تقييم جودة مياه شرب الشبكة العامة في بعض مناطق وادي الشاطيء جنوب ليبيا

محمود عبدالله إمرمي^{1*} و علي مختار الجربي²^{2,1} قسم علوم وتقنية الأغذية - كلية العلوم الهندسية والتقنية - جامعة سبها.^{*}ma.mremi@sebhau.edu.ly

الملخص

أجريت هذه الدراسة لغرض تقييم جودة مياه شرب الشبكة العامة ببعض مناطق وادي الشاطيء، وشملت عشر عيّنات بواقع ثلاثة مكررات لكل عينة من مناطق أشكدة وقيرة وبراك وتامزاوة والقرضة وبرقن وونزريك وإدري، وأظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية تباين في جودة مياه شرب الشبكة العامة فكانت نتائج العكارة تراوحت ما بين 0.57 - 7 JTU، أما قيم الأس الهيدروجيني pH فكانت ما بين 6.47 - 7.37، بينما كان تركيز كل من الأملاح الذائبة الكلية، العسر الكلي، الكالسيوم، الماغنسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الكلوريد، النترات، الكبريتات، البيكربونات، الحديد، المنجنيز، الزنك، النحاس تراوح ما بين 648 - 1523، 52 - 224، 11 - 37، 2 - 33، 26 - 112، 17 - 34، 121 - 540، 3 - 33، 29 - 695، 46 - 78، 0.03 - 0.07، 2.07 - 2.77، 0.0 - 1.0، 0.026 ملجم/ لتر على التوالي، في حين سجلت خلو جميع العينات من عنصر الرصاص، وتراوح العدد الكلي للبكتيريا ما بين 7 - 65 وحدة تكوين مستعمرة / مل، وخلو جميع العينات من بكتيريا القولون.

الكلمات الرئيسية: جودة مياه الشرب؛ المواصفات القياسية؛ بكتيريا القولون؛ وادي الشاطيء؛ ليبيا.

Abstract

This study was conducted to assess the quality of drinking water in the public network in some areas of Wadi -Shati. It included 10 samples with three replications for each sample from the areas of Ashkeda, Qaira, Barak, Tamzawa, Al-Qarda, Burqin, Wonzrek and Idri. The results of physical, chemical and bacteriological analyses showed a difference in the quality of drinking water. The results of turbidity in water supplies distribution system ranged from (0.5 - 7 JTU) and the values pH ranged between (6.47 - 7.37), while the concentration of total soluble salts, total hardness, calcium, magnesium, sodium, potassium, chloride, nitrate, sulphate, bicarbonate, iron, manganese, zinc, copper ranged from 648 - 1523, 52 - 224, 11 - 37, 2 - 33, 26 - 112, 17- 34, 121 - 540, 3 - 33, 29

- 695, 46 – 78, 0.03 – 2.77, 0.07 – 2.07, 0.0 – 1.0, 0.0 – 0.026 mg/l respectively. While all samples were free of lead, the total number of bacteria ranged between (7 - 65 UFC/ ml); all samples studied were free from coliform bacteria.

المقدمة

تعدّ مياه الشرب أهم مادة غذائية يتناولها الإنسان ولا يمكن استبدالها بمادة بديلة، ولهذا تخضع مياه الشرب إلى مواصفات خاصة لا تترك آثاراً سلبية على صحة الإنسان بسبب تناولها أو استخدامها أو ملامستها ولهذا يقتضي خلوها من أية ملوثات، فالخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه يجب فحصها والتأكد منها بمنتهى الدقة والمصادقية، ويشترط في مياه الشرب أن تكون صافية وشفافة لا لون لها ولا طعم ولا رائحة وأن تكون مستساغة وخالية من مسببات الأمراض وكل ما يعرض صحة الإنسان للخطر (الردايدة، 2010)، المياه النقية والخالية من الشوائب والأملاح غير متوفرة في الطبيعة لكون المياه مادة مذيبة للمواد الغازية والسائلة والصلبة، فهي تذيب عند عبورها المجاري المائية الكثير من الأملاح المعدنية والمركبات العضوية لذلك نجد أن المركبات الذائبة في المياه مختلفة ومتنوعة تبعاً لطبيعة طبقات الأرض التي تعبرها وللبيئة المحيطة بالمجرى المائي (الحايك، 2017)، ويعدّ الماء ملوثاً عندما تتغير عناصره المكونة له كماً أو نوعاً أو تتغير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بحيث تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية، وأياً كان مصدر تلوث المياه فإن حالة وطبيعة التلوث تكون أحد أربعة أنواع من التلوث فقد يكون التلوث تلوثاً فيزيائياً أو كيميائياً أو بيولوجياً أو إشعاعياً (بريشة وشريف، 2018)، تعاني مياه الشرب بمنطقة وادي الشاطيء من عدة مشاكل حيث تحتوي هذه المياه بشكل طبيعي على تراكيز عالية من بعض المواد التي تعيق استخدام هذه المياه في الأغراض المختلفة؛ لأنها تحتوي على نسب عالية من بعض العناصر كالحديد والمنجنيز (فوقبورلو وآخرون، 1990)، لذلك أجريت هذه الدراسة للتعرف على الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه شرب الشبكة العامة في بعض مناطق وادي الشاطيء ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

