرية، والتعرف على أبعاد مشكلة تلوث المياه الجوفية وخطرها على المدينة، حيث يعد تلوث المياه الجوفية من المشاكل الخطيرة وذلك بسبب علاقته المباشرة بسلامة البيئة وصحة الإنسان. كما تسهم هذه الدراسة في الكشف عن أحد معوقات الحياة الكريمة للإنسان وهو التلوث، وأيضا إضافة مرجع جديد حول موضوع خلو المياه الجوفية من التلوث وأثره على الموارد المائية. وتحرص الدراسة على نشر ثقافة المسئولية للأجيال القادمة تجاه البيئة.

وهدفت هذه الدراسة إلى التنبيه عن مشكلة تلوث المياه الجوفية وما ينتج عنها من أثار ومضاعفات تزيد من فترة لأخرى، وبهذا يمكن تلخيص أهداف الدراسة في النقاط الآتية:

أ- التعرف على نوعية المياه ومدى مطابقتها للمواصفات الليبية والعالمية في منطقة محل الدراسة.

ب- تسليط الضوء على أبعاد مشكلة تلوث المياه الجوفية وعلى الأضرار الناتجة عنها.

ج- محاولة تقييم مدى صلاحية مياه آبار عينات الدراسة للإستعمال البشري لكي تكون صالحة للشرب، من خلال النتائج التي تم الحصول عليها.

د- مقارنة النتائج مع المواصفات المعتمدة (المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO).

ه- تقديم فهم أفضل عن مشكلة تلوث المياه في مدينة مصراتة.

و- التحقق من خلو عينات الدراسة من النثرات، ذات التأثير البيولوجي الضار والمسببة مباشرة لتلوث المياه الجوفية.

ز- إمداد القائمين والمخططين لمشروعات التنمية بالمدينة بمعلومات وبيانات ذات علاقة بالمياه الجوفية،

ح- تقييم الآثار الناتجة عن تلوث المياه وما تسببه من أضرار على صحة الإنسان.

ط- تحديد حجم التلوث إن وجد عن طريق التحليل المعملي.

2. مراجعة الأدبيات السابقة

تمثل الدراسات السابقة الإطار النظري والدليل المرجعي الذي يسترشد بـه البحاث ويمهد الطريق ويرسم لهم الخطوات التي توجه المسار لإتمام الدراسة بالشكل الصحيح. وحسب علم البحاث، فإن الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع محدودة، فلا توجد دراسة تفصيلية متكاملة عن مدينة مصراتة إلا أن هناك دراسات قريبة لها. قامت نوال حسين (2003) بإعداد دراسة بعنوان النمو السكاني في مدينـة الزاوية وأثره على استهلاك المياه، حيث تناولت النمو السكاني والتركيب العمـري النـوعي بالإضافة إلى مصادر المياه، وخلصت الدراسة إلى تدني منسوب المياه الجوفية وهذا راجع إلى ارتفاع معدلات الاستهلاك البشري بالإضافة إلى تدني حصة الفرد من المياه. وقدّم أسامة عمر (2007) دراسة بعنوان المياه الجوفية بمنطقة مزده، وفيها تناول مشكلة عدم توفر مختبرات ومعامل لتحليل المياه بمنطقة مزده، الأمر الذي أدى إلى وجود صعوبات أمام التعرف على نوعية المياه الجوفية، ومن ثم مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة. كما تشير الدراسة إلى ارتفاع نسبة الأملاح والعناصر الذائبة عن الحدود المسموح بها. لذلك فإن استخدامها للشرب سوف يكون له مردود سلبي على صحة المستهلك، وانتهت الدراسة إلى أن نوعية وكمية مياه الآبار والعيون في منطقة الدراسة لا يمكن الاعتماد عليها كمصدر أساسي لتوفير ما يحتاجه السكان من المياه، ومن ثم لابد من البحث عن مصادر أخرى. كما قدمت فائزة عوض (2005) دراسة بعنوان جودة المياه الجوفية في منطقـة المرج، حيث خلصت الباحثة إلى أن المياه تُعتبر ملوثة وان من أهم مصادر التلوث قد يكـون ناتج عن السلوك السكاني ومن الإفراط في استخدام المخصبات والمبيدات الزراعية، كمـا أن انتشار المخلفات قد يكون مسؤول عن زيادة تركيز العناصر المعدنية بالمياه الجوفية. وألّف كلا من روجرز وليدون كتاب المياه في العالم العربي آفاق واحتمالات المستقبل لمؤلفيه (2008) عبارة عن خلاصة مؤتمر المياه في العالم العربي ببوسطن. ذكرت فيه معلومات عن الهيدرولوجيا وإدارة المياه في منطقة كثيفة السكان، شحيحة المياه، وأن جميع الدول الغنية بالنفط تواجه نقصاً في المياه، ولعل ذلك يجعل لها حلولاً ممثلة في الاستيراد أو الحفر العميق للمياه الجوفية أو تحلية مياه البحر.

