

تقييم بعض الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية للآبار الجوفية بمدينة مزدة

إسلام جريل^{ID}، خالد عمرو^{ID}

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة غريان، ليبيا

Email: khaled.emhamed@gu.edu.ly

ملخص البحث

أُجريت هذه الدراسة بهدف تقييم بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للآبار الجوفية بمدينة مزدة ومدى ملائمتها للأغراض المنزلية. ولأن المياه الجوفية تعتبر المصدر الأساسي لإمداد المدينة بالمياه، الأمر الذي يستوجب دراسة دورية لتقييم جودتها على أسس علمية مدروسة. حيث شملت الدراسة عدد 5 آبار جوفية موزعة بمناطق مختلفة داخل المدينة. أُجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية للعينات المجمعة من هذه الآبار لتحديد قيمة وتركيز كلا من (العكارة، الاس الهيدروجيني، الاملاح الذائبة الكلية، العسر الكلي، الكالسيوم، الماغنسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، البيكربونات، الكبريتات، الكلوريدات، النترات، النتريت، الحديد، المنجنيز). بينما أُجريت التحاليل البيولوجية للكشف عن وجود البكتيريا القولونية (الاشريكية القولونية) من عدمه. ومن خلال مقارنة النتائج المتحصل عليها مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية، كانت نتائج درجة العكارة لكل عينات الآبار ضمن الحدود المسموح بها، بينما تجاوزت قيم الاملاح الذائبة الكلية والعسر الكلي وايون الكلوريدات لكل الآبار الحد المسموح به. بشكل عام بئر الزاوية كان الاعلى تلوث كيميائيا حيث ارتفعت نسبة التلوث الكيميائي عن الحد المسموح به بمقدار 2.18، 3.7، 0.83، 1.2، 2.2، 0.5 اضعاف لكل من الاملاح الذائبة الكلية، العسر الكلي، ايون الصوديوم، ايون البوتاسيوم، ايون الكلوريدات، وايون الكبريتات على التوالي. كما بينت نتائج بئر الزاوية وجود تلوث في كل التحاليل الكيميائية ماعدا قيم الاس الهيدروجيني التي كانت ضمن الحدود المسموح بها لكل الآبار. نتائج التحليل البيولوجي لكل الآبار لم تظهر اي وجود للبكتيريا القولونية، وبالتالي جميع الآبار تعتبر خالية من اي تلوث ميكروبيولوجي.

الكلمات المفتاحية. جودة المياه، المياه الجوفية، الخصائص الكيميائية، الخصائص البيولوجية، مدينة مزدة.

Abstract

This study was conducted to assess some physical, chemical, and biological characteristics of groundwater wells in Mizda City and to evaluate their suitability for domestic purposes. Since groundwater is the primary source of water supply for the city, periodic assessment is essential to evaluate its quality based on scientifically established criteria. The study included five groundwater wells distributed across different areas of the city. Physical and chemical analyses were conducted on samples collected from these wells to determine the values and concentrations of turbidity, pH, total dissolved solids (TDS), total hardness, calcium, magnesium, sodium, potassium, bicarbonates, sulfates, chlorides, nitrates, nitrites, iron, and manganese. Biological analyses were also performed to detect the presence or absence of coliform bacteria, particularly *Escherichia coli*. By comparing the obtained results with the Libyan standard specifications and World Health Organization (WHO) guidelines, the turbidity values of all well samples were found to be within the permissible limits. However, the values of total dissolved solids, total hardness, and chloride ions exceeded the permissible limits in all wells. Overall, Al-Zawiya Well showed the highest level of chemical contamination, with concentrations exceeding the permissible limits by 2.18, 3.70, 0.83, 1.20, 2.20, and 0.50 times for total dissolved solids, total hardness, sodium, potassium, chloride, and sulfate ions, respectively. The results for Al-Zawiya Well also indicated contamination in all chemical parameters, except for pH, which remained within the permissible limits in all wells. The biological analysis results for all wells showed no presence of coliform bacteria. Therefore, all investigated wells were considered free from microbiological contamination.

Keywords: Water quality, groundwater, chemical characteristics, biological characteristics, Mizda City.