المواد والطرق

أولاً المواد

شملت الدراسة منطقة وادي الشاطيء الواقع جنوب غرب ليبيا بين خطي عرض 27 - 28 شمالاً وخطي طول 12 - 15 شرقاً، تم جمع العينات بواقع ثلاثة مكررات لكل عينة من بعض مناطق وادي الشاطيء وهي أشكة وقيرة وتامزاوة والقرضة وبرقن وونزريك وأدري عينة واحدة وبراك ثلاث عينات (الزاوية والتركيبات والعافية)، وقد تراوح عمق الآبار المغذية للشبكة العامة في مناطق وادي الشاطيء من 180 إلى 345 متر حسب سجلات مكتب الهيئة العامة للمياه بوادي الشاطيء.

ثانياً الطرق

تم إجراء كل التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لعينات المياه قيد الدراسة بمختبرات كلية العلوم الهندسية والتقنية جامعة سبها، وطبقاً للطرق المنصوص عليها في كتاب Standard Methods for Examination of Water and West water لسنة 1999 الخاص بالطرق القياسية لفحص المياه كالتالي:

(1) تم قياس الأس الهيدروجيني لعينات المياه مباشرة بعد جمعها وذلك باستخدام جهاز pH Meter نوع HANNA HI 8314.

(2) تم قياس الإيصالية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity للعينات بعد جمعها مباشرة باستخدام جهاز قياس الإيصالية Conductivity meter laboratory نوع ELE Conductivity meter 4310، ثم قُدر تركيز الأملاح الذائبة الكلية حساباً عن طريق قيم الإيصالية الكهربائية المتحصل عليها أثناء قياس العينات حسب المعادلة التالية $TDS = EC * 0.64$.

(3) تم قياس العكارة لعينات المياه بواسطة جهاز Microprocessor Turbidity meter نوع HANNA HI 93703.

(4) قدرت البيكربونات والكلوريد والعسر الكلي والكالسيوم والماغنسيوم باستعمال المعايرة.

(5) تم تقدير النترات والكبريتات والحديد والمنجنيز باستخدام جهاز Spectrophotometer PU 8625 UV/Visible.

(6) قدر كل من الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهاز Corning Flam photometer نوع 410.

(7) تم تقدير النحاس والرصاص والزنك بواسطة جهاز Atomic Absorption Spectrophotometer نوع Perkin Elmer 2380.

(8) أجريت التحاليل البكتريولوجية على عينات المياه قيد الدراسة من خلال إجراء سلسلة التخفيفات العشرية باستعمال محلول التخفيف (Phosphate buffer) المعقم حتى تخفيف 10^4 ولتقدير العدد الكلي للبكتيريا تم استخدام وسط Standard Plate Count Agar صنع شركة Oxoid، وذلك بزرع 1 مل من كل تخفيف في طبق بتري وبمكرين حسب طريقة الصب في الأطباق والتحصين عند درجة حرارة 37°C لمدة 48 ساعة، ولتقدير أعداد مجموعة بكتيريا القولون تم استخدام طريقة العدد الأكثر احتمالاً Most Probable Number Technique وذلك باستخدام بيئة مرق ماكونكي Mac-Conky Broth والتحصين عند درجة حرارة 37°C لمدة 24 ساعة.

(9) التحليل الإحصائي: تم إجراء معامل الارتباط كتحليل إحصائي للعينات المدروسة باستخدام برنامج (SPSS) Statistical Package for Social Science.

