

دراسة تقييم تراكيز الفلورايد والكبريتات والفوسفات في بعض آبار محافظة الضالع ومقارنتها بالمعايير القياسية

عبدالباسط محمد حسن¹، د. ناصر محمد هزاع¹ و د. عادل إبراهيم الكندي²

طالب ماجستير

1- قسم التربة والمياه - كلية ناصر للعلوم الزراعية - جامعة لحج

2- قسم الكيمياء - كلية صبر للعلوم والتربية - جامعة لحج

Email: nasermol1@Gmail.com

المخلص: Abstract

نفذت دراسة لتقييم جودة مياه الشرب في محافظة الضالع، حيث تم تحليل عينات من تسعة آبار في ثلاث مناطق مختلفة، أظهرت النتائج أن مياه الآبار كانت مطابقة للمواصفات القياسية لصفتي اللون والعكارة، وتحتوي على مستويات مختلفة من الفلورايد والكبريتات والفوسفات، بعضها يتجاوز الحدود المسموح بها، حيث أظهرت النتائج أن قيم الفلورايد تراوحت بين 0.124 - 3.656 ملجم/لتر، مع تجاوز في بعض الآبار للحدود المسموح بها (1.5 ملجم/لتر) بينما كانت قيم الكبريتات بين (209.2 - 649.2 ملجم/لتر)، مع ارتفاع في المنطقة الثانية تتجاوز الحدود المسموح بها (400 ملجم/لتر)، أما قيم الفوسفات فقد تراوحت بين (0.104 - 0.684 ملجم/لتر)، مع تجاوز في المنطقة الثانية للحدود المسموح بها (0.5 ملجم/لتر).

الكلمات المفتاحية: فلوريدات، كبريتات، فوسفات، مياه آبار.

1. المقدمة: Introduction

يعد الماء أحد عناصر الثروة الطبيعية في الكون، وهو أساس لقيام أي مظهر من مظاهر الحياة، ولقد كرم الله تعالى الماء بذكره في القرآن الكريم في مواضع كثيرة على أساس أن الماء هو سر الحياة كما جاء في سورة الأنبياء قال تعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون) والماء مصدر من مصادر الطاقة ومن العناصر المهمة للتوسع الرأسي والأفقي الإنتاج المحاصيل الزراعية بشكل عام، الأمر الذي يتطلب تنمية الموارد المائية وحسن إستغلالها (الصالح والغريبي، 2004)

أظهرت النتائج التي توصلت إليها إدارة السكان بالأمم المتحدة (2010): أن اليمن تعد واحدة من أكثر الدول العربية التي تواجه أزمة مياه خانقة، فمصادر المياه العذبة تتضاءل بسبب الضخ المفرط من المياه الجوفية. ويتزايد الطلب على المياه بفعل الاستهلاك المرتفع للفرد، والاستخدام المفرط وسوء إدارة الموارد المائية والنمو السكاني السريع، فقد تضاعف عدد السكان منذ العام 1990 من 11 إلى 23 مليون ويتوقع أن يتضاعف ثانية إلى 48 مليون بحلول العام (2037).

بينت منظمة الصحة العالمية (1996) أن المشكلة تكمن في التوسع الكبير في جانب المحاصيل الزراعية هو من نصيب زراعة القات الذي أخذت مساحة زراعية في الانتشار بشكل كبير حيث تحتل 7.6% من إجمالي المساحة المزروعة عام 1998م مما يتطلب زيادة في كمية استهلاك المياه بحيث تقدر كمية المياه المستهلكة في ري مزارع القات بحوالي 400 مليون متر مكعب في السنة وهي كمية كبيرة تفوق الكمية المستهلكة في أي مدينة من المدن الكبيرة بحوالي 13 مرة.

