دراسة جودة المياه الجوفية و مدي ملاءمتها للشرب من الناحية الكيميائية بمدينة العجيلات

أ ـ مروان المبروك الأربش ـ كلية العلوم / العجيلات ـ جامعة الزاوية

- **الملخص :**

تضمن البحث دراسة مياه الآبار الجوفية بمدينة العجيلات ومعرفة مدى ملاءمتها للشرب من ناحية تركيز العناصر الكيميائية حيث تم إجراء التحاليل , وأخذ العينات من 7 آبار موزعة على مدينة العجيلات وقيست الخصائص الكيميائية والمتضمنة (الملوحة الكلية - التوصيل الكهربائي - تركيز أيون الهيدروجين - الكربونات - الكبريتات - الكلور - الكالسيوم - الماغنسيوم - عسرة المياه) حيث أظهرت الدراسة أن تركيز جميع العينات من ناحية تركيز أيون الهيدروجين و تركيز البيكربونات في نطاق الحدود المسموح بها وجميعها صالحة للشرب أما من ناحية درجة الملوحة الكلية والتوصيل الكهربائي ومن ناحية عسرة المياه وتركيز الكبريتات والكلور جميعها غير صالحة للشرب وبالنسبة لتركيز الكالسيوم فقد كانت العينة رقم 5 و7 في نطاق المياه العذبة أما باقي العينات غير صالحة للشرب وبالنسبة لتركيز عنصر الماغنسيوم في المياه فإن العينة رقم 1 و5 صالحة للشرب أما باقي العينات فليست في النطاق المسموح وغير صالحة للشرب .ومن خلال ما سبق فإن المياه بشكل عام غير صالحة للشرب من الناحية الكيميائية .

- **المقدمة :**

المياه الجوفية هي المياه التي تجمعت في خزانات من صخور غير مسامية في باطن الارض بأعماق مختلفة حيث تمثل هذه المياه الجزء الاكبر من المياه المستعملة في الشرب وفي الزراعة والصناعة (1) ، تعتبر المياه الجوفية بصورة عامة مياها نقية خاليةً من التلوث والبكتيريا الضارة لكنها قد تتعرض للتلوث نتيجة بعض العوامل الخارجية حيث تعددت مفاهيم التلوث المائي فيعرف على أنه تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه بطريقة مباشرة أوغير مباشرة حيث يؤثر سلبيا على الكائنات الحية أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة ويأخذ التلوث المائي أشكالا مختلفة منها مثلا وجود عيوب في تصاميم أبار المياه وعدم الاهتمام بعزل الآبار المهجورة وكذلك استعمال طرق غير صحيحة للتخلص من القاذورات والمياه المبتذلة المكونة للفضلات والنواتج الصناعية والزراعية والحيوانية وكذلك وجود الآبار بالقرب من البالوعات والفيضانات وكل أشكال هذه الملوثات تسبب في تدهور الصحة العامة لمستخدمي مياه الآبار عن طريق التسمم وانتشار الأمراض والأوبئة المختلفة وتتعرض الطبقات السطحية

الحاملة للمياه للتلوث بدرجة كبيرة وكلما كان مستوى الماء في تلك الطبقات قريباً من سطح الأرض كلما ازدادت قابليتها للتلوث (2) .

لذلك تحتاج المياه وخاصة المستخدمة للأغراض البشرية للمراقبة والتحاليل المستمرة لرصد أي تغيرات أومؤشرات يمكن ملاحظتها في مواصفات المياه من أجل أخذ التدابير اللازمة للمحافظة عليها ، وتزايد الاهتمام العالمي وبالأخص في منتصف واواخر القرن التاسع عشر بموضوع جودة المياه الجوفية حيث أنفقت الدول المتقدمة أموالا طائلة لإجراء البحوث وعقد المؤتمرات التي تركزت في دراسة تأثير العناصر الكيميائية الذائبة في المياه الطبيعية على صحة الإنسان ،وقد استنتج من هذه الدراسات والمؤتمرات مجموعة من المعايير التي يمكن استخدامها والرجوع إليها كحد أدنى لحماية الإنسان من المخاطر المحتملة نتيجة استخدام هذه المياه للأغراض البشرية ، حيث أخذ هذا الموضوع بعدا عالميا بحيث تولت هيئة الأمم المتحدة مسؤولية جمع وتصنيف وتبويب نتائج البحوث من مختلف دول العالم وأوكلت هذه المهمة إلى منظمة الصحة العالمية والتي أصدرت أول دليل إرشادي يهتم بالمعايير القياسية لمياه الشرب سنة 1971 . ونظرا لتفاوت دول العالم من حيث مستوى التقدم الحضاري كانت هذه المعايير على شكل توصيات غير ملزمة بحيث يمكن لأي دولة أن تختار لنفسها معايير خاصة تتناسب مع ظروفها إلى جانب المعايير الصادرة عن منظمة الصحة العالمية WHO (3).

