Short Communication Ref. No 2479

دراسة أولية للمواصفات الفيزيائية والكيميائية لعينات من مياه آبار محافظة أحد رفيدة، عسير، المملكة العربية السعودية

A Preliminary study of the Physical and Chemical Characteristics of well water from Ahad Rofidah, Assir, Kingdom of Saudi Arabia

عايد راضي خنفر

Ayed Radi Khanfar

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الملك خالد، ص.ب. 9004
أبها 61413، السعودية

المستخلص: في هذه الدراسة الأولية تم أخذ 6 عينات من مياه الآبار في مواقع مختلفة من محافظة أحد رفيدة في شهر ابريل من عام 2008م، وذلك لغرض إخضاعها للتحليل الفيزيائي والكيميائي لتقدير جودة تلك المياه وصلاحيتها لمختلف الأغراض ومنها المنزلية والآدمية. وأظهرت التحاليل المخبرية تفاوت مواصفات هذه المياه واحتوائها على التراكيز الآتية ملغرام/ لتر(mg/L) عسر المغنيسيوم 4.52 – 14.88، عسر الكالسيوم 5.04 – 26.57، العسرة الكلية 84.0 – 268.0، القلوية الكلية 50.0 – 124.0، الكلوريدات 10.0 – 160.0، النترات 88.0 – 176.0، الصوديوم 86.00 – 901.0، البوتاسيوم 7.6 – 43.1، البيكربونات 5.0 – 12.4، الكبريتات 14.50 – 120 والمواد الصلبة الذائبة 314 – 1179، درجة الحموضة (pH) 7.09 – 7.66، ودرجة التوصيل الكهربائي (ms/cm) 1636 – 2360. وبمقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية مع المواصفات القياسية المحلية والعالمية، يمكن القول بأن مياه هذه الآبار لا تنتمي للمياه الصالحة للشرب، ولكن يمكن استخدامها للأغراض والاستخدامات المنزلية المختلفة وللاستخدامات الزراعية كالري. يوصى بإجراء دراسة تفصيلية لجودة المياة الجوفية في المنطقة.

كلمات مدخلية: *مياه الآبار، نوعية المياه، أحد رفيدة، المملكة العربية السعودية.*

Abstract: The aim of this pilot study is to investigate the quality of well water in Ahad Rofidah of Assir, Kingdom of Saudi Arabia. Six samples were collected for the physical and chemical analysis during the month of April 2008. The results of the chemical analysis (mg/L) were: Magnesium hardness 4.52 – 14.88, Calcium hardness 5.04 – 26.57, Total hardness 84.0 – 268.0, Total Alkalinity 50.0 – 124.0, Chlorides 10.0 – 160.0, Nitrates 88.0 – 176.0, Sodium 86.0 – 901.0, Potassium 7.6 – 43.1, Bicarbonates 5.0 – 12.4, Sulfates 14.5 – 120.0, and Total Dissolved Solids 314-1179, pH 7.09-7.66, Electrical Conductivity (ms/cm) 1636-2360. A comparison between the obtained results with those of the national and international standards indicates that the water of these wells is not appropriate for drinking; nevertheless, it can be used for other purposes, such as household and irrigation uses. It is recommended that a detailed study on the quality of groundwater to be carried out in the region.

Keywords: *Wells water, water quality, Ahad Rofidah, Saudi Arabia.*

المقدمة

تعد المملكة العربية السعودية من ضمن الدول الأكثر فقرا وندرة في الموارد المائية وذلك نتيجة لموقعها الجغرافي الذي يقع ضمن المناطق الأشد جفافا حيث تشغل حوالي أربعة أخماس الجزيرة العربية (شكل 1). وتمتد على مساحة تبلغ حوالي 2.2 مليون كم^2، وتتميز المملكة السعودية بمناخها الحار الذي يتعرض في معظم أوقات العام إلى رياح شمالية تهب من شرق البحر الأبيض المتوسط في إتجاه الخليج العربي. يبلغ المتوسط السنوي لدرجات الحرارة 35°م في الصيف و14°م في الشتاء، غير أن هناك اختلافات واسعة في مناطق المملكة المترامية الأطراف، وتقل التذبذبات في درجة الحرارة في المناطق الساحلية الغربية كما في منطقة عسير. وتتباين كمية الأمطار التي تسقط سنويا في المملكة تباينا كبيرا، حيث يتراوح المتوسط السنوي لمعدل الأمطار في القسم الشمالي الغربي من المملكة ما بين 30 و 90 مم، أما في الجزء الأوسط من المملكة فالمعدل يتزايد إلى ما بين 85 إلى 110 مم في السنة، أما في المنطقة الجنوبية الغربية (الحجاز وعسير) فيتجاوز المعدل السنوي للمطر 300 مم في المرتفعات (خنفر، 2006).