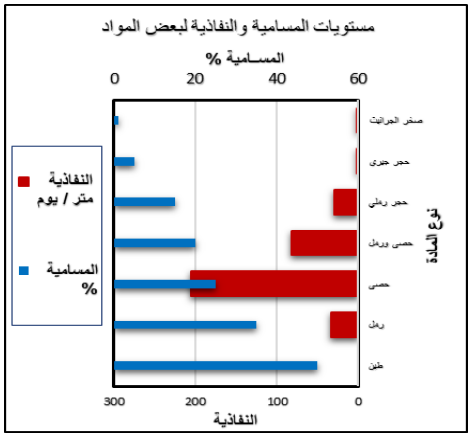
3. خواص بعض المواد ذات العلاقة بالمياه الجوفية

طبقاً للتعريف العلمي لمعنى المسامية على أنها مقياس للمسامات أو الفراغات بين جزيئات بعض المواد مثل الطين أو حبات الرمل أو قطع الحصى في طبقة صخرية معينة. ويتم التعبير عنها رياضياً بحجم الفراغات مقسماً على الحجم الكلي، وهي نسبة مئوية محددة بين 0 – 100 %. أما النفاذية فتشير إلى قدرة الماء على المرور والحركة بين تلك المسامات، والجدول (1) المبين أدناه يوضح مستويات المسامية والنفاذية لبعض المواد ذات العلاقة بالمياه الجوفية.

جدول 1. مستويات المسامية والنفاذية لبعض المواد [8]

نوع المادة	المسامية %	النفاذية (متر/يوم)
طين	50	0,041
رمل	35	32.8
حصى	25	205
حصى ورمل	20	82
حجر رملي	15	28.7
حجر جيري	5	0.041
صخر الجرانيت	1	0.0041

ومن خلال الشكل (1) نلاحظ أن مادة الطين تتمتع بمسامية عالية ونفاذية ضعيفة، أما مادة الحصى فلها مسامية ضعيفة ونفاذية عالية، من هنا نجد أن المياه الجوفية تتدفق عبر المسامات والفراغات في الرسوبيات والتكوينات الصخرية، حيث تسمح الطبقات ذات النفاذية العالية بحركة أكثر حرية للمياه بين هذه المسامات والفراغات. كما أن طبقات الحصى تختزن كميات أكبر من المياه نتيجة لنفاذيتها العالية، لذلك فهي تعد أفضل المصادر لتخزين المياه الجوفية.