توصل العاقل (2020) إلى أن مخاطر استنزاف المياه الجوفية في مديريات محافظة الضالع، بفعل النشاط غير المسؤول لحفر الآبار الارتوازية العميقة والتي قد تزايدت خلال العقدين الماضيين (2000-2020) بشكل يندرج تحت كوارث بيئية وإنسانية لا يحددها قانوناً خصوصاً أن ظاهرة حفر الكثير من الآبار قد تجاوزت في أعماقها الحد المسموح به 500 متر، حيث يشير مدير عام مكتب الموارد المائية بمحافظة الضالع إلى أن (المعدل السنوي لحفر الآبار في المناطق الجبلية المرتفعة مثل منطقة مريس ما بين 350-1200 متر ومتوسط العمق في مديرية الحصين ما بين 350-700 متر، ويصل متوسط العمق في مديرية الضالع ما بين 500-1250 متراً، وأن نسبة 98% من الآبار المحفورة فاشلة)

تتواجد الكبريتات في معظم المياه في معظم المياه الطبيعية بتركيزات أقل من الكلوريدات وايون الكبريتات ناتج عن أكسدة الكبريت (بليغ والسيد 1997) ومصدر الكبريتات في المياه الجوفية ناتج من اذابة الجسوم والاندريدات ومكونات التربة الجبسية وأن أغلب مركبات الكبريتات لها قابلية على الذوبان في مياه الأمطار والسقي وزيادة تلك المياه على غسل التربة وزيادة المذابات في مياه التربة أو المياه التي يعاد ضخها مما يعمل على زيادة المواد المذابة وبمرور الزمن يزداد تأثير العملية ويؤثر على المياه الجوفية (الجنابي 2008) ويتراوح تركيز الكبريتات في المياه الجوفية بين (200-400 ملجم/لتر) وفي مياه الشرب يجب أن لا يزيد التركيز عن (250 ملجم/لتر) وذلك لما يسببه من اختلاف في طعم المياه علماً بأن زيادة تركيز الكبريتات عن (500 ملجم/لتر) تضر بصحة الإنسان (دار دكه، 2006).

واكد السنيدي (2023) في دراسته عدم تباين الكبريتات في مياه عينات الآبار لمنطقة الدراسة، حيث تراوحت بين (180-29 ملجم/لتر)، جميعها ذات نوعية ممتازة للكبريتات تقع ضمن الحد الأمثل في المواصفات القياسية اليمنية لمياه الشرب (200 ملجم/لتر) التي وصل عددها (51 بئرًا)، وتغطي كل مساحة منطقة الدراسة، ويزداد تركيز الكبريتات كلما

اتجهنا من الشرق نحو غرب منطقة الدراسة. العماري وعبد العزيز، (2018) أن هناك زيادة في قيم توزيع أيون الكبريتات في جميع عينات آبار منطقة الدراسة. وكانت في البئر (w6) (595 mg / l)، وبصفة عامة يتضح من خلال القيم المتحصل عليها، أن معظم تراكيز هذا الأيون في مياه الآبار المدروسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب وفقا للمعايير والمواصفات القياسية لمياه الشرب، وقد تفسر الزيادة في تركيز هذا الأيون لوجود عدسات من الجبس في التكوين الجيولوجي لهذه الآبار.

تؤدي كبريتات المغنسيوم بتركيز يزيد عن 1000 ملجم/لتر الى الاسهال في الأشخاص الاسويا اما التركيز التي تقل عن ذلك فيبدو انها غير مضره فسيولوجيا (Arthur,1971) والأشخاص الحساسون يستجيبون لمستويات من كبريت المغنسيوم تبلغ من الانخفاض 400 ملجم/لتر كما يمكن ان يتأثر المستعملون الجدد او ممن يشربون بين الحين والحين بالتراكيز التي تزيد عن 700 ملجم/لتر ويتكيف الجسم البشري بمرور الوقت مع التراكيز العالية من الكبريتات في مياه الشرب (Mckff & wolf,1963)، وتوصي المواصفات القياسية اليمنية بان يكون تركيز الكبريتات في المياه كحد امثل (200 ملجم/لتر) والحد الأقصى المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفات القياسية اليمنية (250 ملجم/لتر) لذا عند زيادة تركيز الكبريتات يعطي مؤشر على تلوث المياه. تتوافر الفوسفات بصورة طبيعية في المياه الجوفية نتيجة لوجود مياه ملوثة بالمنظفات او الاسمدة الفوسفاتية كما تشير بعض المصادر الى بكتيريا (phosphatizing) bacteria تقوم بتحرير ايونات الفوسفات على صورتها غير العضوية من خلال تحليل اجسام الكائنات الميتة (إبراهيم، 2011).