شهدت المملكة السعودية تغييرات هائلة في المجالات الاجتماعية والاقتصادية خلال العقود القليلة الماضية وكان من ضمنها القطاع الزراعي الأمر الذي نتج عنه سحب كميات ضخمة من مخزون المياه الجوفية وبالإضافة لذلك أدى نمو المدن والزيادة في عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة المستمر وتغير أنماط الإستهلاك إلى مضاعفة الاستهلاك عدة مرات. وقد أدت هذه الضغوط على الموارد المائية إلى ضرورة تطوير الموارد المائية التقليدية السطحية والجوفية والموارد غير التقليدية (تحليه مياه البحر، ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها). وفي هذا المجال تم إنشاء أكثر من مائتي سد مياه للأغراض المختلفة للاستفادة من المياه السطحية المتوفرة في بعض مناطق المملكة. وعلى الرغم من هذه الجهود الكبيرة لتطوير إمدادات المياه، فان استهلاك المياه في المملكة قد وصل إلى معدلات تنذر بالخطر (Khanfar, 2007).

تعتبر عسير أغنى مناطق المملكة بالأمطار حيث تتساقط فيها كميات كبيرة من الأمطار الموسمية الصيفية و تقل كلما إتجهنا شمالاً و تنتهي عادة عند وادي حلي. معظم هذه الأمطار تسقط في جبال السراة على الواجهة الغربية الشديدة الانحدار ثم تقل في الداخل. ويبلغ متوسط درجة الحرارة في أبها (20-25 درجة مئوية) في سبتمبر، و18 درجة مئوية في أكتوبر و يصل إلى 15 درجة مئوية في باقي الشهور (Batanouny,1978).

يعتبر توفير المياه النقية والخالية من الملوثات أمرا في غاية الأهمية، ويظل من الضروري جدا توفير المياه ذات الحد الأعلى من الجودة وذلك حفاظا على صحة الإنسان المعرضة للأمراض الناتجة عن التلوث. إن تلبية الحاجات الأساسية للإنسان يجب أن تكون مهمة رئيسة لكل برامج الحكومات وخططها، ومنها توفير المياه الصالحة للشرب والاستخدامات البشرية الأخرى، ولقد أصدرت منظمة الصحة العالمية المعايير والمواصفات الدولية لمياه الشرب في العام 1958م وقامت بتعديلها في العام 1973 (منظمة الصحة العالمية، 1981). وقد وضعت المملكة السعودية مقاييس ومعايير محلية للمواصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه وطبيعة ملوثاتها وتحديد نوعية تلك المياه وصلاحيتها لمختلف الاستخدامات (الهيئة العربية السعودية،1993). إن تجاوز كل أو بعض المقاييس أو المعايير الدولية أو المحلية السابقة قد يشكل خطرا على حياة الإنسان وصحته. تعاني مناطق عدة من المملكة وضمنها منطقة عسير من تلوث نيتروجيني (الرحيلي وآخرون، 2006)، مما يجعل مياه أبارها رديئة وغير صالحة للشرب والاستخدامات الآدمية الأخرى. هذا لوجود أنواع من المعادن التي تتألف منها التركيبات الجيولوجية لطبقات الأرض الصخرية التي تجري فيها المياه الناتجة عن الأمطار والسيول وتسربها إلى الأحواض المائية الجوفية (خليفة، 1987)، وكذلك نتيجة لانخفاض مستوى المياه الجوفية وقلة كمياتها نتيجة للسحب المفرط والاستنزاف الجائر للمياه لتلبية احتياجات السكان المتزايدة من المياه مما يؤدي إلى تركيز الأملاح والمعادن المترسبة من الصخور في تلك المياه الجوفية التي أصبحت كمياتها منخفضة (فضل وآخرون، 2007).