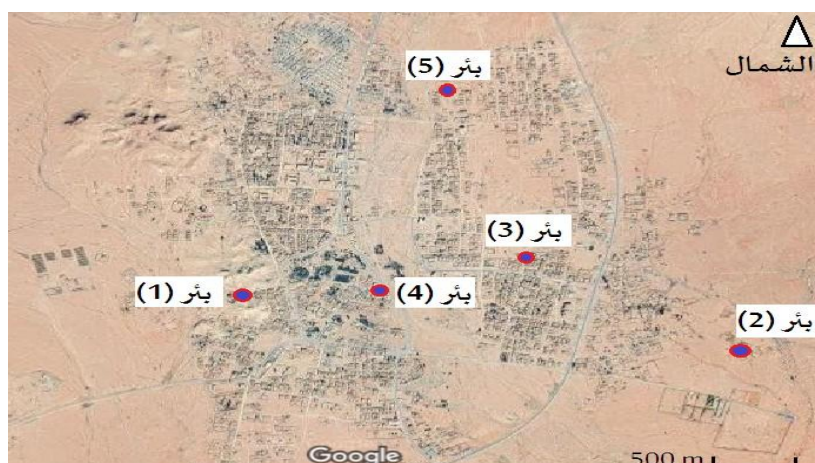
1. المقدمة

الماء هو عنصر أساسي لاستمرار الحياة وصحة الانسان وتطور المجتمعات، وهو شريان الحياة وعمودها الفقري، وتأتي مياه الشرب في مقدمة الاحتياجات الانسانية الاساسية. ولكي تعتبر المياه صالحة للشرب، يجب أن تستوفي معايير تحددها منظمة الصحة العالمية والهيئات الوطنية. وبالرغم من وفرة المياه على كوكب الارض الا ان كمية المياه العذبة تمثل حوالي 3% من إجمالي المياه، ويتواجد اغلب هذه المياه على هيئة كتل جليدية في القطب المتجمد الشمالي والجنوبي [1]. وفي حين أن المياه العذبة المتاحة للاستهلاك لا تتجاوز 1% من إجمالي المياه [2،1]. تعتبر ليبيا من الدول التي تعاني من نذره المياه وذلك بسبب وقوعها ضمن المناطق الجافة والشبه جافة والتي تعاني من شح الأمطار وكذلك الظروف المناخية القاسية التي تساهم في فقد المياه بالتبخر بسبب إرتفاع درجات الحرارة خاصة في فصل الصيف. فأغلب مناطق ليبيا تعتمد بشكل كبير على المياه الجوفية في توفير احتياجاتها المائية المختلفة فهي تشكل حوالي 97% من مواردها المائية المتاحة [3،1]. ويوجد في ليبيا ستة احواض مياه جوفية منها مياه جوفية متجددة كحوض سهل جفارة وحوض الجبل الأخضر، ومنها مياه جوفية غير متجددة مثل حوض مرزق، حوض الكفرة، حوض السرير، وحوض الحمادة الحمراء [4،5]. إن الزيادة المستمرة في النمو السكاني أدى الى زيادة مستمرة في استهلاك المياه وتسبب في تفاوت ملحوظ بين معدلات السحب ومعدلات التغذية، وبالتالي انخفاض في مستوى المياه الجوفية الذي قد ينتج عنه مشاكل بيئية كندهور نوعية المياه الجوفية وتداخل مياه البحر اليها. وبالرغم من اهمية المياه للحياة، نجد إنها تتعرض للتلوث بسبب المخلفات الادمية والحيوانية والصناعية. وتُشير كثير من تقارير منظمة الصحة العالمية انه حوالي 80% من الامراض المنتشرة في ارجاء العالم كانت بسبب تلوث المياه بهذه المخلفات [6،7]. تعتبر مدينة مزدة واحدة من أكبر المدن الليبية في منطقة الجبل الغربي من حيث الكثافة السكانية والتي تبلغ حوالي 25 ألف نسمة (حسب إحصائيات السجل المدني بالمدينة). وهي تقع في الجزء الشمال الغربي من ليبيا عند خط الطول 12.98 شرقا ودائرة عرض 31.44 شمالا، و تبعد حوالي 200 كيلومتر جنوب مدينة طرابلس، وترتفع المدينة على مستوى سطح البحر بمقدار 450 متر تقريبا. تعتمد مدينة مزدة اعتمادا كلياً على المياه الجوفية في تلبية جميع احتياجات سكانها من شرب وزراعة وصناعة وبالإضافة إلى بعض الاحتياجات الأخرى. ويوجد بالمدينة مجموعة من الآبار الجوفية العميقة المنتشرة بالمنطقة والتي يتراوح عمقها من 700 متر الى 750 متر، وآبار سطحية تتراوح أعماقها من 100 متر الى 150 متر. وتعتبر الآبار الجوفية العميقة هي المصدر الاساسي لإمداد المنطقة بالمياه. ونظرا لوجود المياه الجوفية في هذه الآبار على أعماق كبيرة وبالإضافة الى وجود طبقات صخرية ممتدة الى أعماق كبيرة، فحفر آبار إضافية لسد الاحتياجات المائية يعتبر تحدي كبير ومكلف ماديا، لذلك لجأ بعض سكان المنطقة لحفر عدد من الآبار السطحية لسد العجز المائي. ونظرا لاعتماد المدينة على المياه الجوفية والتي تعتبر المصدر الوحيد المتاح لسد الاحتياجات المائية المختلفة ومع زيادة معدل الاستهلاك اليومي للمياه وعدم وجود بنية تحتية متكاملة بالمدينة، الأمر الذي يستوجب إجراء دراسة دورية لتقييم جودة هذه المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام المنزلي على أسس علمية مدروسة. يتناول هذا البحث دراسة تقييم بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للآبار الجوفية بمدينة مزدة ومدى ملائمتها للشرب وفقا لمواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية.