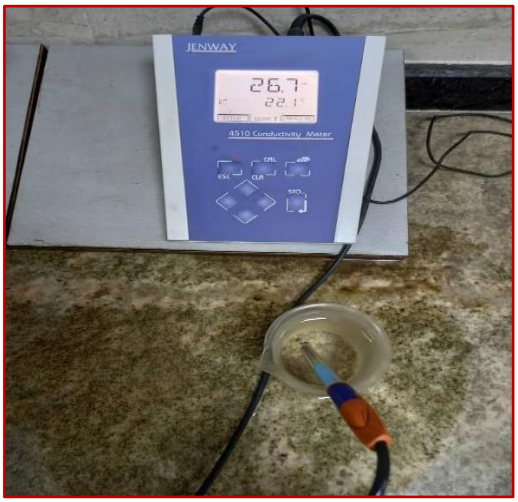


شكل 1. مستويات المسامية والنفاذية لبعض المواد

4. الحالة الدراسية

شملت هذه الدراسة عينات الدراسة للآبار ذات الأرقام W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، والتي تتراوح أعماقها ما بين (8 - 22) متراً. ولقد تم جمع عدد من عينات مياه آبار منطقة محل الدراسة، وتم أخذ العينات في قنينات بلاستيكية سعة لتر ونصف مع غسلها أكثر من مرة بالماء المقطر. حيث تم إجراء التحاليل الكيميائية لهذه العينات في معامل الشركة الليبية للحديد والصلب، وبأجهزة تحاليل حديثة ومتطورة، حيث استخدم جهاز (3520 Ph - Meter) نوع (JENWAY) لقياس قيمة درجة تركيز الأس الهيدروجيني (PH) ، كما هو مبين بالشكل (2) وتم استخدام جهاز (4510 Conductivity Meter) نوع (JENWAY) لقياس درجة الموصلية الكهربائية (EC)، كما هو مبين بالشكل (3) ومنها تم الحصول على درجة تركيز الملوحة الكلية (TDS) ، ودرجة تركيز أيون النترات تم قياسها باستخدام جهاز (DR/890 Colorimeter) نوع (HACH)، كما هو مبين بالشكل (4) . علماً بأن جميع قيم المتغيرات محسوبة بالمليجرام/لتر (mg/L) ماعدا درجة تركيز الأس الهيدروجيني. استخدامت المواصفات القياسية الليبية (م ق ل 10) لسنة 1992 والصادرة من قبل المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية كمواصفات محلية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO) كمواصفات عالمية لسنة 2003. والجدول (2) يوضح حدود متغيرات الدراسة حسب المواصفات المعتمدة.

شكل 2. جهاز قياس pH لعينات الدراسة



شكل 3. جهاز قياس درجة الموصلية الكهربية لعينات الدراسة

شكل 4. جهاز قياس درجة تركيز أيون النترات لعينات الدراسة

جدول 2. حدود متغيرات الدراسة وفقاً للمواصفات المعتمدة [9]

المتغير	المواصفات المعتمدة	
	المواصفات القياسية الليبية رقم (82) لسنة 1992	المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالميةWHO لسنة 2003
درجة الموصلية الكهربائية EC	1400	-
درجة تركيز الملوحة الكلية TDS	1500 - 500	1000
درجة تركيز الأس الهيدروجيني pH	8.5 – 6.5	6.5 – 5.5
درجة تركيز أيون النترات	45 - 10	50

5. مناقشة النتائج

من خلال الجدول (3) المبين أدناه، تم تحليل عينات الدراسة لعدد خمس آبار جوفية هي W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، كما تم إيجاد تراكيز بعض العناصر لها، وتم مقارنة نتائج التحليل لعينات الدراسة بالمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب.

جدول (3) نتائج التحليل الكيميائي لعينات الدراسة

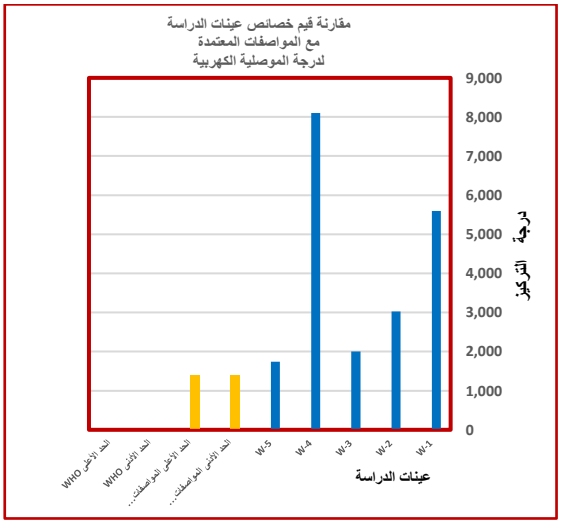
عينات الدراسة	درجة الموصلية الكهربائية EC	مجموع الأملاح الذائبة TDS	درجة تركيز الأس الهيدروجيني pH	درجة تركيز أيون النترات
W_1	5,600	4,480	6.50	19
W_2	3,030	1,939	6.85	11
W_3	2,000	1,280	6.50	8
W_4	8,100	6,480	6.50	22
W_5	1,740	1,114	6.85	7

من خلال مقارنة بيانات الجدول (2) وبيانات الجدول (3) يمكن استنتاج النقاط الآتية:

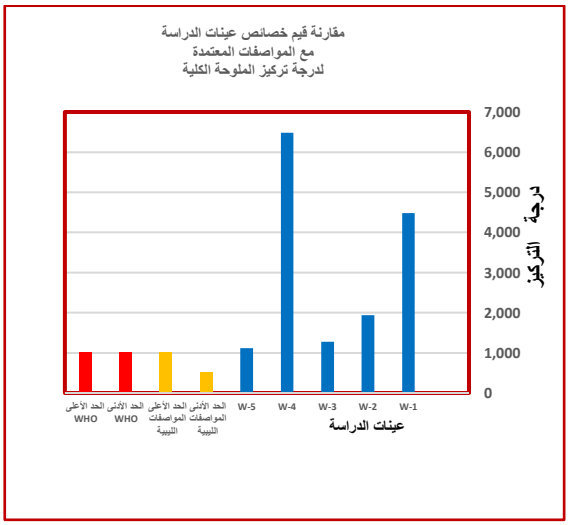
1. تقييم مياه عينات الدراسة لتكون صالحة للشرب، طبقاً للموصلية الكهربائية. وتتضح نتائج الجدول (3) المبينة أعلاه، والخاصة بعينات الدراسة ذات الأرقام W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، أنها تعتبر جميعها خارج نطاق الحدود المسموح بها من حيث درجة الموصلية الكهربائية، وذلك بعد مقارنتها بالجدول (2) الخاص بالمواصفات المعتمدة، كما أن الشكل (5) يشير إلى ذلك بوضوح.