يهدف هذا البحث إلى دراسة بعض المواصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه بعض الآبار في محافظة أحد رفيدة بمنطقة عسير، ومعرفة مدى مطابقتها أو اختلافها مع المعايير والمواصفات الدولية والمحلية ومدى صلاحيتها للشرب والاستخدامات الآدمية الأخرى.

موقع الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن محافظة أحد رفيدة، منطقة عسير وتقع منطقة عسير في وسط الجزء الجنوبي الغربي للمملكة بين خطى عرض 17.25 و 19.50 شمالاً، و خطى طول 50.00 و 41.50 شرقاً و تقدر مساحة المنطقة بنحو 80 ألف كيلو متر مربع. وتمتد منطقة عسير من حدود الدرب والشقيق وبيشة (منطقة جازان) في الجنوب الغربي إلى حدود اليمن في الجنوب الشرقي، ومن حدود وادي الدواسر (منطقة الرياض) في الشمال إلى رنيه (منطقة مكة المكرمة) إلى غامد وزهران (منطقة الباحة) إلى منطقة مكة المكرمة في السهل الساحلي التابع للقنفذة. كما تحدها من الشرق إمارة منطقة نجران، ومن الغرب

منطقة القنفذة وجزء من ساحل البحر الأحمر (شكل، 1).

تقع محافظة أحد رفيدة شرقي منطقة عسير (شكل، 2) ويميل مناخها إلي الاعتدال. وتفصل محافظة خميس مشيط ومركز الشعف بينها وبين مدينة أبها، وتحدها محافظة خميس مشيط من الشمال، ومن الغرب والجنوب محافظة الشعف، ومن الجنوب الشرقي محافظة سراة عبيدة وكذلك من الشرق. وتشمل على عدد من الجبال البارزة في المنطقة، والسهول والهضاب وبعض الأودية المشهورة، ففي غربيها تقع جبال الصحن ومهلل، والصفق والمربع. وتنتشر الهضاب ذات الأسماء المتعددة في وسط وشرق المحافظة، وأبرز هذه الهضاب في "واض" و"الصوح" و"الفرعين"، وأكثرها اتساعاً الجزء المعروف بـ "الهضب". وتتخلل هذه الهضاب والجبال سهول صالحة للزراعة، ترويها الأودية وأشهرها سهل الواديين، وسهل بيشة الذي يجري فيه وادي بيشة حيث يتجه شمالاً ليروي محافظة خميس مشيط ومحافظة بيشة. وهناك واد آخر يمده بالمياه وهو لا يقل عنه أهمية ويعرف بوادي "عنقة" الذي يستمد مياهه من وادي "منع" ووادي "نور"، ويتخلل هذه الهضاب وادي كبير يعرف بـ "التندحي" - نسبة إلى قرية تندحة، يستمد مياهه من أعالي جبال "سراة عبيدة"، وهناك وادي الحويب الذي يروي الأجزاء الشرقية من سهل الواديين، ووادي العقالة الذي يروي بعض الأجزاء الغربية من تلك السهول، وكلاهما يلتقيان شمال هضاب "المحجر" في وادي كبير يعرف بوادي "عتود".

شكل 1. يوضح موقع منطقة عسير في المملكة العربية السعودية.

شكل 2. يوضح موقع محافظة أحد رفيدة في المملكة العربية السعودية.

المواد وطرائق البحث

أخذت ستة عينات من مياه آبار منطقة أحد رفيدة، وقد أجريت عليها الفحوصات والتحاليل الفيزيائية والكيميائية وفقا للإمكانيات المتاحة والمتوفرة في مختبرات قسم علوم الحياة، كلية العلوم في جامعة الملك خالد. وقد استخدمت أجهزة وطرق معايرة مختلفة لتلك الفحوصات حسب المواصفات المحلية والدولية (درويش، 1997)، (WHO, 1993)، (عبادي وحسن، 1990)، (منظمة الصحة العالمية، 1984)، (APHA, 1987.1975)، و (Vogel, 1988)، كما يلي:

أولا: الفحوصات الفيزيائية

1. لقياس درجة الحموضة (pH) استخدم جهاز (pH meter) موديل (HI 991300) مزود بالكترود زجاجي تمت معايرته بمحاليل منظمة حديثا.
2. لقياس التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity) استخدم جهاز (Conductivity meter) موديل (HI 991300) وأجريت القياسات عند درجة حرارة الغرفة. وقد صنفت المياه حسب الموصلية الكهربائية (خليفة،1987) إلى الأتي:
   I. مياه جيدة جدا: موصليتها أقل من 250 ميكروسيمن/سم.
   II. مياه جيدة: موصليتها من 250-750 ميكروسيمن / سم.
   III. مياه مقبولة يمكن استعمالها: موصليتها من 750 - 2000 ميكروسيمن/ سم.
   I. مياه رديئة مشبوهة: موصليتها من 2000-3000 ميكروسيمن / سم.
   II. مياه رديئة جدا لا تستعمل: موصليتها أكثر من 3000 ميكروسيمن / سم.
3. لتقدير المواد الصلبة الذائبة (T.D.S (mg/1 استخدم جهاز من موديل (HI 991300).
4. لقياس العكارة (N.T.U)(Turbidity) فقد استخدم جهاز (Turbidity meter) نموذج (Jencons 210A) وذلك بمقارنة امتصاص عينات المياه عند طول موجي (660nm) مع امتصاص محاليل الكؤولين العيارية.
5. لقياس اللون (Color) استخدمت طريقة المقارنة المرئية بواسطة محلول البلاتين – الكوبالت القياسي.

ثانيا: الفحوصات الكيميائية

1. لتقدير أيونات الكلوريد (Cl) فقد استخدمت طريقة الترسيب وذلك بإضافة نترات الفضة العيارية إلى محاليل العينات ضعيفة القلوية والمحتوية على كاشف الكرومات.
2. لتقدير البيكربونات(HCO_3) استخدمت طريقة المعايرة غير المباشرة (Back titration) وذلك بإضافة كمية فائضة من محلول هيدروكسيد الصوديوم العياري لتحويل البيكربونات إلى كربونات ومن ثم ترسيبها على شكل كربونات الباريوم وذلك بإضافة كمية فائضة من كلوريد الباريوم ومعايرة الفائض مع هيدروكسيد الصوديوم بواسطة حمض الهيدروكلوريك العياري بوجود كاشف الفينولفثالين.
3. لتقدير نسبة كاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم (Ca and Mg) استخدم محلول ثنائي أمينو إيثيلين رباعي حامض الخليك ومحلول النشادر المنظم (pH=10) وكاشفي الايروكروم والميروكسيد (الأول عند pH = 10 والثاني عند pH = 12).
4. لتقدير القلوية الكلية (Total Alkalinity as $CaCO_3$) استخدمت طريقة المعايرة العينات بواسطة حمض الهيدروكلوريك العياري (0.02N) وذلك بوجود دليل الميثيل البرتقالي.
5. لتقدير أيونات الصوديوم والبوتاسيوم (Na and K) استخدمت طريقة قياس طيف اللهب بواسطة جهاز (Flame Photometer) موديل (Digital Jencons PFP7) مزود بمرشحات الصوديوم، البوتاسيوم، الليثيوم، الكالسيوم والباريوم.
6. لتحديد تركيز أيونات النترات (NO_3) استخدم جهاز (Spectrophotometer) موديل (DR 2100) لقياس شدة اللون باستخدام كواشف جاهزة تحتوي على مركب 2,4 ثنائي السلفونيك والمخصصة لمعايرة النترات.
7. لتقدير أيونات الكبريتات (SO_4) فقد استخدمت طريقة قياس العكارة(Turbidity) وذلك بمقارنة العكر الناتج عن إضافة كلوريد الباريوم الصلب إلى محاليل العينات مع العكر الناتج من سلسلة عيارية تحوي مقادير متدرجة من الكبريتات وتحت ظروف مماثلة للعينات المفحوصة وذلك بواسطة جهاز(Spectrophotometer) موديل (Ceceil CE 1020) عند طول موجي (400nm).