2. المواد وطرق العمل

جمع العينات

جُمعت عينات المياه من عدد خمس ابار واقعة داخل مدينة مزدة كما هو موضح في الشكل 1. الجدول 1 يعرض إسم وعمق ومكان كل بئر داخل المدينة.



الشكل 1: أماكن الآبار الجوفية المستهدفة في منطقة الدراسة.

جدول 1: بيانات عن الآبار المستهدفة في الدراسة.

رقم البئر	إسم البئر	عمق البئر (متر)	موقع البئر
(1)	الفوقية	750	بجانب جبل الكرودون
(2)	سماح الطيار	750	بجانب الصوبات الزراعية
(3)	العقوب الشرقي	750	بجانب الساحة الشعبية
(4)	مسجد الزاوية	120	أمام مسجد الزاوية
(5)	جنان بكار	750	شرق حي العشرين

حيث تم جمع عينات بحجم 9 لتر من كل بئر، وذلك باستخدام عبوات مياه النبع ذات الحجم 1.5 لتر. في بداية مرحلة تجميع العينات، تم تشغيل البئر لمدة زمنية لا تقل عن نصف ساعة وذلك لضمان الحصول على المياه الخام من الخزان الجوفي. وقبل اخذ العينات، تم تعقيم اليدين وأيضاً تعقيم صمام أحد العينات الموجود في منطقة رأس البئر باستخدام كحول طبي بتركيز 75%. تم تفريغ علب مياه النبع الجديدة وملئها بمياه البئر ورجها جيداً وتفرغها تم ملئها ثانياً من مياه البئر وإحكام إغلاقها جيداً. تم حفظ العينات في صندوق بحيث لا تتعرض لدرجات الحرارة العالية واشعة الشمس وللرطوبة. بعد الانتهاء من جمع العينات، تم نقلها الى مختبر الدقة بمنطقة بن عاشور طرابلس في مدة لا تتجاوز 24 ساعة من وقت جمع أول عينة. أُجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للعينات المجمعة من هذه الآبار والمتمثلة في ما يلي:

قياس العكارة

تم قياس العكارة عن طريق جهاز (Nephelometric Turbidity Unit)، حيث تم أولاً معايرة الجهاز وذلك باستخدام ثلاث عينات قياسية بدرجات عكارة مختلفة. وبعد ذلك تم اخذ عينة بحجم 10 مليلتر من مياه البئر باستخدام أنبوب العكارة ووضعها في المكان المخصص لها على الجهاز لقياس درجة العكارة بوحدة NTU. ولكل عينة بئر، كرر قياس العكارة ثلاث مرات وذلك للتأكد من صحة النتائج.

قياس الرقم الهيدروجيني pH

تم قياس الرقم الهيدروجيني لكل العينات باستخدام جهاز pH Meter بعد ان تمت معايرة الجهاز عن طريق عينات قياسية.

قياس الاملاح الذائبة الكلية TDS

تم قياس مجموع الاملاح الذائبة الكلية للعينات باستخدام طريقة الترشيح والتبخير، وذلك بترشيح العينات عبر ورقة ترشيح بحجم 0.45 ميكرون لفصل المواد الذائبة عن المواد العالقة في العينة. تم اخذت المواد الذائبة والمرشحة عبر الورقة والمجمعة في بوتقة ووضعت داخل فرن لتجفيفها عند درجة حرارته 180 درجة مئوية ولمدة ساعة. بعد ذلك تم وزن البوتقة المجففة باستخدام ميزان حساس. وتم حساب كمية الاملاح الذائبة لكل عينة بقسمة الفرق بين وزن البوتقة بعد التجفيف ووزن البوتقة فارغ على حجم العينة.

قياس الموصلية الكهربائية EC

يعتبر الماء المالح موصل جيد للكهرباء وذلك لأنه يحتوي على العديد من الاملاح المتأينة. بينما الماء النقي (الشبه خالي من الاملاح) يعتبر موصل ردي الكهربائي. ويعود سبب ذلك الي نقص النقل الايوني داخل الماء النقي. تم قياس الموصلية الكهربائية لعينات مياه الابار باستخدام جهاز Electrical Conductivity Meter بعد أن تمت معايرته باستخدام عينات قياسية.

قياس العسر الكلي TH

يحدث العسر الكلي نتيجة لاحتواء الماء على مجموعة من الايونات الموجبة متعددة التكافؤ. وتعتبر املاح الكالسيوم والمغنسيوم المسببان الرئيسيان لعسر المياه الكلي. تم قياس العسر الكلي لعينات الابار باستخدام طريقة التسحيح بمحلول EDTA تركيزه 0.01M واستخدام مادة Eriochrome Black T كدليل.

