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

د. ناصر محمد هزاع[1] عبدالباسط محمد حسن[1] د. عادل إبراهيم الكندي[2]

طالب ماجستير

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

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

Email: nasermo11@Gmail.com

الملخص: 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 ان 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 تجاوز الحدود المسموح بها (400 ملجم/لتر)، اما 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 (وجعلنَا من الماء كل شي 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 (الصالحي والغريري، 2004)

أظهرت النتائج التي توصلت اليها إدارة السكان بالأمم المتحدة (2010): ان اليمن تعد واحدة من أكثر الدول العربية التي تواجه أزمة مياه خانقة، فموارد 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) ان المشكلة تكمن في التوسع الكبير في جانب المحاصيل الزراعية هو من نصيب زراعة القات الذي اخذت مساحة زراعية في الانتشار بشكل كبير حيث تحتل 7.6% من اجمالي المساحة المزروعة عام 1998م مما تطلب زيادة في كمية استهلاك المياه بحيث تقدر كمية المياه المستهلكة في ري مزارع القات بحوالي 400مليون متر مكعب في السنة وهي كمية كبيرة تفوق الكمية المستهلكة في أي مدينة من المدن الكبيرة بحوالي 13 مرة.

توصل العاقل (2020) الى 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 ينذر بحدوث كوارث بيئية وإنسانية لا يحمد عقباها خصوصا أن ظاهرة حفر الكثير من الآبار قد تجاوزت في أعماقها الحد المسموح به 500متر، حيث يشير مدير عام مكتب الموارد المائية بمحافظة الضالع الى أن (المعدل السنوي لحفر الآبار في المناطق الجبلية المرتفعة مثل منطقة مريس ما بين 1200-350متر ومتوسط العمق في مديرية الحصين ما بين 700-350 متر، ويصل متوسط العمق في مديرية الضالع ما بين 1250-500مترا، وان نسبة 98% من الآبار المحفورة فاشلة)

تتواجد الكبريتات في معظم المياه في معظم المياه الطبيعية بتركيزات اقل من الكلوريدات وايون الكبريتات ناتج عن اكسدة الكبريت (بليغ والسيد 1997) ومصدر الكبريتات في المياه الجوفية ناتج من اذابة الجسوم والاندهيدرايت ومكونات التربة الجبسية وان اغلب مركبات الكبريتات لها قابيله على الذوبان في مياه الامطار والسقي وزيادة تلك المياه على غسل الترب وزيادة المذابات في مياه الترب او 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 (200-400ملجم/لتر) وفي مياه الشرب يجب ان لا يزيد التركيز عن(250ملجم/لتر)وذلك لما يسببه من اختلاف في طعم المياه علما بان زيادة تركيز الكريات عن (500ملجم/لتر)تضر بصحة الانسان (دار دكه، 2006).

واكد السنيدار (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) (1/ 595 mg)، 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 للمعايِّير والمواصفات القياسية لمياه الشرب، وقد تفسر الزيادة في تركيز هذا الايون لوجود عدسات من الجبس في التكوين الجيولوجي لهذه الآبار.

تؤدي كبريتات المغنسيوم بتركيز يزيد عن 1000ملجم/اتر الى الاسهال في الأشخاص الاسويا اما التركيز التي تقل عن ذلك فيبدو انها غير مضرة فسيولوجيا (Arthur,1971) والأشخاص الحساسون يستجيبون لمستويات من كبريت المغنسيوم تبلغ من الانخفاض400ملجم/لتر كما يمكن ان يتأثر المستعملون الجدد او ممن يشربون بين الحين والحين بالتراكيز التي تزيد عن 700ملجم/لتر ويتكيف الجسم البشري بمرور الوقت مع التراكيز العالية من الكبريتات في مياه الشرب (Mckff & wolf,1963)، وتوصي المواصفات القياسية اليمنية بان يكون تركيز الكبريات في المياه كحد امثل (200 ملجم/لتر) والحد الأقصى المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفات القياسية اليمنية (250 ملحم/لتر) لذا عند زيادة تركيز الكبريات 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 الترة الزراعية التي يحتاجها النبات في نموه فتتحول 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 (Eutophicated) (باكنكويف،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 تتلوث المياه. يوجد الفلور في المياه بكميات قليلة وتعد المعادن مثل فلوريد الكالسيوم (الفورايت) والاباتايت وبعض الاموفيبولات والكريولايت (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 جالة زيادة تركيزه في المياه بحيث تتجاوز(1ملجم/لتر) فان هذه الحالة تسبب تسمما يسمى التسمم بالفلور (Fluoeosis) (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 الشر ب في المواصفات القياسية اليمنية(43) بئرًا، 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 شيرتون 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 خطرة، 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 1.0ملجم/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 (0.0-0.7ملجم/لتر)كما لوحظ انخفاض قليل في حالات الإصابة عند تراكيز الفلورايد بين (0.7-1.2ملجم/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 وتعز من الغرب.