النتائج والمناقشة

أولا: الخواص الفيزيائية

العكارة واللون

نلاحظ من خلال النتائج في الجدول رقم (1) بأن عينات المياه المدروسة تخلو تماما من الألوان ومن ثم فهي تظهر نقية وذلك لخلوها من المواد المسببة في ظهور اللون مثل أيونات الحديد أو المغنيسيوم أو غيرها وكذلك لعدم وجود طعم أو رائحة غير مستساغين. وتبين قيم اللون والعكارة في الجدول أن عينات مياه الآبار المدروسة جميعها ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية المحلية والعالمية لمياه الشرب والاستخدام الآدمي (منظمة الصحة العالمية،1981؛ والهيئة السعودية للمقاييس،1993).

جدول 1. الخواص الفيزيائية للعينات المدروسة ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية (كحد أعلى مسموح به).

رقم العينة	اللون	العكورة (N.T.U)	درجة الحموضة (pH)	التوصيل الكهربائي (s/cmμ)	المواد الصلبة الكلية المذابة (T.D.S) ميللغرام/ لتر
1	0.0	2.0	7.66	2137	1070
2	0.0	0.75	7.09	1636	314
3	0.0	1.5	7.33	1959	974
4	0.0	0.75	7.40	2074	1034
5	0.0	1.0	7.10	2360	1179
6	0.0	1.6	7.65	1780	870
المواصفات المحلية	15	5	8.5 – 6.5	<1500	<1500
المواصفات العالمية	15	5	8.5 – 6.5	1500	1500 - 500

درجة الحموضة

يتضح من الجدول رقم (1) أن درجة الحموضة أو تركيز أيون الهيدروجين(pH) تتراوح بين 7.09 - 7.66، ومن ثم فإن العينات المدروسة تقع في حدود المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

التوصيل الكهربائي

يبين الجدول رقم (1) أن قيم التوصيل الكهربائي لعينات مياه الآبار المدروسة بلغت بين 1636 – 2360 µS/cm حيث بلغت القيمة العليا للتوصيل الكهربائي في العينة رقم (5) بينما بلغت القيمة الدنيا للتوصيل الكهربي في العينة رقم (2)، ويلاحظ أن القيم الخاصة بالتوصيل الكهربي للعينات المدروسة تندرج ضمن صنفين كمياه مقبولة في العينات (2، 3 و 6) وكمياه رديئة في العينات (1، 4 و 5).

المواد الصلبة الذائبة

يوضح الجدول رقم (1) أن قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية في عينات مياه الآبار المدروسة تقع في حدود المواصفات المسموح بها محليا وعالميا حيث تراوحت ما بين 314 – 1179 mg/l.

ثانيا: الخواص الكيميائية

أ – الكاتيونات

الصوديوم Na

تلعب كثير من العوامل الطبيعية مثل التركيبات الجيولوجية الصخرية والظروف المناخية والهيدرولوجية وغيرها في تراكيز الصوديوم (خليفة، 1987)، وتؤدي تراكيز الصوديوم العالية إلى تغيرات في مذاق وطعم المياه التي قد تؤدي إلى حدوث تأثيرات صحية على الإنسان (Vogel, 1988). تشير نتائج تحاليل العينات لمياه الآبار المدروسة في الجدول (2) إلى تفاوت وتباين تراكيز الصوديوم من عينة إلى أخرى مقارنة بالمواصفات القياسية المحلية والعالمية، حيث تراوحت بين 86 – 901 ميللغرام/ لتر. ففي الوقت التي بلغت فيه تراكيز الصوديوم في العينة رقم (3) 86 و 90 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (2) ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية، إلا أن تراكيز الصوديوم في بقية العينات رقم (1، 4، 5 و 6) بلغت 670، 860، 901 و 856 ميللغرام/ لتر، على التوالي، قد فاقت الحدود المسموح بها محليا وعالميا.

البوتاسيوم K

عادة يكون تراكيز كاتيون البوتاسيوم قليلة في المياه الجوفية مقارنة مع تراكيز كاتيون الصوديوم أو الكالسيوم. وتدل نتائج تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة أنها تقع ضمن الحدود المسموح بها محليا وعالميا كما يوضح ذلك الجدول رقم (2)، باستثناء العينة رقم (5) التي تفوق الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