قياس تركيز الكالسيوم Ca^{+2} والمغنسيوم Mg^{+2}

يعتبر ايون الكالسيوم واحد من أكثر العناصر تركيزا الموجودة في الماء، فهو يوجد بكثرة في صخور القشرة الأرضية ويمتاز الكالسيوم بسهولة ذوبانه في الماء. تساعد املاح الكالسيوم في سد حاجة جسم الانسان، ولكنه في المقابل يعتبر أحد مسببات عسر الماء. اما ايون المغنسيوم فهو يتواجد بشكل اقل من ايون الكالسيوم ومصدره الأساسي الصخور البازلتية وبعض المخلفات الصناعية وهو مفيد جداً لعمل بعض أعضاء جسم الانسان، ولكنه مثل ايون الكالسيوم فهو يؤدي الي زيادة عسر الماء. تم قياس تركيز الكالسيوم عن طريق معايرة 10 مليلتر من عينة المياه مع محلول EDTA تركيز 0.02M وباستخدام الكاشف Murexide بينما استخدم الدليل ايركروم الاسود T للكشف عن تركيز المغنسيوم.

قياس تركيز الصوديوم Na^{+} والبوتاسيوم K^{+}

تعد املاح الصوديوم من اهم العناصر في الماء ويسبب الصوديوم المذاق المالح للمياه. مصدره التربة الطينية والمياه عديمة المعالجة وهو ضروري لصحة جسم الانسان بشرط تواجده بنسب مقبولة. اما ايون البوتاسيوم يعتبر من اقل العناصر تواجداً في المياه. ويعتبر البوتاسيوم عنصراً شديداً الذوبان في الماء وهو مفيد جداً للنبات. قدر تركيز كلا من الصوديوم والبوتاسيوم لعينات مياه الابار باستخدام جهاز مطياف اللهب . Flame photometer BWB-UK

قياس تركيز البيكربونات HCO_3^{-} والكلوريدات CL^{-}

قدر تركيز كلا البيكربونات عن طريق معايرة 10 مليلتر من عينة المياه مع حمض الكبريتيك تركيز 0.02M وباستخدام الدليل الميثيل البرتقالي، بينما حدد تركيز الكلوريدات عن طريق معايرة العينة مع محلول نترات الفضة.

قياس تركيز الكبريتات SO_4^{2-}

مصدر الكبريتات في الماء من التربة التي تحصلت عليه من الصخور الطبيعية، وكذلك من تكسر المواد العضوية الكبريتيدية. فزيادة تركيز ايون الكبريتات في الماء الى حد معين يؤدي الى حدوث ضرر لجسم الانسان. تم تقدير تركيز الكبريتات لعينات الابار باستخدام طريقة الوزنية وذلك بإضافة كلوريد الباريوم للعينة حتى يتكون راسب ابيض من كبريتات الباريوم. يتم ترشيح العينة خلال ورقة ترشيح وتوضع الورقة في فرن تسخين وتجفيف الورقة ويتم وزن الرواسب.

قياس تركيز النتريت NO_2^- و النترات NO_3^-

النترات والنتريت هي ايونات متعدد الذرات تحمل شحنة سالبة فهي عديم الطعم والرائحة واللون. معظم النترات والنتريت الموجودة في البيئة من مصادر عضوية وغير عضوية مثل تصريف النفايات والاسمدة. ان النترات والنتريت الممتصة من المياه الجوفية المستخدمة للشرب يمكن ان يكون لها تأثير سلبي على صحة الاطفال اذا زاد تركيزها عن حد معين. قدر تركيز كلا من النترات والنتريت لعينات مياه الابار باستخدام جهاز Palintest 7100.

التحليل البيولوجية

الماء يمكن أن يحتوي على العديد من الانواع والسلالات الفيروسية والبكتيرية والفطرية والطفيلية التي يكون اساسا مصدرها اما مخلفات ادمية او حيوانية. فالكشف عن وجود كل هذه الكائنات يعتبر امر مكلف ماديا ويستغرق وقتا طويلا خصوصا ان المياه تحتاج الى الفحص الميكروبيولوجي بشكل مستمر. لذا يتم اللجوء للكشف عن الكائنات الممرضة الى طريقة غير مباشرة من خلال الكشف على نوع اخر من البكتيريا الذي يدل وجودها في الماء على احتمالية عالية لوجود الكائنات الممرضة. تعرف هذه البكتيريا باسم البكتيريا القولونية (دليل التلوث) E Coliform bacteria. كما ان هذا النوع من البكتيريا تستطيع العيش لفترة اطول خارج مضيقها وتتواجد بتركيز أكثر من الكائنات الممرضة، وبالتالي يصبح الكشف عليها أسهل. تم إجراء التحاليل البيولوجية لفحص كلا من بكتيريا الايشيريشيا E.coli ومجموع البكتيريا القولونية الكلية coliform Total في 100 مليلتر من حجم العينة، وذلك باستخدام طريقة الميديا الجاهزة (TBX) للكشف عن وجود بكتيريا E.coli والميديا (PCA) للكشف عن العدد الكلي للبكتيريا القولونية . Total coliform

3. النتائج والمناقشة

للتأكد من صحة نتائج التحليل الكيميائي للعينات المجمعة من الابار، تم حساب نسبة الخطأ الناتجة من الفرق بين مجموع مكافئات الايونات الموجبة والسالبة. وكانت النسبة المثوية للخطأ ضمن الحد المسموح به وبذلك اعتبرت جميع النتائج مقبولة. الجدول 2 يعرض نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للآبار المستهدفة.