2. تقييم مياه عينات الدراسة بأن تكون صالحة للشرب، طبقاً لدرجة تركيز الملوحة الكلية. تتضح نتائج الجدول (3)، والخاصة بعينات الدراسة ذات الأرقام W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، أنها تعتبر جميعها خارج نطاق الحدود المسموح بها من حيث درجة تركيز الملوحة الكلية، وذلك بعد مقارنتها بالجدول (2) الخاص بالمواصفات المعتمدة، كما أن الشكل (6) يشير إلى ذلك بوضوح.

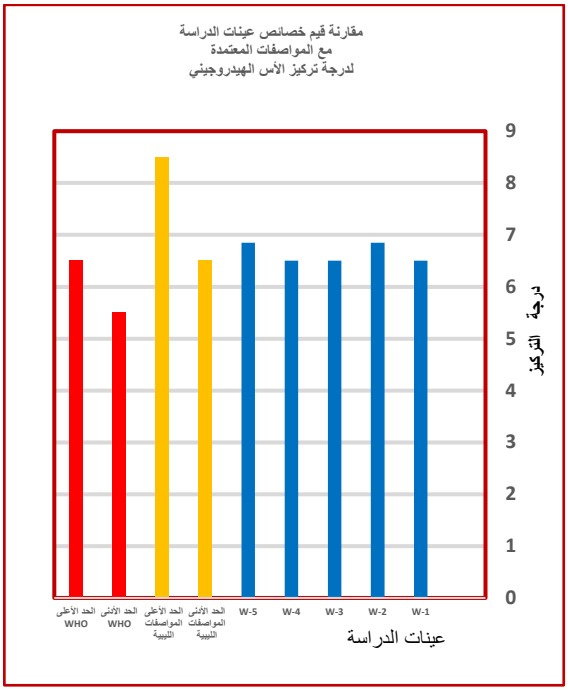
3. تقييم مياه عينات الدراسة بأن تكون صالحة للشرب، طبقاً لدرجة تركيز الأس الهيدروجيني. تتضح نتائج الجدول (3)، والخاصة بعينات الدراسة ذات الأرقام W_1, W_2, W_3, W_4, W_5، أنها تعتبر جميعها في نطاق الحدود المسموح بها من حيث درجة تركيز الأس الهيدروجيني، وذلك بعد مقارنتها بالجدول (2) الخاص بالمواصفات المعتمدة، كما أن الشكل (7) يشير إلى ذلك بوضوح.