الكالسيوم Ca

تؤدي الزيادة في تراكيز عسر الكالسيوم في المياه إلى تغير في طعمها وأثرها في ترسيب الأملاح في شبكة توزيع المياه وفي الأواني المنزلية وغيرها. تبين تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة في الجدول رقم (2) أن تراكيز عسر الكالسيوم تراوحت ما بين 5.04 – 26.57 ميللغرام/ لتر، حيث احتوت العينة رقم (1) الحد الأعلى بينما احتوت العينة رقم (5) الحد الأدنى لهذه التركيزات. وعلى العموم فان جميع العينات المدروسة أحتوت على تركيزات منخفضة من كاتيونات الكالسيوم للحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

المغنيسيوم Mg

يوجد المغنيسيوم في المياه الجوفية، وعند زيادة نسبته تصبح المياه غير صالحة للشرب وخاصة عند زيادة تراكيز أيون الكبريتات بنسب عالية (منظمة الصحة

جدول 2. الخواص الكيميائية للعينات المدروسة ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية (كحد أعلى مسموح به) (الكاتيونات– جزء من المليون).

رقم العينة	صوديوم	بوتاسيوم	عسرة كلية	عسر المغنيسيوم	عسرة الكالسيوم	القلوية الكلية
1	670	13.1	214	10.93	26.57	120
2	90	8.5	84	4.52	6.39	50
3	86	7.6	210	11.50	12.78	64
4	860	17.5	136	7.43	8.07	78
5	901	34.1	164	9.27	5.04	98
6	856	12.3	268	14.88	12.78	124
المواصفات المحلية	400	20	100-500	30-150	75-200	----
المواصفات العالمية	200-400	20	500	150	200	----

(--): المقصود بهذه الإشارة في الجدول، القيمة غير محددة.

العالمية.1981؛ 1984؛ والهيئة العربية السعودية 1993).

توضح نتائج تحاليل العينات المدروسة في الجدول رقم (2) أن تراكيز كاتيونات المغنيسيوم تراوحت بين 4.52 - 14.88 ميللغرام/ لتر حيث احتوت العينة رقم (6) الحد الأعلى بينما احتوت العينة رقم (2) الحد الأدنى لتركيزات عسر كاتيونات المغنيسيوم. وقد احتوت العينات المدروسة على تركيزات منخفضة من كاتيونات المغنيسيوم للحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

العسر الكلي بدلالة كربونات الكالسيوم Total Hardness

تفاوتت قيم تراكيز العسر الكلي في عينات مياه الآبار المدروسة، حيث تصل حدا كبيرا في كل من العينات رقم (6) وبلغت 268 و 214 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (1)، في حين بلغت حدها الأدنى 84 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (2). وتشير نتائج تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة المبينة في الجدول رقم (2)، إلا أن تراكيز العسر الكلي للعينات المدروسة جميعها ضمن الحدود المسموح فيها محليا وعالميا.

القلوية الكلية Total Alkalinity

توضح نتائج تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة تفاوتا كبيرا في قيم تراكيز القلوية الكلية، حيث تصل حدها الأعلى في العينة (6) حيث بلغت 124 و 50 ميللغرام/ لتر كحد أدنى في العينة رقم (2).

ب – الأنيونات

الكبريتات SO_4

تؤثر التراكيز العالية لأيونات الكبريتات على تغير طعم المياه، وقد تسبب بعض الأمراض للإنسان مثل الإسهال، التهابات الأمعاء، وتكون آثارها واضحة على صحة الإنسان إذا ما ترافق وجودها مع تراكيز عالية من كاتيونات المغنيسيوم، بالرغم أنها تعتبر من الأيونات السالبة قليلة السمية (WHO, 1993). تتفاوت تراكيز ايونات الكبريتات في عينات مياه الآبار المدروسة، حيث وصل حدها الأعلى في العينة رقم (6) وبلغت 120 و 90 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (3)، في حين بلغ حدها الأدنى في العينة رقم (2) حيث بلغت 14.50 ميللغرام/ لتر. وقد احتوت عينات مياه الآبار المدروسة جميعها على تركيزات منخفضة من ايونات الكبريتات بالنسبة للحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