مشكلة البحث :

يختص البحث بدراسة المياه الجوفية ، ومدى صلاحية استهلاكها البشري من ناحية الشرب بمدينة العجيلات حيث توجد بعض المشاكل التى أدت لاختيار الموضوع و منها وجود ترسبات ملحية بمنطقة الدراسة و حدوث عملية تآكل بالمواسير و زيادة ملوحة المياه وتغير طعمها. ولهذا من الضروري دراسة وتقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة الدراسة من الناحية الكيميائية ، ومعرفة مدى صلاحية المياه للشرب بالمنطقة عن طريق مقارنتها بالمواصفات القياسية الليبية وتقديم الحلول والمقترحات للحد من هذه المشكلة .

- **أهمية البحث :**

بعكس الأعتقاد السائد منذ مدة طويلة بأن الآبار هي المصدر الوحيد للمياه النقية والتي لا يمكن تلويث مياهها . إلا وأنه في السنوات الأخيرة دلت العديد من الشواهد على تعرض هذه الآبار للتلوث البيولوجي والكيميائي نتيجة للتاثير الترشيحي للتربة على المياه المترسبة والتي تحمل العديد من الشوائب مثل المبيدات الحشرية والكيماوية ، وعلى الرغم من قلة النفاذية في بعض الترب التي تعمل على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب إلا أن العديد من الشوائب قد وجدت طريقها إلى طبقة المياه الحاملة في باطن الارض وتعتبرهذه المعلومات في غاية الخطورة . إذ تشير الدلائل إلى تعرض المخزون الكبير للأرض من المياه العذبة إلى التلوث من مصادر عديدة مثل الأنشطة الزراعية وذلك عن طريق الإستغلال

المفرط للمياه وسوء استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية مما يسبب زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات في المياه الجوفية . وكذلك دخول مياه المجاري والنفايات الصناعية تعتبر أيضا مصدر واضح ورئيسي لتدهور نوعية المياه الجوفية وتلويثها .

- **تساؤلات البحث :**

1- ما هي نسبة تركيز بعض العناصر الكيميائية بالمياه الجوفية بمدينة العجيلات .
2- هل نسبة هذه العناصر الكيميائية ضمن الحدود المسموح بها في مياه الشرب .
3- ما مدى صلاحية المياه الجوفية بعينات الدراسة للشرب عند مقارنتها بالمواصفات القياسية الليبية والعالمية .

- **أهداف البحث :**

يهدف البحث إلى : تقدير تركيز بعض العناصر الكيميائية في المياه الجوفية ، وتحديد مدى صلاحية المياه للشرب في مدينة العجيلات عن طريق مقارنتها بالمواصفات القياسية الليبية والدولية للمياه الصالحة للشرب .

- **الدراسات السابقة :**

تعتبر المياه الجوفية من الموارد الطبيعية المهمة والتي يجب إدارتها وفق معطيات الإدارة البيئية داخل نظام بيئي متكامل ومن هذا المنطلق فقد قامت العديد من الدول بالمحافظة على ثرواتها المائية وذلك بتنمية المصادر الموجودة والبحث عن مصادر جديدة وذلك بتشجيع الدراسات والبحوث المهتمة بدراسة كمية ونوعية مياهها وتنظيم طرق استغلالها ، وليبيا حالها حال العديد من الدول العربية التي تشهد مراحل من التنمية الاقتصادية والاجتماعية المختلفة تحت ظروف الندرة المائية ، مما يسبب استنزافا حادا ومتزايدا للموارد المائية الجوفية وغير المتجددة في معظمها وكذلك الاختلال المزمن في التوازن بين الطلب على المياه والمتاح منها للاستثمار وأيضا التدني في كفاءة الاستخدام والتوزيع وتدهور النوعية حيث أقيمت العديد من الندوات والدراسات والبحوث العلمية لوضع التدابير اللازمة لحل هذه المشاكل ومن هذه الدراسات :