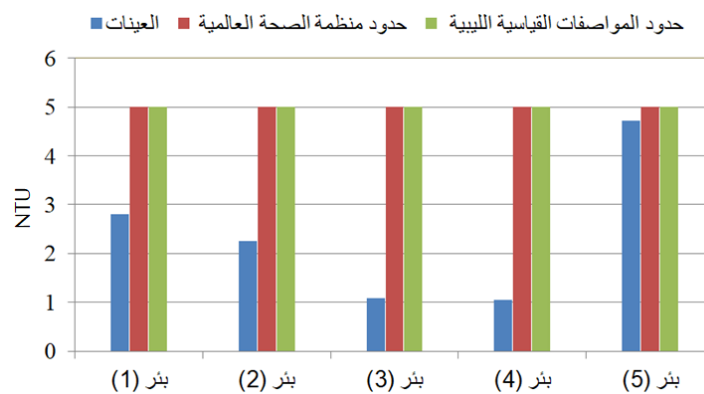
جدول 2: نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للآبار المستهدفة.

رقم البئر	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
اسم البئر	الفوقية	سماح الطيار	العرقوب الشرقي	مسجد الزاوية	جنان بكار
العكارة (NTU)	2.8	2.25	1.1	1.05	4.7
pH	7.1	7.6	7.3	7.5	7.2

					(-)
2050	4880	1940	1920	1958	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
1335	3180	1265	1250	1280	TDS (mg/l)
900	2350	750	741	720	TH (mg/l as CaCO_3)
202	303	184	168	152	Ca^{+2} (mg/l)
100	133	88	83	66	Mg^{+2} (mg/l)
161	366	171	170	171	Na^{+} (mg/l)
22	87	19	18	17	K^{+} (mg/l)
540	600	522	305	411	HCO_3^{-} (mg/l)
420	800	340	300	297	CL^{-} (mg/l)
190	380	190	180	195	SO_4^{-2} (mg/l)
0.21	7	0	0	0	NO_3^{-} (mg/l)
0.013	0.02	0.01	0.01	0.016	NO_2^{-} (mg/l)
Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	E.coli (Cfu\100ml)
Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Total Coliform (Cfu\100ml)

نتائج العكارة

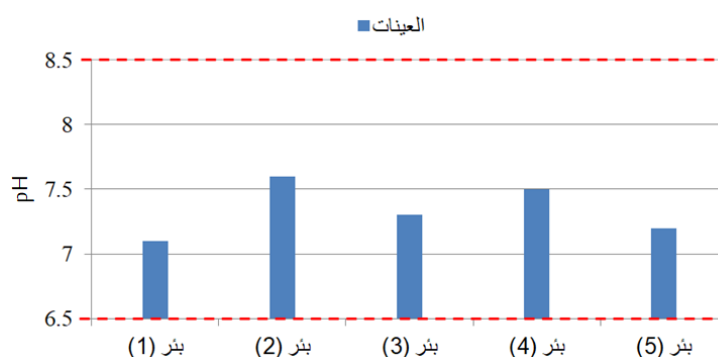
الشكل 2 يعرض قيم العكارة لعينات الابار بوحدة NTU مقارنة بالحد المسموح به للمواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب. يمكن الملاحظة بأن قيم العكارة لعينات كل الابار المستهدفة لم تتجاوز الحد المسموح به.



شكل 2: قيم العكارة لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج الاس الهيدروجيني pH

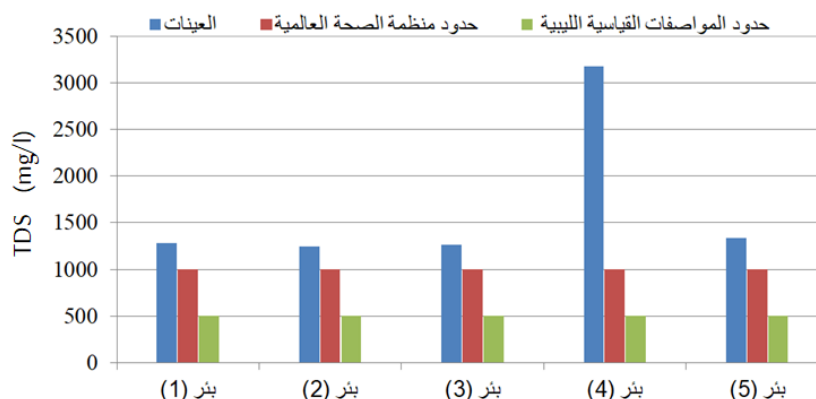
الشكل 3 يبين نتائج الاس الهيدروجيني لعينات الآبار حيث تراوحت القيم ما بين 7.0 – 7.6، وهي تعتبر ضمن الحدود الموصى بها من قبل مواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب والذي يجب أن تتراوح قيمته ما بين 6.5 – 8.5.