الكلوريد Cl

تقسم المياه التي تزداد فيها أيونات الكلوريدات بعدم استساغتها إلا إذا تم التعود عليها (منظمة الصحة العالمية، 1984). تشير نتائج عينات مياه الآبار المدروسة في الجدول رقم (3) إلى تفاوت كبير في قيم تراكيز الكلوريدات، حيث وصلت الحد الأعلى في العينة رقم (6) ببلوغها 160 ميللغرام/ لتر، في حين وصلت حدها الأدنى في العينة رقم (2) ببلوغها 10 ميللغرام/ لتر. عموما جميع العينات احتوت على تراكيز من الكلوريدات أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

النترات No_3

توجد أيونات النترات بكميات قليلة في المياه الجوفية ولكنها تتركز بنسب عالية في المناطق الزراعية ومناطق تربية الماشية وفي المناطق غير المغطاه بشبكات الصرف الصحي حيث ترشح مياه الري إلى المياه الجوفية محملة بتراكيز عالية من النترات والتي تؤدي إلى ظهور بعض الأمراض خاصة عند الأطفال الرضع ومنها مرض خضاب الدم المبدل (الهيموجلوبين) إضافة إلى كونها مادة مسرطنة (WHO, 1993). يستدل من نتائج تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة

من الجدول رقم (3) إلى تفاوت كبير في تراكيز النترات، حيث وصلت الحد الأعلى في العينة رقم (5)، في حين كانت غائبة في كل من العينات رقم (2) و (3). ومن الملاحظ أن العينات التي احتوت على النترات كانت تراكيزها عالية وفاقت بكثير الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

البيكربونات HCO_3

تشير نتائج تحاليل عينات مياه الآبار المدروسة في الجدول رقم (3) أن قيم تراكيز البيكربونات تتراوح بين 5.0 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (2) و 12.4 ميللغرام/ لتر في العينة رقم (6).

الاستنتاجات والتوصيات

تقع أغلب عينات مياه الآبار المدروسة من ناحية خواصها الفيزيائية ضمن المسموح بها حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية خاصة اللون، العكارة، درجة الحموضة والمواد الصلبة الذائبة الكلية. في حين تنقسم قيم التوصيل الكهربائي لعينات المياه المدروسة إلى قسمين فمنها المقبولة ومنها الرديئة (جدول رقم 4).

تتسم عينات مياه الآبار المدروسة جميعها من خلال نتائج التحليل الكيميائي بانخفاض قيم تركيزات الكاتيونات (البوتاسيوم، عسرة الكالسيوم، عسرة المغنيسيوم، العسرة الكلية والقلوية الكلية)، وكذلك انخفاض قيم تركيزات الايونات (الكبريت، الكلوريد والبيكربونات) للحد المسموح به حسب المواصفات القياسية المحلية والعالمية.

تشير النتائج بأن هناك تلوث نترات في العينات رقم (1، 4، 5 و 6) حيث تزداد فيها القيم عن الحد المسموح به محليا وعالميا (جدول رقم 4). كما تتسم أربعة عينات مدروسة بأن مياهها رديئة جدا (1، 4، 5 و 6) بعدم صلاحيتها واستخدامها لأغراض الشرب أو الزراعة، في حين تعد بقية العينات المدروسة (2 و 3) أنها أكثر قابلية وصلاحية من غيرها وبالتالي يمكن استعمالها لأغراض الشرب والزراعة.

على ضوء ما تقدم من نتائج للعينات الستة من مياه الآبار المأخوذة من محافظة أحد رفيدة - منطقة عسير، فيوصى بإجراء دراسة تفصيلية لجودة المياة الجوفية بالمنطقة والمراقبة المستمرة وإجراء الفحوصات المخبرية والتحاليل الدورية لمصادر المياه لمتابعة التغيرات الطارئة للخواص الفيزيائية والكيميائية حفاظا على الصحة العامة للسكان. كما يوصي بدراسة التركيب الصخري لمناطق تغذية موارد المياه

جدول 3. الخواص الكيميائية للعينات المدروسة ومقارنتها بالمواصفات المحلية والعالمية (كحد أعلى مسموح به) (الكاتيونات – جزء من المليون).

رقم العينة	كبريتات	كلوريدات	نترات	بيكربونات
1	82.0	63.0	88.0	12.0
2	14.50	10.0	A	5.00
3	90.0	50.0	A	6.40
4	74.15	39.0	176.0	7.80
5	76.60	44.0	198.0	9.80
6	120.0	160.0	176.0	12.40
المواصفات المحلية	200-400	200-600	45	----
المواصفات العالمية	400	250	45	----

(--): المقصود بهذه الإشارة في الجدول. القيمة غير محددة. *(A)*: المقصود بهذه الإشارة في الجدول. القيمة غائبة.