تؤدي زيادة نسب الفوسفات الى ترسيب بعض الفلزات النادرة الموجودة في التربة الزراعية التي يحتاجها النبات في نموه ففتتحول الى مواد عديمة الانحلال في الماء بحيث لا تستطيع جذور النباتات امتصاصها في المحاليل الموجودة في التربة الزراعية مما يؤدي في نهاية الامر الى بعض النقص في نمو النبات (إسماعيل وآخرون، 2004). يبلغ تركيز الفوسفات في المياه السطحية (120 ميكروجرام) وبمدى يتراوح من (2-5040 ميكوجرام) وفي بعض المياه قد يكون تركيز الفوسفات غير كاف للنمو بينما ينجم عنه نمو مكثف للنباتات المائية مكونة ظاهرة التسارع البيولوجي (Eutrophicated) (باكنكوف، 1996)، والفوسفات الموجودة اما فوسفات عضوية او فوسفات غير عضوية مثل اورثوفوسفات (H3PO4) او ميتا فوسفات (HPO3) (الصوفي، 2014)، وتوصي المواصفات القياسية اليمنية يكون تركيز الفوسفات في المياه كحد اقصى مسموح به (0.5 ملجم/لتر) لذا عند زيادة تركيز الفوسفات يعطي مؤشرا عن تلوث المياه. يوجد الفلور في المياه بكميات قليلة وتعد المعادن مثل فلوريد الكالسيوم (الفلورايت) والاباتيت وبعض الاموفيبولات والكربولايت (الصخور النارية) والفلورسبار في (الصخور الرسوبية) مصدرا من مصادر الفلور، المعروف ان هذا العنصر يمنع تسوس الاسنان عند وجوده في مياه الشرب بكميات معتدلة لذا غالبا ما يتم تزويد مياه الشرب بكميات محدودة من الفلوريد وفي حالة زيادة تركيزه في المياه بحيث تتجاوز (1 ملجم/لتر) فان هذه الحالة تسبب تسما يسمى التسمم بالفلور (Fluocosis) (دار دكه، 2006).

وجد السنيدار، (2023) عند تحليل نتائج عينات مياه الآبار للفلوريد في منطقة الدراسة يتضح أنها تتراوح بين (0-10.8) ملجم/لتر، وأن معظم نتائج عينات مياه الآبار تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب، حيث بلغ عدد الآبار التي تقع ضمن الحد الأمثل (0.5 ملجم/لتر) لمياه الشرب في المواصفات القياسية اليمنية (43) بئراً، وتعد المياه في هذه المناطق ذات نوعية ممتازة للفلوريد، وتغطي مساحة كبيرة في منطقة الدراسة، و (4) آبار تقع ضمن أقصى حد مسموح به في المواصفات القياسية العالمية واليمنية لمياه الشرب (0.5-1.5 ملجم/لتر)، وتعد ذات نوعية جيدة، وتظهر غرب مديرية شعوب وفي حي شبرتون في وسط المديرية، بالإضافة إلى ذلك بلغ عدد عينات آبار المياه الجوفية التي تجاوزت أقصى حد مسموح به لمياه الشرب 4 آبار، بئران تراوحت قيمها بين (1.5-3) ملجم/لتر، وتعد هذه المياه ذات نوعية متدنية، و بئران تراوحت قيمتها بين (3-10.8) ملجم/لتر، وتعد هذه المياه ذات نوعية خطيرة، وتظهر في حي بيت مرهب والجراف الشرقي في شمال غرب و غرب مديرية شعوب.