شكل 3: قيم الاس الهيدروجيني لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج مجموع الاملاح الذائبة TDS

من خلال النتائج الموضحة في الشكل 4 نلاحظ أن قيم مجموع الاملاح الذائبة الكلية لعينات كل الآبار تجاوزت الحدود المسموح بها لمواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب. حيث كانت قيم TDS لعينات الآبار رقم 1، 2، 3، و 5 في المدى 1280 – 1340 ملجم/لتر، بينما تسجل عينة البئر رقم 4 أعلى تركيز املاح ذائبة حيث ارتفعت قيمة تركيز املاحها بنسبة 145% مقارنة بقيم باقي الآبار.



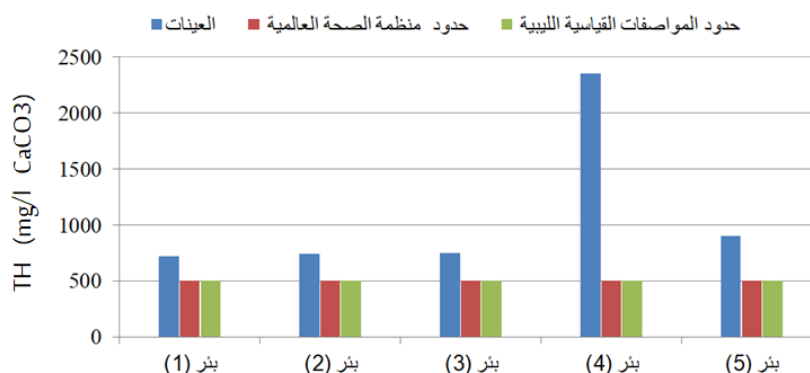
شكل 4: قيم مجموع الاملاح الذائبة TDS لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج الموصلية الكهربائية EC

عادة يستخدم التوصيل الكهربائي EC للتدقيق على نتائج تركيز الاملاح الذائبة الكلية التي تم قياسها بطريقة الترشيح والتبخير. فقد تراوحت قيم الموصلية الكهربائية المقاسة لعينات الابار رقم 3,2,1 و 5 بين 1920 – 2050 $\mu\text{S/cm}$. بينما تجاوزت قيمتها 4800 $\mu\text{S/cm}$ لعينة البئر رقم 4.

نتائج العسر الكلي TH

الشكل 5 يبين أن نتائج العسر الكلي لعينات كل الابار قد تجاوزت الحد المسموح به، حيث تراوحت قيمتها ما بين 700 – 900 ملجم/لتر ماعدا البئر رقم 4 فقد تجاوزت قيمة العسر الكلي 2300 ملجم/لتر اي ما يقارب ثلاث اضعاف قيمة العسر الكلي لباقي الابار. وبالتالي تصنف مياه جميع الابار على إنها مياه عسرة جدا حسب تصنيف منظمة الصحة العالمية.



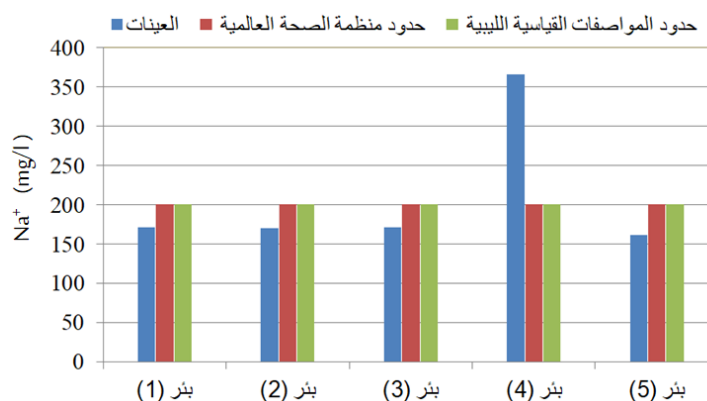
شكل 5: قيم العسر الكلي TH لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2}

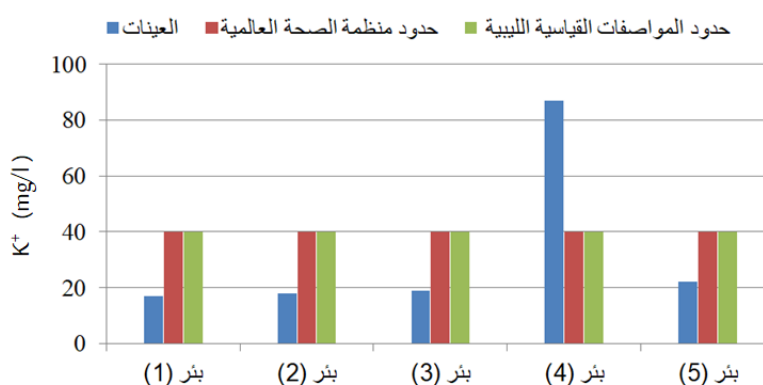
فقد بلغت قيم تركيز ايون الكالسيوم 152، 168، 184، 303 و 202 ملجم/لتر للبئر رقم 1، 2، 3، 4 و 5 على التوالي. بينما بلغت قيم تركيز ايون المغنيسيوم 66، 83، 88، 133 و 100 ملجم/لتر للبئر رقم 1، 2، 3، 4 و 5 على التوالي. ويلاحظ أن اعلى تركيز للكالسيوم والمغنيسيوم سجل لعينة البئر رقم 4 والذي بين وجود ارتفاع في قيمة العسر الكلي.