النتائج والمناقشة

1- العكارة

تبين أن أغلب العينات المدروسة الموضحة بالجدول (1) كانت ضمن الحدود المسموح بها فكانت ما بين $0.57 - 7$ وحدة جاكسون إلا عيّنتي مياه إدري ومياه ونزريك فقد تجاوزتا الحدود المسموح بها وكانت 7 و 6 وحدات جاكسون على التوالي حسب المواصفة الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة، وقد يكون سبب هذا الارتفاع ناتج عن تحريك القاع وجوانب البئر الذي يغذي الشبكة العامة حيث أشار إبراهيم (2011) إلى أن كثرة سحب المياه في فصل الصيف يؤدي إلى تحريك القاع وجوانب البئر والكتل الطينية الموجودة فيه فيزيد تركيز العكارة، ومن خلال التحليل الإحصائي أظهرت نتائج الدراسة والمبوبة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين العكارة وقيم الأملاح الذائبة الكلية والعسر الكلي والماغنسيوم والكلوريد والصوديوم والبوتاسيوم والزنك (0.928 ، 0.879 ، 0.904 ، 0.891 ، 0.832 ، 0.820 ، 0.780).

2- اللون

أوضحت النتائج المتحصل عليها والمبوبة بالجدول (1) أن جميع عيّنات المياه بالمنطقة المدروسة كان تركيز اللون بها هو 5 وحدات لون فلم تتجاوز الحدود المسموح بها في المواصفة الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008.

3- الأس الهيدروجيني pH

أظهرت نتائج قيم الأس الهيدروجيني للعينات المدروسة بالجدول (1) أن أعلى قيمة سجلت في منطقة أدري 7.37 وأقل قيمة سجلت في منطقة التركيات ببرك 6.47، وجميع عيّنات المياه المدروسة ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 1992 ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008 إلا عيّنة مياه منطقة التركيات ببرك فإنها أقل بقليل من الحد الأدنى المسموح به، وأفاد التحليل الإحصائي لنتائج العينات الموضحة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين pH والعسر الكلي والماغنسيوم والكلوريد والبوتاسيوم والبيكربونات والصوديوم والزنك بالقيم التالية (0.667، 0.744، 0.750، 0.703، 0.779، 0.804، 0.772) على التوالي.

4- الأملاح الذائبة الكلية

بالنظر إلى النتائج المتحصل عليها لعيّنات مياه الشرب العامة في المنطقة المدروسة الموضحة بالجدول (1) نجد أن عيّنات كلاً من إدري وونزريك قد تجاوزت الحد الأقصى المسموح به حسب المواصفة الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 1992 ومنظمة الصحة العالمية لسنة 2008، أما باقي العينات فتقع ضمن الحدود المسموح بها، وسجل أعلى تركيز للأملاح الذائبة الكلية في عيّنة مياه أدري وكانت 1523 ملجم / لتر وأقل تركيز للأملاح الذائبة سُجِّل في عيّنة مياه القرصة 648 ملجم / لتر، وقد أعزى كلاً من (كلش وآخرون، 1981؛ ابريدج، 1995) ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة الكلية في منطقة وادي الشاطيء إلى تسرب المياه المالحة من مناطق المستنقعات والسبخات المتاخمة لأطراف الوادي خاصة عند هطول الأمطار، في حين أوضح (الشاوي، 2002) أن ارتفاع الأملاح في مناطق سبها والشاطيء هو نتاج لتغير في نوعية المياه الجوفية لتركز النشاط الزراعي والسكاني بهما إضافة إلى تواجد بعض الرواسب الملحية والسبخات في

منطقة وادي الشاطيء، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمياه الشرب العامة والموجودة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين الأملاح الذائبة الكلية وكلّ من العكارة 0.928 والبيكربونات 0.798 والعسر الكلي 0.859 و الماغنسيوم 0.855 والكلوريد 0.904 والصوديوم 0.854 والبوتاسيوم 0.854 .

5- البيكربونات

دلّت النتائج المتحصّل عليها لعينات مياه الشرب العامة بمنطقة وادي الشاطيء بالجدول (1) أن تركيز البيكربونات في العينات المدروسة تراوح ما بين 46 ملجم / لتر في عينة مياه التركيات ببراك وهي أقل تركيز في جميع العينات وأعلى تركيز كان 78 ملجم/ لتر في عينة مياه إدري، في حين لم تذكر المواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008 الحد الأقصى المسموح به، وتشير قيم نتائج التحليل الإحصائي لمياه الشرب العامة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين البيكربونات والأس الهيدروجيني الـ 0.779 PH والأملاح الذائبة الكلية 0.798 و الماغنسيوم 0.786 و الكلوريد 0.856 و الصوديوم 0.802 و البوتاسيوم 0.893 .