- دراسة حسين علي خضير، وأخرون (2013 م) . أجريت هذه الدراسة بمنطقة العجيلات حول تحديد بعض مصادر تلوث المياه الجوفية ، وبينت هذه الدراسة أن هناك إحتمالية لتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية في مركز مدينة العجيلات وسببه الإستهلاك غير المقنن للمياه الأمر الذي لوحظ من خلال زيادة تركيز أيونات الكلوريد والصوديوم والماغنسيوم .(4)
- دراسة ريما حميدان (2017 م). أجريت هذه الدراسة حول سياسات إدارة الموارد المائية في ليبيا الواقع والتحديات والإستراتيجات المستقبلية ، وبينت هذه الدراسة أن السحب على المياه من الأحواض

غير المتجددة يؤدي إلى هبوط منسوب المياه الجوفية الأمر الذي يتطلب معالجة مختلفة نتيجة زيادة السحب وتغير خصائص المياه في الطبقات العميقة من زيادة في نسب المواد المعدنية وتغير درجة الحموضة ونقص الأكسجين مما يؤثر على جودة مياه الشرب . وأوضحت كذلك أن الهبوط في منسوب المياه الجوفية يتراوح ما بين 2.5 متر في المناطق ذات الاستغلال الكثيف للمياه من سهل الجفارة و1.5 إلى 0.5 متر في أحواض الكفرة الغنية بالمياه العذبة . (5) .

- دراسة الراجحي و الباروني (1997 م) أجريت هذه الدراسة حول الإمكانيات المائية بالجزء الشمالي الغربي من سهل الجفارة ، إلى مدينة العجيلات ، ووجدت أن هناك 11 بئر بمدينة العجيلات يتراوح عمقها 80 – 90 متراً ، ويتم ضخ المياه منها إلى شبكة المياه ، ولا توجد عنها أي معلومات ومع ذلك استمر حفر الآبار بنفس الطريقة مما زاد من عمق المشكلة (6) .
- دراسة للهيئة العامة للمياه (2002م) أجريت هذه الدراسة بمنطقة شمال غرب ليبيا حول تداخل مياه البحر ، و تعرضت هذه الدراسة إلى تداخل مياه البحر في مدينة العجيلات ، وشملت 9 آبار في شمال العجيلات وجنوبها وتتراوح نسبة الأملاح فيها ما بين 1577 – 11629 جزء من المليون ، وتأثير الآبار بالجزء الشمالي بتداخل مياه البحر مع احتمالية امتداد التداخل إلى جنوب العجيلات بمسافة 3 كم ، ويمكن معالجة التداخل عن طريق التغذية الصناعية (وكذلك عن طريق حقن المياه المعالجة في آبار خاصة لهذا الغرض) وأوصت هذه الدراسة بضرورة دراسة تغير مياه الآبار مع العمق من خلال شبكة المراقبة لغرض تحديد أماكن زحف المياه المالحة (7).
- **الجانب العملي للدراسة :**

المواد وطريقة العمل :

تقع منطقة العجيلات غرب مدينة طرابلس بنحو 80 كم، , وتم خلال الدارسة إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه 7 آبار من الآبار الجوفية ، وتستعمل هذه الآبار من قبل المواطنين للأغراض المنزلية والري وقد إشتملت التحاليل على قياس الرقم الهيدروجيني PH و العسر الكلي للمياه , الموصلية الكهربائية ,الأملاح الذائبة الكلية وكذلك البيكربونات, الكبريتات , الكلور و الكالسيوم والماغنسيوم .

وتم سحب المياه من أعماق مختلفة حيث تتراوح الأعماق من (55 – 85) متر جدول (1) يوضح موقع وعمق الآبار التي تم دراستها . و تم أخذ العينات **(Sampling)** في قنينة من البلاستيك سعر لتر ونصف ومغسولة أكثر من مرة بالماء المقطر.