نتائج الصوديوم Na^{+} والبوتاسيوم K^{+}

ومن خلال قيم تركيز كلا من ايون الصوديوم والبوتاسيوم لعينات الابار والموضحة في الشكل 6 والشكل 7، يلاحظ ان جميع قيم الابار واقعة ضمن الحدود المسموح بها، ماعدا قيم البئر رقم 4 فتجاوز التركيز الحدود المسموح بها بنسبة 75% و 100% لكل من ايون الصوديوم وايون البوتاسيوم على التوالي.



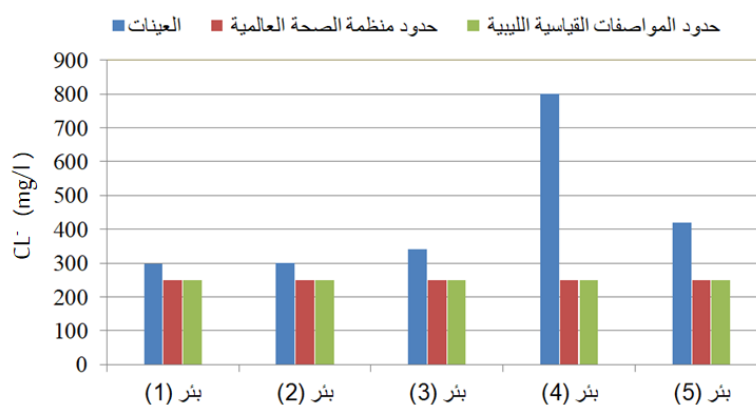
شكل 6: تركيز ايون الصوديوم Na^+ لعينات الآبار المستهدفة.



شكل 7: تركيز ايون البوتاسيوم K^+ لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج البيكربونات HCO_3^- والكلوريدات CL^-

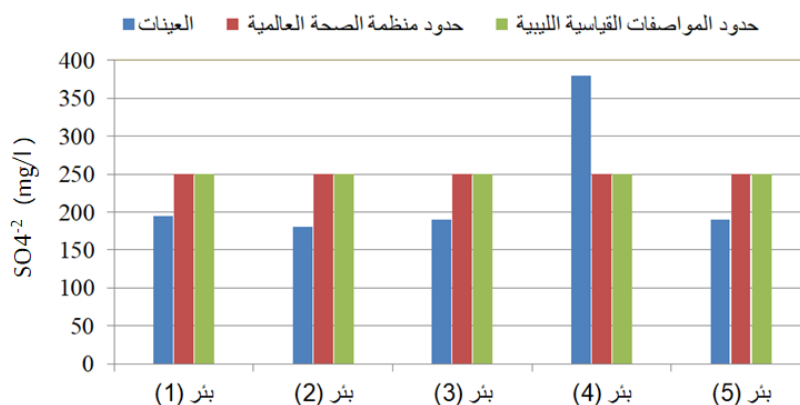
ومن خلال نتائج الفحص عن تركيز ايون البيكربونات في عينات الابار المستهدفة، فقد بلغت القيم 411، 305، 522، 600 و 540 ملجم/لتر للبئر رقم 1، 2، 3، 4 و 5 على التوالي. في حين ان نتائج تركيز ايون الكلوريدات الموضحة في الشكل 8 تبين أن كل الابار تجاوزت الحدود المسموح بها. ويسجل البئر رقم 4 اعلى تركيز حيث ارتفعت قيمة التركيز بنسبة 130% مقارنة بقيم باقي الابار.



شكل 8: تركيز ايون الكلوريدات CL^- لعينات الآبار المستهدفة.

نتائج الكبريتات SO_4^{2-}

الشكل 9 يعرض نتائج الفحص على تركيز ايون الكبريتات لعينات الابار المستهدفة. نجد ان تركيز الكبريتات في عينة البئر رقم 4 فقط تجاوزت الحدود المسموح بها بنسبة اكثر من 50%.



شكل 9: تركيز ايون الكبريتات SO_4^{2-} لعينات للآبار المستهدفة.

نتائج النتريت NO_2^- و النترات NO_3^-

وفقا لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية يجب ان لا يزيد تركيز النترات والنتريت عن 50 ملجم/لتر و 3 ملجم/لتر على التوالي. ونتائج فحص عينات مياه الابار المستهدفة بينت شبه انعدام وجود تركيز لأيون النترات والنتريت، ماعدا البئر رقم 4 الذي بين وجود ايون النترات فقط بتركيز لا يتعدى 7 ملجم/لتر.