6- الكلوريد

بيّنت نتائج تحليل عينات مياه الشرب العامة المدروسة بالجدول (1) أن عينات ونزريك 311 ملجم/ لتر وإدري 540 ملجم/ لتر بها تركيز من الكلوريد أعلى من النسب المسموح بها في المواصفة الليبية لمياه الشرب ومواصفة منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، أما باقي العينات فكانت ضمن الحدود المسموح بها، وكان أقل تركيز للكلوريد في عينة مياه القرضة 121 ملجم/لتر والتركيز الأعلى في عينة مياه إدري، وأعزى (إمصري، 2007) إن التباين في كمية الكلوريدات في المياه الجوفية ناتج عن الاختلافات في زيادة كمية المياه المسحوبة بالإضافة إلى التلوث بمياه الصرف الصحي والصناعي كما تُعد مياه البحر مصدراً هاماً وسبباً أساسياً في زيادة تركيز الكلوريد في المياه الجوفية في المناطق الساحلية، أوضح التحليل الإحصائي لنتائج العينات بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين الكلوريد والعكارة والأملاح الذائبة الكلية والبيكربونات والعسر الكلي والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والزنك بالقيم التالية وعلى التوالي (0.891، 0.904، 0.856، 0.950، 0.869، 0.982، 0.955، 0.945).

7- النترات

تشير النتائج المتحصل عليها من عيّنات مياه الشرب العامة المدروسة بالجدول (1) بأن جميعها تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 1992 ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، حيث كان أقل تركيز للنترات في عيّنة مياه برقن حيث لم يسجل أي وجود للنترات وأعلى تركيز سجل في عيّنة مياه قيرة 33 ملجم / لتر، في حين دلت نتائج التحليل الإحصائي للنترات إلى عدم وجود ارتباط معنوي.

8- الكبريتات

نلاحظ من خلال نتائج عيّنات مياه الشرب العامة بمنطقة الدراسة والمبيّنة بالجدول (1) أن بعض العيّنات تجاوز الحد الذي أوصت به المواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008 والعيّنات هي عيّنة مياه قيرة 423 ملجم/لتر وعيّنة مياه إدري 528 ملجم/لتر وعيّنة التراكيات ببراك 695 ملجم / لتر، بينما سجل ارتفاع لعيّنة مياه تامزاوة 260 ملجم/ لتر عن معايير منظمة الصحة العالمية وكانت ضمن الحد المسموح به في المواصفة الليبية لمياه الشرب العامة، أما أقل تركيز فكان في عيّنة مياه أشكدة 29 ملجم/ لتر وأعلى تركيز سجل في عيّنة مياه التراكيات ببراك، وقد أرجع (إمصري، 2007) سبب الارتفاع في تركيز الكبريتات في مياه الجوفية خلال الأشهر ذات الحرارة المرتفعة إلى ذوبان الكاليسيت وكبريتات الكالسيوم الموجودة في التكوينات الجيولوجية للطبقات الحاملة للمياه، من خلال نتائج التحليل الإحصائي والموضح بالجدول (2) وجد أن هناك ارتباط معنوي بين الكبريتات و الكالسيوم بالقيمة التالية (0.923).

9- العسر الكلي

أفادت نتائج التحليل لعيّنات مياه الشرب بمنطقة الشاطيء والمبوبة بالجدول (1) أن العسر الكلي لجميع العيّنات كان ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة الليبية ومنظمة الصحة العالمية لسنة 2008، حيث سجلت عيّنة مياه القرصة أقل تركيز في العسر الكلي 52 ملجم / لتر، بينما سجلت عيّنة مياه إدري أعلى تركيز في العسر الكلي 224 ملجم / لتر، وأرجع (إمصري، 2007) سبب التباين والاختلاف في تركيز العسر الكلي إلى اختلاف في التركيب الجيولوجي والطبيعة الطبوغرافية للمناطق، التحليل الإحصائي لنتائج مياه الشرب العامة المبين بالجدول (2)

أوضح أن هناك ارتباط عالٍ بين العسر الكلي وكلٍّ من العكارة والأملاح الذائبة الكلية والماغنسيوم والكلوريد والبوتاسيوم والزنك بالقيم التالية وعلى التوالي (0.879، 0.859، 0.942، 0.950، 0.833، 0.952).

10- الكالسيوم

أشارت النتائج المتحصل عليها بالجدول (1) إلى أن كل العينات المدروسة تحتوي على تركيز من الكالسيوم ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب، حيث سجل أقل قيمة في عينة مياه القرصة وبرقن 11 ملجم / لتر أما أعلى قيمة فكانت في عينة مياه منطقة التكريات ببراك 37 ملجم / لتر، أفاد التحليل الإحصائي لنتائج مياه الشرب بمنطقة وادي الشاطيء المبيّنة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين الكالسيوم والكبريتات 0.923.