تم اخذ 27 عينة مياه آبار على ثلاث مناطق (منطقة الحصين، منطقة شكع، منطقة المدسم) بواقع ثلاث آبار لكل منطقة:

الابار / المناطق	B1البئر الأولى	B2البئر الثانية	B3البئر الثالثة
الحصين A1 الأعماق درجة الحرارة	A1.B1 صلحي 800 م 41 م°	A1.B2 محفوظ حويس 900 م 50م°	A1.B3 التويق 900 م 44 م°
شكع 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 وفقا للطرق القياسية لتحليل المياه التالية:

Chemical procedures explained,1997 و1966, Davis and Dewiest و1992 ,APHA باستخدام جهاز طيف اللهب توع Spectrophotometer DR/2800 شركة HACH الامريكية 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%، وفقًا لما ورد في (الراوي وخلف الله، 1980).

3. النتائج والمناقشة:

- **اللون: Color وحدة لون حقيقية (TCU)**

قد يكون اللون في مياه الشرب راجعًا 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 تلون 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

الابار / المناطق	B1	B2	B3	LSD
A1	1.00	1.00	0.00	000
A2	1.00	1.00	1.00	
A3	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) الى أن صفة العكارة لم تظهر في جميع العينات المدروسة ما عدا معاملات المنطقة الثانية (A2+ B1 وA2+ B2 وA2+ B3) التي أعطت قيم بلغت بالمتوسط (3.00 و2.50 و1.25 JTU) وهذه القيم ايضًا لم تتجاوز المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

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

المناطق / الابار	B1	B2	B3	LSD
A1	0.00	0.00	0.00	000
A2	3.00	2.50	1.25	
A3	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 اذ أعطت المنطقة الثانية اقل القيم بلغت بالمتوسط (0.124 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي عالي جدا مقارنة بالمنطقة الأولى والثالثة التي سجلت قيم وصلت الى (2.963 ملجم/لتر و1.772 ملجم/لتر) على التوالي اللاتي تعد اعلى من الحدود المسموح بها في المواصفات المحلية والعالمية (1.5 ملجم/لتر)، وقد يرجع ذلك الى اختلاف أعماق حفر الابار في تلك المناطق ففي المنطقة الثانية لا يتجاوز عمق البير 360م بينما يصل في المنطقة الأولى والثالثة من 900 الى 1300م وبالتالي الأعماق الكبيرة تصل الى الصخور الرسوبية والنارية مثل الفلورايت الذي يولد فلوريد الكالسيوم وكذلك الاباتيت وبعض الاموفيولايت والفلورسبار (دار دكه، 2006)، كما تشير نتائج نفس الجدول الى وجود اختلاف معنوي بين اغلب معاملات التداخل، وقد كانت القيم في الحدود المسموح بها ما عدا (البير الثانية والثالثة للمنطقة الأولى والبير الثانية للمنطقة الثالثة) التي سجلت اعلى القيم بلغت بالمتوسط (6.667، 1.167 و4.133 ملجم/لتر) متجاوزة المواصفات المحلية والعالمية، وبارتفاع معنوي على جميع الابار قيد الدراسة في حين أعطت معاملة التداخل (A2+ B3) اقل القيم للفلورايد بلغت بالمتوسط (0.087 ملجم/لتر) وبانخفاض معنوي مقارنة بمعاملتي التداخل (A1+ B2 وA3+ B2) اللاتي أعطت اعلى القيم بلغت بالمتوسط (6.667 و3.133 ملجم/لتر) على التوالي، وتختلف هذه النتائج مع ما وجده السنيدار، (2023) الذي أكد عند تحليل نتائج عينات مياه الآبار للفلوريد 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 الى ارتفاع حالات إصابة الاسنان بالفلورايد في المناطق المدروسة وللسواد الأعظم من الناس وهذا ما اكده (Heller,1998) أن ارتفاع تركيز الفلورايد عن الحدود المواصفات تؤدي الى ظهور الإصابة.