نتائج التحاليل البيولوجية

بعد اجراء التحليل البيولوجي للعينات، تبين خلو جميع مياه الابار من الخلايا البكتيرية E.Coli و Total Coliform واعتبرت انها خالية من أي تلوث ميكروبيولوجي.

4. الخلاصة

أجري الباحث هذه الدراسة بهدف تقييم جودة مياه الابار بمدينة مزدة ومدى صلاحية استعمالها للشرب، وذلك من خلال عمل بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. نتائج هذه الدراسة تبين ان مياه الابار الجوفية الموجودة داخل المدينة تعتبر غير صالحة للشرب، حيث يمكن تلخيص النتائج في ما يلي.

- تراوحت قيمة الرقم الهيدروجيني في جميع الابار المستهدفة ما بين (7.1 – 7.6)، وهي تقع تقريبا ضمن الوسط المتعادل.
- بشكل عام، البئر رقم 4 (بئر الزاوية)، يسجل اعلي تركيز للعناصر الكيميائية المختلفة. بينما كانت قيم تركيز العناصر الكيميائية المختلفة متقاربة في عينات باقي الابار.
- ارتفاع تركيز الاملاح الذائبة الكلية في جميع عينات الابار المستهدفة، حيث تجاوزت الحد المسموح به والمحددة في المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية.
- تسجل جميع عينات الابار المستهدفة ارتفاع كبير في العسر الكلي، حيث تجاوزت القيمة 700 ملجم/لتر من تركيز كربونات الكالسيوم، وبالتالي جميع مياه الابار تعتبر مياه عسرة جدا.

- اعلي تركيز للأيونات الموجبة (صوديوم وبوتاسيوم) سجلت في البئر رقم 4، ومؤشرات تتجاوز 100% عن الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية.
- في جميع عينات الابار، تركيز ايون الكلوريدات تجاوز الحد المسموح به حيث سجلت اعلى قيمة في عينة البئر رقم 4 وبلغت القيمة 800 ملليجرام/لتر.
- اعلي تركيز لأيون الكبريتات سجلت في البئر رقم 4، حيث تجاوزت القيمة 350 ملليجرام/لتر وهي قيمة تفوق 50% الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية.
- تبين نتائج جميع عينات الابار المستهدفة انخفاض كبير في تركيز كلا من النتريت والنتريت مقارنة بالمواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية.
- نتائج التحليل البيولوجي والخاص بتحليل البكتيريا القولونية، تبين خلو جميع عينات الابار من أي تلوث ميكروبيولوجي.

5. التوصيات

- استمرارية وتكرار عمل التحاليل على عينات المياه يعتبر شرط اساسي للحكم على صلاحيتها.
- تفعيل مهام المختبرات المحلية (بالمدينة) ودعمها بالأجهزة والمعدات والتقنيات المتطورة اللازمة للكشف الدوري وتأسيس منظومة بيانات مركزية للمياه.
- توسيع حملات التوعية بحق استخدام المياه الصالحة للشرب وبيان المخاطر المصاحبة لاستخدام المياه الملوثة كيميائيا وبيولوجيا.
- ضرورة استخدام انظمة لمعالجة وتحلية مياه الابار وذلك لضمان عدم تجاوز كل الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية.

6. المراجع

1. البنك الدولي، ((2017)، ما بعد ندرة المياه: الامن المائي في الشرق الاوسط وشمال افريقيا، واشنطن.
2. محمد أحمد خليل، ((2005)، المياه الجوفية و الآبار دار الكتب العالمية للنشر و التوزيع ، القاهرة الطبعة الثانية
3. الباروني، سليمان صالح، ((1997)، تأثير الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في ليبيا، العددان 36 - 37 ، مجلة الهندسي.
4. حميدان ربحا، ((2017)، سياسات ادارة الموارد المائية في ليبيا الواقع والتحديات والاستراتيجيات المستقبلية. المنظمة الليبية للسياسات والاستراتيجيات.
5. الهيئة العامة للمياه، ((2006)، تقييم الوضع المائي بليبيا.
6. عبد السلام إبراهيم رفيدة، ((2012)، الماء خصائص و مواصفات و تلوث، دار الكتب الوطنية بنغازي ، الطبعة الاولى .
7. الشبة عظيمة، ((2017)، تقييم جودة مياه لبعض محطات تحلية ماء البحر بالمنطقة الغربية، بحث مقدم لنيل درجة الاجازة العليا (الماجستير)، الاكاديمية الليبية.
8. إبراهيم سعد هلال الشامي، ((2005)، الطرق المعتمدة في تحاليل المياه و مياه الصرف.
9. المواصفات القياسية الليبية رقم (82) الخاصة بمياه الشرب ، المركز الوطني للمواصفات و المعايير القياسية.
10. Ahuja S. Handbook of water quality and purity. Amsterdam: Academic Press; 2009. 496 p. ISBN: 978-0-12-374192-9.