11- الماغنسيوم

أوضحت النتائج المتحصل عليها بالجدول (1) أن الماغنسيوم في عينات مياه الشرب بوادي الشاطيء كان ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة الليبية لمياه الشرب في جميع العينات، فكان أعلى قيمة سجلت في عينة مياه إدري 33 ملجم / لتر وأقل قيمة في عينة مياه قيرة 2 ملجم/لتر، من خلال التحليل الإحصائي لنتائج مياه الشرب بمنطقة وادي الشاطيء والموضحة بالجدول (2) تبين أن هناك علاقة ارتباط عالية بين الماغنسيوم وكلٍّ من العكارة والأملاح الذائبة والبيكربونات والعسر الكلي والكلوريد والصوديوم والبوتاسيوم والزنك (0.904، 0.855، 0.786، 0.942، 0.982، 0.856، 0.929، 0.951) على التوالي.

12- الصوديوم

أظهرت نتائج تحليل عينات مياه شرب بوادي الشاطيء المبيّنة بالجدول (1) أنها كانت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، فكان أقل تركيز سجل في عينات مياه الزاوية والعافية ببراك 26 ملجم / لتر وأعلى تركيز كان في مياه إدري 112 ملجم / لتر، ودلت نتائج التحليل الإحصائي بالجدول (2) إلى وجود علاقة جيدة بين الصوديوم وكلٍّ من الـ pH 0.804 والعكارة 0.820 والأملاح الذائبة الكلية 0.854 والبيكربونات 0.802 والكلوريد 0.869 والماغنسيوم 0.856 والبوتاسيوم 0.815.

13- البوتاسيوم

من خلال النتائج المتحصل عليها والمبيّنة بالجدول (1) تبين أن كل العينات المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب والتي أوصت بتركيز قدره 40 ملجم/ لتر، وقد تراوحت نتائج القيم المتحصل عليها ما بين 17 ملجم/ لتر في عينة مياه التراكيات ببراك و 34 ملجم/ لتر في عينة مياه إدري، من خلال النتائج التحليل الإحصائي لمياه شرب وادي الشاطيء والموضح بالجدول (2) وجد هناك ارتباط معنوي بين البوتاسيوم والعكارة والأملاح الذائبة الكلية والبيكربونات والعسر الكلي والماغنسيوم والكلوريد والصوديوم والزنك بالقيم التالية وعلى التوالي (0.832، 0.854، 0.893، 0.833، 0.929، 0.955، 0.862، 0.815).

14- الحديد

أشارت نتائج التحليل بالجدول (1) لعينات المياه المدروسة إلى أن تركيز الحديد في أغلب عينات مياه منطقة وادي الشاطيء قد تجاوز الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008 وسجلت في مناطق ونزريك 2.77 ملجم/ لتر والقرضة 2.72 ملجم/ لتر وإدري 1.94 ملجم/ لتر والتراكيات ببراك 1.64 ملجم/ لتر وبرقن 1.18 ملجم/ لتر والزاوية ببراك 1.16 ملجم/ لتر والعافية ببراك 0.8 ملجم/ لتر، في حين كانت عينات مياه كل من قيرة 0.03 ملجم/ لتر وأشكدة 0.1 ملجم/ لتر وتامزاوة 0.28 ملجم/ لتر ضمن الحدود المسموح بها، وأرجع (فيوقبرلو وآخرون، 1990) ارتفاع تركيز الحديد في المياه الجوفية لمنطقة وادي الشاطيء للتركيب الجيولوجية للمنطقة التي توجد بها ترسبات من خام الحديد، تبين من التحليل الإحصائي لنتائج مياه منطقة وادي الشاطيء أنه لا يوجد ارتباط معنوي.

15- المنجنيز

بيّنت النتائج المتحصل عليها من الدراسة والموضحة بالجدول (1) أن كل عينات مياه منطقة الدراسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في المواصفة الليبية لمياه الشرب لسنة 1992 إلا مياه منطقة أشكدة 0.07 ملجم/ لتر أما باقي المناطق فكان المنجنيز بها عالٍ، بينما لم تتجاوز عينات مياه أشكدة وونزريك 0.17 ملجم/ لتر وعينة مياه برقن 0.22 ملجم/ لتر والقرضة 0.25 ملجم/ لتر معايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، حيث سجل أقل تركيز للمنجنيز في عينة مياه

أشكدة، وسجل أعلى تركيز في مياه منطقة تامزاوة 2.07 ملجم/ لتر، وأعزى (فيوقبرلو وآخرون، 1990) ارتفاع تراكيز المنجنيز في مياه منطقة الشاطيء إلى التركيبة الجيولوجية للمنطقة ووجود ترسبات من أكسيد المنجنيز، التحليل الإحصائي لنتائج العينات المدروسة دلّ على عدم وجود أي ارتباط معنوي للمنجنيز.