واشارة (باسنيد، 2012) ان هناك دراسات عديدة تبين ارتباط صحة الاسنان بتركيز الفلورايد في مياه الشرب فقد ظهرت دراسة شملت عددا كبيرا من الأطفال يعيشون في مدن يتم تجهيزها بمياه ذات تراكيز مختلفة من الفلورايد انخفاض حالات التسوس بأعلى نسبة وهي 60% عند الأطفال الذين يعيشون في المدن التي تصلها مياه شرب تركيز الفلورايد فيها بحدود 1.0 ملجم/لتر وتزداد حالات الإصابة مع انخفاض تركيز الفلورايد عن هذا الحد (A.A.O.A,1998) وأظهرت دراسة أخرى كان الغرض منها تحري العلاقة بين التراكيز المختلفة للفلورايد في مياه الشرب مع حالات نخر الاسنان عند الأطفال ان هناك انخفاضا حادا في حالات نخر الاسنان عند الأطفال الذين يشربون مياه يتراوح تركيز الفلورايد بين (0.0-0.7 ملجم/لتر) كما لوحظ انخفاض قليل في حالات الإصابة عند تراكيز الفلورايد بين (0.7-1.2 ملجم/لتر) (Heller,1998).

2. مواد وطرائق البحث:

تقع محافظة الضالع بين خط عرض (42:13°) شمالاً، وخط طول (43: 44°) شرقاً، وتبعد عن العاصمة صنعاء مسافة (240 كيلومتراً) وتتصل المحافظة بمحافظتي أب والبيضاء من الشمال، محافظتي البيضاء ولحج من الشرق، محافظة لحج من الجنوب، محافظتي إب وتعر من الغرب.
تم اخذ 27 عينة مياه آبار على ثلاث مناطق (منطقة الحصين، منطقة شبع، منطقة المدسم) بواقع ثلاث آبار لكل منطقة:

المناطق	الآبار	B1 البئر الأولى	B2 البئر الثانية	B3 البئر الثالثة
الحصين A1	الأعماق درجة الحرارة	A1.B1 صليحي 800 م 41 م°	A1.B2 محفوظ حويس 900 م 50 م°	A1.B3 التويق 900 م 44 م°
شبع A2	الأعماق درجة الحرارة	A2.B1 ماهر شريم 290 م 32 م°	A2.B2 محمد راشد 450 م 33 م°	A3.B3 صبري 370 م 33 م°
المدسم A3	الأعماق درجة الحرارة	A3.B1 الوعل 1300 م 58 م°	A3.B2 اسماعيل القراعي 1200 م 60 م°	A3.B3 الشوبلي 1200 م 53 م°

حيث خضعت العينات للفحوصات الفيزيائية والكيميائية، وتم تقدير الفلوريدات والكبريتات والفوسفات وكذا اللون والعكارة وفقاً للطرق القياسية لتحليل المياه التالية:

Chemical procedures explained, 1997 و Davis and Dewiest, 1966 و APHA, 1992 باستخدام جهاز طيف اللهب نوع Spectrophotometer DR/2800 شركة HACH الأمريكية Seril NO118064.
التحليل الاحصائي: تحليل البيانات باستخدام التصميم العشوائي التام للتجارب العاملية، وبمساعدة برنامج GenStat Release 3.2. أجريت المقارنات بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى دلالة 5%، وفقاً لما ورد في (الراوي وخلف الله، 1980).

3. النتائج والمناقشة:

• اللون: Color وحدة لون حقيقية (TCU)

قد يكون اللون في مياه الشرب راجعاً الى وجود مواد عضوية كالدبال والمعادن كالحديد والمنجنيز او الفضلات الصناعية ذات التلوين الشديد، (منظمة الصحة العالمية، 1999) كما أن زيادة قيمة وحدة اللون عن أقصى حد مسموح به في المواصفات القياسية العالمية تدل على تغير لون المياه بسبب احتواء المياه على أيون الحديد والمنجنيز الذائب أو بقايا عضوية (أحمد، 2010) وأكد الشجاع، (2018) أن تلوث المياه الجوفية يشير إلى وجود ملوثات صناعية تحوي أملاح ثقيلة كأملاح النحاس أو الكروم أو الحديد أو المنجنيز، تشير نتائج قياس اللون في جدول (1) الى عدم ظهور أي لون يدل على تلوث المياه وتقع كل العينات المدروسة ضمن الحدود القياسية المحلية والعالمية.