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

المناطق / الابار	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 (SO4 -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 وA2 +B2 وA2 +B3) قيم مرتفعة تجاوزت الحدود المصرح بها محليًا وعالميًا، إذ بلغت بالمتوسط (703.3 و587.7 و656.7 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 السنيدار (2023) والجنابي (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

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

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

- **الفوسفات (Phosphate) (SO4 -3)**

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 اعلى القيم بلغت بالمتوسط (0.684 و0.382 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 محليًا وعالميًا، وقد يعزي هذا الارتفاع في تركيز الفوسفات الى وجود مياه ملوثة بالمنظفات او 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(باكنكويف، 1996)، وكما تبين نتائج نفس الجدول التداخل بين

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

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

* قيم تجاوزت المواصفات القياسية

المناطق والابار إذ ان اقل القيم للفوسفات تم الحصول عليها عند معاملتي التداخل (A1 +B3 وA3 +B3) واللاتي بلغتا بالمتوسط (0.027 و0.030 ملجم/لتر) على التوالي تلتهما معاملة التداخل (A3 +B1) والتي أعطت قيمة مقدراها

0.067 وبإنخفاض معنوي على جميع معاملات التداخل، في حين سجلت جميع قيم معاملات المنطقة الثانية (A2+ B1 و A2+ B2 وA2+ B3) قيم مرتفعة تجاوزت الحدود المصرح بها محليًا وعالميًا، إذ بلغت بالمتوسط (703.3 و587.7 و656.7 ملجم/لتر) على التوالي، حيث توصي 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.

4. الاستنتاجات:

- تحتوي مياه الشرب في محافظة الضالع على مستويات مختلفة من الفلورايد والكبريتات والفوسفات، بعضها يتجاوز الحدود المسموح بها.
- المنطقة الثانية هي الأكثر تلوثًا، 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 تفصيلا 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 لآبار مختارة في مدينة المقدادية ديالي/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، المجمد 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 الارض (هيدروجيولوجي)، كلية العلوم - جامعة بغداد.
- السنيدار، نبيلة محمد حمود. (2023): التحليل المكاني لنوعية المياه الجوفية باستخدام التحليل الهرمي (AHP) في مديريات شعوب وآزال والصافية - بأمانة العاصمة، مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية مجلد (4) عدد (2) صفحه 4=404.
- الصوفي، سالم، (2014): تقييم المياه الجوفية في آبار مياه الشرب في مديرية بيحان -م/شبوة - رسالة ماجستير في الكيمياء كلية التربية - جامعة عدن.
- العاقل، حسين مثنى (2020): أوضاع الموارد المائية في مديريات محافظة الضالع 2020، ص21-22.
- باسنيد، سمية إسماعيل (2012): دراسة تقييمية لمياه الشرب في محافظة عدن – الجمهورية اليمنية، رسالة ماجستير– قسم الأحياء (تخصص حيوان) كلية التربية عدن–جامعة عدن، ص 43,42
- باكنكوبف، غوردين ك (1996): مقدمة في كيمياء المياه الطبيعية، منشوارت جامعة عمر المختار، البيضاء، ص 59-24.
- بليغ، عبدالمنعم، السد، خليل عطا (1997): الماء مازق ومواجهات، دار المعارف للنشر، الإسكندرية، القاهرة، ص322.
- الخطيب، السيد أحمد، (2004): تلوث الماء الجوفي، المكتبة المصرية للنشر، الإسكندرية، مصر.
- العماري، خيري محمد وعبدالعزيز مصباح الصادق (2018): استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة النواحي الاربعة 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، ليلى، (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.

Dr. Nasser Mohammad Hazaa[1], Abdulbasit Mohammad Hassan[1], and Dr. Adel Ibrahim Al-Kindi[2]

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: nasermo11@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.