16- الزنك

أفادت النتائج بالجدول (1) المتحصل عليها من عينات مياه المنطقة المدروسة أن عينات محل الدراسة لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به في المواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، حيث سجل أعلى تركيز للزنك في عينة مياه أدري 1 ملجم / لتر وأقل تركيز سجل في المناطق أشكدة وقيرة و الزواية ببراك والعافية ببراك وتامزاوة و القرضة كانت جميعها دون حدود الكشف، وأوضح التحليل الإحصائي لنتائج مياه وادي الشاطيء والموجودة بالجدول (2) إلى وجود ارتباط معنوي بين الزنك والأس الهيدروجيني والعكارة والعسر الكلي والمغنسيوم والكلوريد والصوديوم والبوتاسيوم وبالقيم التالية وعلى التوالي (0.780، 0.772، 0.951، 0.952، 0.945، 0.767، 0.862).

17- النحاس

أفادت نتائج تحليل مياه منطقة الدراسة بالجدول (1) أن جميع العينات تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة الليبية لمياه الشرب ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008، حيث سجل أعلى تركيز في عينات مياه إدري والزواية والتركيات ببراك 0.026 ملجم/ لتر في حين كان أقل تركيز مياه مناطق برقن وونزريك وكانت دون حدود الكشف، وتشير نتائج التحليل الإحصائي لمياه منطقة وادي الشاطيء إلى عدم وجود ارتباط معنوي للنحاس.

18- الرصاص

جميع عينات مياه الشرب الشبكة العامة بمنطقة وادي الشاطيء محل الدراسة كان تركيز الرصاص بها دون حدود الكشف كما هو موضح بالجدول (1)، وتعدّ جميع العينات المدروسة ضمن الحد الأقصى المسموح به في المواصفة الليبية لمياه الشرب والمقدر 0.05 ملجم / لتر ومعايير منظمة الصحة العالمية لسنة 2008 والمقدر 0.01.

19- العدد الكلي للبكتيريا

بيّنت نتائج مياه الشرب بمنطقة وادي الشاطيء بالجدول (1) وجود تباين في العدد الكلي للبكتيريا بين الآبار المدروسة فكان أقل عدد للبكتيريا سجل في مياه ونزريك 7 مستعمرات / مل وأعلى عدد للبكتيريا سجل في الزاوية 65 مستعمرة / مل وتعدّ جميع عينات المياه المدروسة لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب المواصفة الليبية لمياه الشرب رقم 82 لسنة 1992، بحسب تصنيف (Morrison,1978) فإن مقدار العدد الكلي للبكتيريا يستخدم لمعرفة مدى صلاحية المياه من الناحية البكتيريولوجية فتعدّ المياه نقية إذا كان العدد الكلي للبكتيريا من 0 - 10 مستعمرة / مل وتكون جودة المياه جيدة جداً إذا كان العدد الكلي للبكتيريا من 10 - 100 مستعمرة / مل وإذا كان العدد الكلي للبكتيريا من 100 - 1000 مستعمرة / مل تكون المياه متوسطة النقاوة وإذا كان العدد الكلي للبكتيريا من 10000 - 100000 مستعمرة / مل تكون المياه ملوثة وتعدّ المياه ملوثة جداً إذا ارتفع العدد الكلي عن 100000 مستعمرة / مل، حسب هذا التصنيف تعدّ منطقة ونزريك ذات مياه نقية لأن العدد الكلي بها 7 مستعمرات / مل أما مياه باقي المناطق المدروسة فتعدّ مياه ذات جودة ميكروبيولوجية جيدة جداً.

20- الكشف عن بكتيريا القولون

أوضحت نتائج الكشف عن بكتيريا القولون بمياه الشرب بمنطقة وادي الشاطيء خلو جميع عينات مياه الشرب بالمناطق قيد الدراسة من بكتيريا القولون وبذلك تعدّ مياه المناطق المدروسة مطابقة للمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب العامة والتي تنص على ألا يزيد عدد بكتيريا القولون على 3 مستعمرة / 100 مل.

الجدول (1): يوضح نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه شرب الشبكة العامة في بعض مناطق وادي الشاطيء.