جدول (1) نتائج صفة اللون في المناطق والآبار المختلفة والتداخل بينهما

المناطق	الآبار	B1	B2	B3	LSD
A1	1.00	1.00	0.00	0.00	000
A2	1.00	1.00	1.00	1.00	
A3	0.00	0.00	0.00	0.00	
المواصفات اليمنية	TCU 15				
المواصفات العالمية WHO	TCU 15				

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

• العكارة: Turbidity وحدة جاكسون (JTU)

العكارة هي الخاصية البصرية للماء الناتجة عن انتشار الضوء وامتصاصه من قبل المواد العالقة، والماء العكر هو الماء الذي يحتوي على مسببات العكارة من المواد العالقة التي تحجب وتمنع مرور الضوء إلى جسم المياه (الردايدة، 2002)، والعكارة بشكل عام تنجم في المياه عن وجود مواد عالقة فيها، مثل ذرات التربة والرمل والطين والمواد العضوية والغير عضوية (حسين، 2011)، كما أن العكارة تعد مؤشرا على تلوث المياه؛ بسبب مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي (السروي، 2011)، وتشير نتائج جدول (2) إلى أن صفة العكارة لم تظهر في جميع العينات المدروسة ما عدا معاملات المنطقة الثانية ($A2+B1$ و $A2+B2$ و $A2+B3$) التي أعطت قيم بلغت بالمتوسط (3.00 و 2.50 و 1.25) (JTU) وهذه القيم أيضاً لم تتجاوز المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

جدول (2) نتائج صفة العكارة في المناطق والآبار المختلفة والتداخل بينهما

المناطق	الآبار	B1	B2	B3	LSD
A1	0.00	0.00	0.00	0.00	000
A2	3.00	2.50	1.25	0.00	
A3	0.00	0.00	0.00	0.00	
المواصفات اليمنية	JTU 5				
المواصفات العالمية WHO	JTU 5				

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

• الفلورايد (F-) (Fluoride):

تبين نتائج جدول (3) وجود اختلاف معنوي لقيم الفلورايد في المناطق الثلاث إذ أعطت المنطقة الثانية أقل القيم بلغت بالمتوسط (0.124 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي عالي جداً مقارنة بالمنطقة الأولى والثالثة التي سجلت قيم وصلت إلى (2.963 ملجم/لتر و 1.772 ملجم/لتر) على التوالي اللاتي تعد أعلى من الحدود المسموح بها في المواصفات المحلية والعالمية (1.5 ملجم/لتر)، وقد يرجع ذلك إلى اختلاف أعماق حفر الآبار في تلك المناطق ففي المنطقة الثانية لا يتجاوز عمق البئر 360م بينما يصل في المنطقة الأولى والثالثة من 900 إلى 1300م وبالتالي الأعماق الكبيرة تصل إلى الصخور الرسوبية والنارية مثل الفلورايت الذي يولد فلوريد الكالسيوم وكذلك الاباتيت وبعض الاموفيولايت والفلورسبار (دار دكه، 2006)، كما تشير نتائج نفس الجدول إلى وجود اختلاف معنوي بين أغلب معاملات التداخل، وقد كانت القيم في الحدود المسموح بها ما عدا (البئر الثانية والثالثة للمنطقة الأولى والبئر الثانية للمنطقة الثالثة) التي سجلت أعلى القيم بلغت بالمتوسط (6.667، 1.167 و 4.133 ملجم/لتر) متجاوزة المواصفات المحلية والعالمية، وبارتفاع معنوي على جميع الآبار قيد الدراسة في حين أعطت معاملة التداخل ($A2+B3$) أقل القيم للفلورايد بلغت بالمتوسط (0.087 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي مقارنة بمعاملي التداخل ($A1+B2$ و $A3+B2$) اللاتي أعطت أعلى القيم بلغت بالمتوسط (6.667 و 3.133 ملجم/لتر) على التوالي، وتختلف هذه النتائج مع ما وجدته السنيديار، (2023) الذي أكد عند تحليل نتائج عينات مياه الآبار للفلورايد في منطقة دراسته أنها تتراوح بين (0-10.8 ملجم/لتر)، وأن معظم نتائج عينات مياه الآبار تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب، وتجدر الإشارة إلى ارتفاع حالات إصابة الاسنان بالفلورايد في المناطق المدروسة وللأسود الأعظم من الناس وهذا ما اكده (Heller,1998) أن ارتفاع تركيز الفلورايد عن الحدود المواصفات تؤدي إلى ظهور الإصابة.