شكل 5. درجة الموصلية الكهربائية لعينات الدراسة

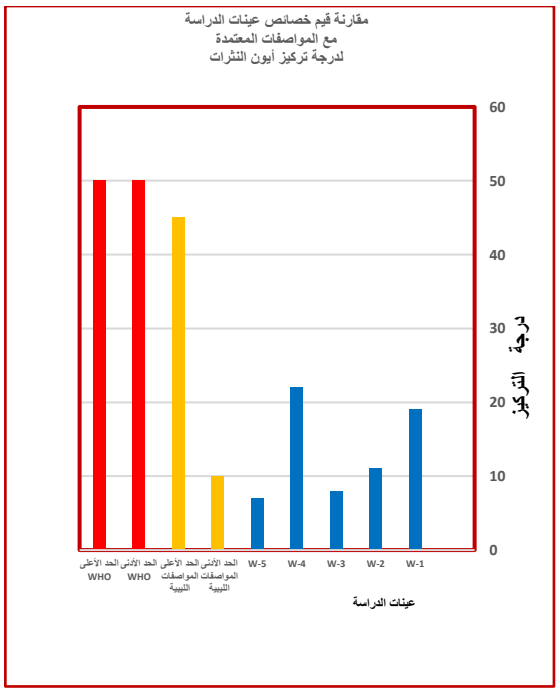


شكل 6. درجة تركيز الملوحة الكلية لعينات الدراسة



شكل 7. درجة تركيز الأس الهيدروجيني لعينات الدراسة

4. مدى خلو عينات مياه آبار منطقة الدراسة من التلوث، طبقاً لدرجة تركيز أيون النثرات. تتضح نتائج الجدول (3)، والخاصة بعينات الدراسة ذات الأرقام W_1, W_2, W_3, W_4, W_5،أنها تعتبر جميعها في نطاق الحدود المسموح بها للمياه الصالحة للشرب وخلوها من التلوث طبقاً لدرجة تركيز أيون النثرات، وذلك بعد مقارنتها بالجدول (2) الخاص بالمواصفات المعتمدة، كما أن الشكل (8) يشير إلى ذلك بوضوح.



شكل 8. درجة تركيز أيون النثرات لعينات الدراسة

6. الخلاصة

توضح هذه الدراسة تقييم نوعية مياه بعض الآبار الجوفية وخلوها من التلوث بمنطقة الصقور محل الدراسة. جمع عدد من العينات من تلك الآبار الجوفية، وأجريت عليها التحاليل الكيميائية للكشف عن بعض العناصر الكيميائية، بغرض التعرف على نوعية المياه ومدى ملاءمتها للشرب طبقاً للمواصفات المعتمدة بالدراسة. لقد خلصت نتائج الدراسة إلى أن قيم عينات الدراسة لكل من الموصلية الكهربية EC، ودرجة تركيز الملوحة الكلية TDS أعلى بكثير من قيم الحدود المسموح بها للمواصفات المعتمدة. وكانت قيم العينات الدراسة ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب فيما يخص كل من درجة تركيز النثرات ودرجة تركيز الأس الهيدروجينيpH. بذلك تعتبر مياه عينات الدراسة خالية من التلوث، ومن خلال ما انتهت إليه الدراسة من نتائج يوصي البحاث بإنشاء شبكة مراقبة منتظمة لرصد نوعية المياه الجوفية، فضلاً عن مراقبة تطور تلك النوعية مع الزمن، مع إجراء كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية للمياه لتقييم مدى صلاحيتها للشرب والاستعمال البشري، استخدام الأجهزة والأساليب المتطورة والحديثة في تحليل عينات مياه الآبار الجوفية، وأيضاً التقليل والحد من نسب الفقد والهدر حتى لا يؤدي السحب غير العادل للمياه الجوفية إلى تلوث خزان المياه الجوفية عن طريق زيادة درجة ملوحة المياه، خاصة إذا كان السحب من خزانات المياه الجوفية القريبة من المكونات الجيولوجية التي تحمل مياه ملوحة عالية مثل الحجر الجيري أو بالقرب من الساحل على البحر.

المراجع

[1]. عبد السلام الوكواك، (2006)، دراسة تحليلية لتلوث المياه الجوفية بأيوني النيتراث والنيتريت وبعض الخواص الفيزيائية والكيميائية في آبار شعبية مزدة، رسالة ماجستير، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، ليبيا، ص20 – 21.

[2]. هدى عساف ومحمد المصري، (2007)، مصادر تلوث المياه الجوفية، قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق، ص2.

[3]. فرج عبد القادر، (2012)، النمو السكاني وأثره على استهلاك المياه في مدينة المرج، قدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات درجة الإجازة العالية "الماجستير "بكلية الآداب قسم الجغرافيا.

[4]. نجلة عجيل محمد، (2019)، مُحددات تلوث مياه الصرف الصحي في مُحافظة كربلاء لسنة 2016. Journal of The College of Basic Education, 25(103), PP.900-930.

[5]. عبد الله عطوى، (1993)، الانسان والبيئة، مؤسسة عز الدين للطباعة والنشر بيروت، ص16.

[6]. نوار جليل هاشم, 2011. مشكلة تلوث المياه في العراق وآفاقها المستقبلية. مجلة كلية الفقه، (13)، ص.186-161.

[7]. محمد مصباح محمد (2001): النبات والبيئة (ط 1). القاهرة، دار الكتب الحديثة، ص 107.

[8]. كيلر، (2014)، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة، العلوم الأساسية.ص. 253.

[9]. الاربش، وآخرون، (2019). تقييم المياه الجوفية ومدى ملاءمتها للشرب من ناحية بعض العناصر الكيميائية جنوب مدينة الزاوية (قرية ناصر) . مجلة كليات التربية، العدد (13)، ص. 228.