الموصفة الليبية	إدري	ونزريك	برقن	القرضة	تامزاوة	العافية	التركيات	الزاوية	قيرة	أشكدة	
JTU 5	7.0	6.0	1.0	2.0	0.53	1.0	1.0	3.0	0.5 7	0.61 2	العكارة
Pt/Co 15	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	اللون
8.5 – 6.5	7.37	6.72	6.62	6.86	6.57	6.59	6.47	6.53	6.8 0	6.97	الأس الهيدروجيني
1000 ملجم/لتر	1523	1472	750	648	761	698	937	726	914	786	الأملح الذائبة الكلية
--	78	68	51	49	54	56	46	56	60	63	البكربونات
250 ملجم/لتر	540	311	151	121	148	145	164	145	159	158	الكلوريد
45 ملجم/لتر	17	0.4	ND	12	21	4	5	2	33	3	النترات
400 ملجم/لتر	528	99	130	128	260	150	695	154	423	29	الكبريتات
500 ملجم/لتر	224	111	58	52	62	56	115	58	66	64	العسر الكلي
200 ملجم/لتر	34	18	11	11	17	14	37	14	24	16	الكالسيوم
150 ملجم/لتر	33	16	7	6	5	5	7	5	2	6	الماغنسيوم
200 ملجم/لتر	112	88	59	51	27	26	32	26	55	53	الصوديوم
40 ملجم/لتر	34	27	19	19	21	21	17	21	20	19	البوتاسيوم
0.3 ملجم/لتر	1.94	2.77	1.18	2.72	0.28	0.80	1.64	1.16	0.03	0.1	الحديد

المنجنيز	0.07	0.5	0.48	1.29	0.98	2.07	0.25	0.22	0.17	0.81	0.1 ملجم/لتر
الزنك	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	0.057	0.11	1.0	15 ملجم/لتر
النحاس	0.01	0.01	0.02 6	0.026	0.017	0.017	0.008 6	ND	ND	0.026	1.0 ملجم/لتر
الرصاص	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05 ملجم/لتر
العدد الكلي للبكتيريا	12	14	65	21	40	16	14	13	7	50	--
بكتيريا القولون	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	3 و.ت.م/100 مل
و.ت.م = وحدة تكوين مستعمرة، JTU = وحدة جاكسون للعكارة، Pt/Co = كوبلت/بلاطين، ND = وحدة لون.											

الجدول (2): يوضح نتائج التحليل الإحصائي لمياه شرب الشبكة العامة في بعض مناطق وادي الشاطيء.

Cu	Zn	Mn	Fe	K	Na	SO ₄	NO ₃	Cl	Mg	Ca	T. H	HC O ₃	TDS	Tu r	Ph	
															1	pH
														1	.54 2	Turb
													1	.9 28	.55 1	TDS
												1	.79 8	.6 61	.77 9	HCO ₃

											1	.70 1	.85 9	.8 79	.66 7	T.H								
											1	.7 61	.28 3	.57 6	.5 39	.28 3	Ca							
											1	.5 00	.9 42	.78 6	.85 5	.9 04	.74 4	Mg						
											.11 0	1	.98 2	.5 53	.9 50	.85 6	.90 4	.8 91	.75 0	Cl				
											1	.11 0	– .00 3	.3 04	.1 20	.16 1	.06 2	– .9 6	.30 0	NO ₃				
											1	.34 8	.28 9	.25 5	.9 23	.5 49	– .06 6	.30 3	.3 15	.01 9	SO ₄			
											1	.0 60	.09 1	.86 9	.85 6	.3 27	.7 64	.80 2	.85 4	.8 20	.80 4	Na		
											1	.81 5	.0 84	.12 7	.95 5	.92 9	.3 49	.8 33	.89 3	.85 4	.8 23	.70 3	K	
											1	.37 8	.46 5	.0 45	– .35 9	.39 0	.48 8	.0 79	.3 85	.09 6	.45 7	.7 13	.16 3	Fe
											.0 37	1	– .29	– .03	– .46	.4 57	.31 1	– .06	– .07	.3 14	.0 68	– .23	– .13	– .1

			0	4	2			1	5			6		4		
	1	.0 37	.31 5	.86 2	.76 7	.4 15	.17 0	.94 5	.95 1	.6 10	.9 52	.72 0	.74 1	.7 80	.77 0	Zn
1	.3 55	.4 49	- .33 8	.14 1	- .18 7	.5 14	.26 9	.19 9	.15 4	.5 48	.3 41	.17 1	.00 2	- .0 1	.18 2	Cu

الخلاصة

من خلال دراسة بعض معايير الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتولوجية لمياه الشرب العامة بوادي الشاطيء لغرض تحديد مدى صلاحيتها للشرب أظهرت نتائج الدراسة الآتي:

- 1- مياه شرب الشبكة العامة بمنطقتي إدري وونزريك غير صالحة للشرب نظراً لارتفاع الأملاح الذائبة الكلية والعكارة والكلوريد والمنجنيز والحديد والكبريتات عن الحدود المسموح بها في المواصفات.
- 2- ارتفاع تركيز عنصر الحديد عن الحد المسموح به في كل مناطق الدراسة ما عدا مناطق أشكدة وقيرة وتامزاوة.
- 3- ارتفاع تركيز عنصر المنجنيز عن الحد المسموح به في كل عيّنات مياه المناطق عدا منطقة أشكدة.

التوصيات

- 1- ترشيد استهلاك المواطنين للمياه وتوعيتهم بالآثار السلبية الناجمة عن استنزاف المياه الجوفية حيث الزيادة في الاستنزاف تؤدي إلى زيادة في ملوحة المياه وذلك بالتوعية عن طريق الندوات والإعلانات والنشرات العلمية.
- 2- عدم ضخ المياه مباشرة من البئر إلى الشبكة العامة إلا بعد مرورها على محطات التنقية والمعالجة لخفض محتواها من الأملاح والعناصر المرتفعة التي تقلل من جودتها وصلاحيتها

للشرب مثل الأملاح الذائبة الكلية والكلوريد والكبريتات وعنصري الحديد والمنجنيز وذلك لضمان وصولها إلى المستهلك بصورة آمنة وصحية.

3- حماية الشبكة العامة من التوصيلات غير النظامية التي قد تسبب برك من المياه نتيجة هذه التسربات وتكون هذه البرك من أسباب الإصابة بالأمراض.

4- إجراء التحاليل الدورية لجودة مياه الشرب الفيزيائية والكيميائية والبكتولوجية لمتابعة التغيرات التي قد تحدث على جودتها ومدى صلاحيتها للاستهلاك البشري.

المراجع

1- المراجع العربية:

- إبراهيم، ثائر (2011)، دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية لآبار مختارة في مدينة المقدادية ديالى بالعراق. مجلة ابن الهيثم للعلوم والصرفة والتطبيقية، المجلد 3، العدد 24، ص 3.
- ابريدج، جمال (1995)، دراسة وتقييم المياه الجوفية بوادي الشاطيء. مؤتمر الموارد في الوطن العربي. 18- 21 مارس، طرابلس، ليبيا.
- الحايك، نصر (2017)، مدخل إلى كيمياء المياه الجوفية وتلوث ومعالجة وتحليل. الطبعة الأولى، منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، سوريا، ص 29.
- الردايدة، جمال (2010)، كيمياء المياه ومعالجتها. دار الأمل، إربد، الأردن.
- الشاوي، طاهر (2002)، استغلال المياه الجوفية غير المتجددة بمنطقة حوض مرزوق وآثاره البيئية. رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم، جامعة الزاوية.
- المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (1992)، المواصفة الليبية القياسية رقم (82) الخاصة بمياه الشرب العامة. طرابلس، ليبيا.
- امصيري، عمر (2007)، مستويات بعض العناصر الكيميائية لمياه الشرب بمرزوق رسالة ماجستير، قسم علوم وهندسة البيئة، أكاديمية الدراسات العليا، بنغازي 2007.

- بريشة، جابر؛ شريف، محمد (2018)، ملوثات المياه مصادرها وطرق معالجتها. دار النشر للجامعات، القاهرة، مصر.
- فيوقبرلو، ريموند؛ المثناني، عبد السلام؛ الشرقاوي، محمد (1990)، تحديد تركيز الحديد والمنجنيز في المياه الجوفية المستخدمة للشرب في منطقة وادي الشاطيء فزان. ورقة بحثية مقدمة للمؤتمر الأول لعلوم البيئة، سبها.
- كلش، عدنان؛ المعاطي، محمود؛ حسن، محمد (1981)، نوعية مياه الري بمنطقة فزان. المركز الفرعي للبحوث الزراعية لمنطقة فزان، الإدارة العامة للبحوث والتعليم الزراعي في ليبيا.
- منظمة الصحة العالمية (2008)، دلائل جودة مياه الشرب. الطبعة الثالثة، جينيف، سويسرا.

2- المراجع الاجنبية:

- American Public Health Association, APHA (1999). Standard Methods for Examination of Water and West water. 20th Ed. New York, USA.
- 13- Morrison , M., (1978) Microbiology standards for water. journal food protection , 41, No 4, Pp: 304 - 308.