جدول (3) نتائج الفلورايد في المناطق والآبار المختلفة والتداخل بينهما

المناطق	الآبار	B1	B2	B3	المتوسط	L.S.D
A1	1.060	*6.667	1.167	2.964	0.2368	
A2	0.116	0.169	0.087	0.124		
A3	0.450	*4.133	0.733	1.772		
المواصفات اليمنية	1.5					L.S.D AxB 0.4101
المواصفات العالمية WHO	1.5					

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

• الكبريتات (SO_4^{2-}) (Sulfate):

توضح نتائج جدول (4) ان هناك فروق معنوية بين المناطق قيد الدراسة اذ أعطت المنطقة الثالثة اقل قيمة للكبريتات والتي بلغت بالمتوسط (209.2 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي مقارنة بأعلى القيم للكبريتات عند المنطقة الثانية والتي بلغت (649.2 ملجم/لتر) متجاوزة حدود المواصفات المحلية والعالمية، وقد يعزي هذا الارتفاع الى وجود عدسات من الجبس في التكوين الجيولوجي لهذه الآبار (العماري وعبد العزيز، 2018)، كما نلاحظ من نتائج التداخل المعروضة في نفس الجدول وجود اختلافات معنوية بين أغلب القيم قيد الدراسة، اذ أعطت معاملة التداخل (A3+ B3) اقل قيمة بلغت بالمتوسط (122.7 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي على جميع قيم التداخل المختلفة، في حين سجلت جميع قيم معاملات التداخل للمنطقة الثانية (A2+ B1 و A2+ B2 و A2+ B3) قيم مرتفعة تجاوزت الحدود المصرح بها محلياً وعالمياً، إذ بلغت بالمتوسط (703.3 و 587.7 و 656.7 ملجم/لتر) على التوالي، وقد يعزي ارتفاع الكبريتات في المنطقة الثانية الى انخفاض عمق الابار وبالتالي تسرب الملوثات البشرية وتسرب الأسمدة الى تلك الطبقات، وقد يعزي زيادة تركيز ايون الكبريتات في تلك الابار الى تكون الكبريتات نتيجة إذابة المياه لمركبات الكبريت الموجودة في القشرة الأرضية، ومن إذابة المطر أكاسيد الكبريت الموجود في الهواء، ويزيد تركيزه في المياه الجوفية عن المياه السطحية (صايغ، 1993)، قد يرتفع عنصر الكبريتات في المياه الجوفية بسبب المخلفات الزراعية أو الصناعية أو مياه الصرف الصحي (الخطيب، 2004)، وتتفق هذه النتيجة مع العماري وعبد العزيز، (2018) بأن هناك زيادة في قيم توزيع أيون الكبريتات في جميع عينات آبار منطقة الدراسة، بينما تختلف هذه النتيجة مرتفعة التركيز مع كل من السنيديار (2023) والجناي (2008) اللذان أكدا ان جميع عينات الدراسة ذات نوعية ممتازة للكبريتات وتقع ضمن الحد الأمثل في المواصفات القياسية اليمنية لمياه الشرب (200 ملجم/لتر).

جدول (4) نتائج الكبريتات في المناطق والابار المختلفة والتداخل بينهما

L.S.D	المتوسط	B3	B2	B1	الابار / المناطق
16.80	261.4	262.7	228.3	293.3	A1
	649.2	*656.7	*587.7	*703.3	A2
	209.2	122.7	265.0	240.0	A3
AxB L.S.D 29.10		400			المواصفات اليمنية
		400			المواصفات العالمية WHO

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

• الفوسفات (SO4 -3) (Phosphate)