جدول 4. زيادة أو نقصان المواصفات الفيزيائية والكيميائية للعينات المدروسة ومقارنتها بالمواصفات القياسية المحلية والعالمية.

رقم العينة	اللون	العكورة	pH	المواد الصلبة الذائبة	صوديوم	بوتاسيوم	العسر الكلي	المغنيسيوم	الكالسيوم	القلوية الكلية	كبريتات	كلوريدات	نترات	بيكربونات
1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
5	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
6	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-

(-): أقل من الحد المسموح به محليا وعالميا. *(+)*: أكثر من الحد المسموح به محليا وعالميا.

الجوفية لمعرفة مكامن المياه الصالحة للشرب والزراعة والحفاظ على مخزونها المائي من التلوث وكذا التوعية والإرشاد للسكان بهدف التقليل من استنزاف المياه الجوفية وترشيد استهلاكها.

المراجع باللغة العربية

الرحيلي،عبد الله، الزرعة،عبد الله، وخان،مجاهد (2006) تراكيز النترات وطرق إزالتها من مياه الشرب في المملكة العربية السعودية. في: تقرير مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية *2006*. الرياض، المملكة العربية السعودية.

الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس (1993) مياه الشرب المعبأة وغير المعبأة، المواصفات القياسية السعودية. م ق س *409/1984*. الرياض، المملكة العربية السعودية، ص ص 1-20.

درويش، ع (1997) معالجة المياه، الطبعة الأولى، دار المعرفة، دمشق، سوريا، ص9، 27 و28.

خليفة، داردكه، (1987) هيدرولوجية المياه الجوفية، الشركة الدولية للطباعة والنشر، عمان، الأردن: ص ص9، 27 و28.

خنفر،عايد (2006) دراسة بيئية للآبار الجوفية في الحبلة، منطقة عسير، المملكة العربية السعودية. في: المؤتمر الدولي الثالث للتنمية والبيئة في الوطن العربي، *21-23* مارس *2006*، مركز الدراسات والبحوث البيئية، جامعة أسيوط ، أسيوط، مصر، ص ص 99-109.

عبادي، سعاد عبد، حسن، و محمد سليمان (1990) الهندسة العلمية للبيئة و فحوصات الماء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، العراق، ص ص 220–228.

فضل، أحمد، علي، سالم، وباعشر، صالح (2007) دراسة أولية للمواصفات الكيميائية والفيزيائية لعينات من مياه آبار منطقة أم عين وما حولها(محافظة أبين، اليمن). مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية،**11** (2): 275-286.

منظمة الصحة العالمية (1981) المعايير الدولية لمياه الشرب، الطبعة الثالثة، المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط، الإسكندرية، مصر، ص ص 41-45.

منظمة الصحة العالمية (1984) دلائل جودة مياه الشرب، الجزء الأول، التوصيات، المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط، الإسكندرية، مصر، ص8.

المراجع باللغة الإنجليزية

APHA, AWWA, WPCE (1975) *Standard Methods of Examination of Water and Waste Water*, 14th. ed., APHA, Washington, USA. p520.

APHA, AWWA, WPCE (1987) *Standard Methods of Examination of Water and Waste Water*, 17th. ed., APHA, Washington, USA. p450.

Batanouny, KH (1978) National History of Saudi Arabia, A Bibliography. *In: King Abdulaziz University-Biology1*. Jeddah, Saudi Arabia. p113.

Khanfar, AR (2007) Water Analysis of Al-Masqi Wells – Assir District, Kingdom of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Science* **14**(2) 191 – 199.

Vogel (1988) *Textbook for Quantitative Analysis*, 13th ed. p850. Remark: This ref. is not available on-line completed,it required the Publisher and country of publication

WHO (1993) *Guidelines for Drinking Water Quality. 2nd ed. vol..1, Recommendation.* World Health Organization, WHO Eastern Mediterranean Regional Office, Alexandria, Egypt, pp102-104.

Ref. No.2479
Rec.05/05/2008
In-revised form:21/12/2008