تشير النتائج في جدول (5) ان اقل النسب للفوسفات تم الحصول عليها في المنطقة الثالثة والتي بلغت بالمتوسط (0.104 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي مقارنة بالمنطقة الثانية والأولى اللاتي سجلتا أعلى القيم بلغت بالمتوسط (0.684 و 0.382 ملجم/لتر) على التوالي. وتعد نسبة تركيز الفوسفات في المنطقة الأولى والثالثة ضمن الحدود المسموح بها لاستخدام المياه للشرب بينما تجاوزت المنطقة الثانية النسبة المسموح بها محلياً وعالمياً، وقد يعزي هذا الارتفاع في تركيز الفوسفات الى وجود مياه ملوثة بالمنظفات أو الاسمدة الفوسفاتية تتسرب الى المياه الجوفية، كما تشير بعض المصادر الى بكتيريا (phosphatizing bacteria) تقوم بتحرير ايونات الفوسفات على صورتها غير العضوية من خلال تحليل اجسام الكائنات الميتة (إبراهيم، 2011) و(باكنكوف، 1996)، وكما تبين نتائج نفس الجدول التداخل بين

جدول (5) نتائج الفوسفات في المناطق والابار المختلفة والتداخل بينهما

L.S.D	المتوسط	B3	B2	B1	الابار \ المناطق
0.0567	0.382	0.027	0.567	0.553	A1
	0.684	*0.697	*0.680	*0.677	A2
	0.104	0.030	0.217	0.067	A3
AxB L.S.D 0.0983		0.5			المواصفات اليمنية
		0.45			WHO المواصفات العالمية

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

المناطق والابار إذ ان اقل القيم للفوسفات تم الحصول عليها عند معاملتي التداخل (A3+ B3 و A1+ B3) واللاتي بلغتا بالمتوسط (0.027 و 0.030 ملجم/لتر) على التوالي تلتهم معاملة التداخل (A3+ B1) والتي أعطت قيمة مقدرها

0.067 وبإنخفاض معنوي على جميع معاملات التداخل، في حين سجلت جميع قيم معاملات المنطقة الثانية ($A_2 + B_1$) و ($A_2 + B_2$ و $A_2 + B_3$) قيم مرتفعة تجاوزت الحدود المصرح بها محلياً وعالمياً، إذ بلغت بالمتوسط (703.3 و 587.7 و 656.7 ملجم/لتر) على التوالي، حيث توصي المواصفات القياسية اليمنية بكون تركيز الفوسفات في المياه كحد أقصى مسموح به (0.5 ملجم/لتر) لذا عند زيادة تركيز الفوسفات يعطي مؤشراً عن تلوث المياه.

4. الاستنتاجات:

- تحتوي مياه الشرب في محافظة الضالع على مستويات مختلفة من الفلورايد والكبريتات والفوسفات، بعضها يتجاوز الحدود المسموح بها.
- المنطقة الثانية هي الأكثر تلوثاً، حيث تجاوزت الحدود المسموح بها في الكبريتات والفوسفات.
- هناك حاجة ملحة لتحسين جودة المياه في المنطقة لضمان سلامة الشرب.

5. التوصيات:

- أجراء دراسات إضافية أكثر تفصيلاً لتحديد مصادر التلوث.
- مراقبة جودة المياه في منطقة الدراسة واتخاذ الإجراءات اللازمة لضمان سلامة مياه الشرب.
- توعية المواطنين بأهمية الحفاظ على جودة المياه.
- ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية في منطقة الدراسة.

6. المراجع:

- إبراهيم، ثائر محمد (2011): دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية لأبار مختارة في مدينة المقدادية ديالى/العراق، مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية، المجلد 24، العدد 3، ص 2 – 5.
- إسماعيل، نذير؛ ياسر المحمد؛ جميل فلوح (2004): التغيرات النوعية للمياه الجوفية نتيجة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري منطقة الغوطة الشرقية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 24، العدد 2، ص 8 – 20.
- إدارة السكان بالأمم المتحدة، مراجعة (2010): توقعات السكان العالمية: اليمن، متغير الخصوبة المتوسطة، 2010-2100.
- الجنابي، محمود عبد الحسن جوييل (2008): هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق غير المشبع في حوض سامراء – تكريت، رسالة دكتوراه في فلسفة علم الأرض (هيدروجيولوجي)، كلية العلوم - جامعة بغداد.
- السنيدار، نبيلة محمد حمود. (2023): التحليل المكاني لنوعية المياه الجوفية باستخدام التحليل الهرمي (AHP) في مديريات شعوب وأزال والصفافية - بأمانة العاصمة، مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية مجلد (4) عدد (2) صفحة 404=4.
- الصوفي، سالم، (2014): تقييم المياه الجوفية في آبار مياه الشرب في مديرية بيحان -م/شبو - رسالة ماجستير في الكيمياء كلية التربية - جامعة عدن.
- العاقل، حسين مثنى (2020): أوضاع الموارد المائية في مديريات محافظة الضالع 2020، ص 21-22.
- باسند، سمىة إسماعيل (2012): دراسة تقييمية لمياه الشرب في محافظة عدن – الجمهورية اليمنية، رسالة ماجستير – قسم الأحياء (تخصص حيوان) كلية التربية عدن –جامعة عدن، ص 42، 43.
- باكنوبف، غوردين ك (1996): مقدمة في كيمياء المياه الطبيعية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ص 59-24.
- بليغ، عبدالمنعم، السد، خليل عطا (1997): الماء مازق ومواجهات، دار المعارف للنشر، الإسكندرية، القاهرة، ص 322.
- الخطيب، السيد أحمد، (2004): تلوث الماء الجوفي، المكتبة المصرية للنشر، الإسكندرية، مصر.
- العمري، خيرى محمد وعبدالعزيز مصباح الصادق (2018): استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة النواحي الأربعة في ليبيا، كلية الموارد البحرية، الجامعة الاسمرية الليبية – مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، مجلد (4) العدد (2).
- دار دكه، خليفة عبد الحافظ، (2006): المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية، دار حنين للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان- الأردن. ص 480-492.

- صايغ، ليلي، (1993): نحن والبيئة، مجلة بلسم، العدد (22).
- منظمة الصحة العالمية (1996): تدهور الدلائل الصحية لاستعمال المخلفات السائلة في الزراعة وتربية الاحياء المائية تقرير (778) سويسرا.
- منظمة الصحة العالمية، (1999): دلائل جودة مياه الشرب، ترصد امدادات الشبكات العامة ومراقبتها – الطبعة الثانية – الجزء الثالث ص9.
- Arthur, D. (1971): Little, Inc. inorganic chemical pollution of fresh water. Washington, DC, US, Environmental protection Agency. (water pollution control Research series No. DPV 18010).
- American Water Works Association, (1971): Water Quality and Treatment, 3rd ed, New York, McGraw-Hill Book Company.
- Heller, Ke, Eklund, SA and Burt BA, (1998): "Dental Caries and dental fluorosis at varying fluoride concentrations," J. Public Health Dent., 58(3):199.
- Mckff, J. E. & Wolf. H. W. (1963): water quality criteria. Zed ed Sacramento, CA. California state water Quality control Board. Pp 136.

Evaluation of fluoride, sulfate, and phosphate concentrations in some wells in Al-Dhale'e Governorate and comparison with standard solutions.

Abdulbasit Mohammad Hassan¹, Dr. Nasser Mohammad Hazaa¹, and Dr. Adel Ibrahim Al-Kindi²
Master's Student

1- Soil and Water Department – Nasser's Faculty of Agricultural Sciences - University of Lahej

2- Chemistry Department - Saber College of Science and Education - University of Lahej

Email: nasermol11@gmail.com

Abstract

A study was conducted to evaluate the quality of drinking water in Al-Dhalea Governorate, where samples from nine wells in three different areas were analyzed. The results showed that the well water met the standard specifications for color and turbidity, and contained varying levels of fluoride, sulfate, and phosphate, some of which exceeded the permissible limits.

The results showed that fluoride values ranged between 0.124 - 3.656 mg/L, with some wells exceeding the permissible limit (1.5 mg/L). Sulfate values ranged between 209.2 - 649.2 mg/L, with an increase in the second area exceeding the permissible limit (400 mg/L). Phosphate values ranged between 0.104 - 0.684 mg/L, with an increase in the second area exceeding the permissible limit (0.5 mg/L). Keywords: Fluoride, Sulfate, Phosphate, Well Water.

Keywords: Fluorides, Sulfates, Phosphates, Well Water.