جدول (1) : يوضح توزيع الآبار التي تم دراستها بمدينة العجيلات حسب العمق .

ت	اسم البئر	المركز التابع له	عمق البئر
1	بئر رأس يوسف (أ)	العجيلات	55
2	بئر الحي الصناعي	العجيلات	80
3	بئر الولي أبوعجيلة (أ)	العجيلات	80
4	بئر المطمر	الجديدة	80
5	بئر سانية صلاح	الجديدة	70
6	بئر ظهرة إبن خالد الغابة (ب)	الجديدة	80
7	بئر محطة الجديدة الرئسية (أ)	الجديدة	80

المصدر : اعداد الباحث استنادا إلى وزارة الموارد المائية

قيست كمية الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) , و درجة التوصيل الكهربائي (EC) حيث تم القياس مباشرة بعد جمع العينات باستخدام جهازConductivity meter, كما قيست درجة التفاعل (PH) مباشرة بعد جمع العينات وذلك باستخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني (PH meter) , وقيست البيكربونات (HCO_3) بالمعايرة باستخدام حمض الكبريتيك المخفف معلوم العيارية في وجود دليل ميثايل أورنج , وقيست الكبريتات(SO_4) باستخدام جهاز Vis Spectrophotometer 6300 , وقيست الكلوريدات (CL) بالمعايرة مع محلول قياسي من نترات الفضة في وجود دليل كرومات البوتاسيوم , و قيست العسرة الكلية (T.H) والكالسيوم (Ca^{++}) والماغنسيوم (Mg^{+}) وذلك بالمعايرة بمحلول EDTA جميعهم حسب الطريقة المذكورة **(8)** Standard Methods .

لدراسة مدى صلاحية المياه للشرب فقد تم مقارنة نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه بالمعايير العالمية وكذلك المعايير الليبية لمياه الشرب كما في جدول (2).

جدول (2) : يوضح معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير الليبية لمياه الشرب

المادة	المواصفات القياسية الليبية رقم (82) لسنة 1992 بالمليجرام / لتر	المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية بالمليجرام / لتر
المواد الصلبة الذائبة	**1000 - 500**	**1000**
درجة التفاعل	**8.5 – 6.5**	**6.5 – 5.5**
درجة التوصيل الكهربائي	**1400**	**-**

الكالسيوم	**200 – 75**	**200**
الماغنسيوم	**150 - 30**	**150**
العسر الكلي	**100**	**400**
البيكربونات	**350 - 125**	**350**
الكبريتات	**400 - 200**	**250**
الكلوريد	**250 - 200**	**250**

المصدر : اعداد الباحث استنادا إلى منظمة الصحة العالمية .

- **النتائج و المناقشة**

تم تحليل العينات التي تم جمعها من 7 آبار جوفية بالمنطقة كيميائيا وحساب تركيزات العناصر الكيميائية , بالإضافة إلى درجة التفاعل ودرجة التوصيل الكهربائي والأملاح الذائبة والعسر الكلي ، و كانت نتائج التحليل الكيميائي لجمع العينات كما يوضحها جدول (3) . و تم مقارنة نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه بالمعايير العالمية وكذلك المعايير الليبية لمياه الشرب لدراسة مدى صلاحية المياه للشرب جدول (2) .

جدول –3 : يبين نتائج التحليل الكيميائي لجمع العينات بمنطقة الدراسة

رقم العينة	TDS الاملاح الذائبة (mg/L)	EC الموصلية الكهربائية	PH	HCO_3 بيكربونات (mg/L)	SO_4 (Mg/L) الكبريتات	CL (mg/L) الكلوريد	Ca^{++} (mg/L) الكالسيوم	mg^{++} (mg/L) الماغنسيوم	TH العسر الكلي
1	**2800**	**3837**	**7.6**	**112.27**	**960**	**639**	**348.3**	**136**	**1330**
2	**2700**	**3306**	**7.6**	**102.24**	**880**	**603.5**	**347.9**	**153.2**	**1400**
3	**2300**	**4300**	**7.18**	**100.24**	**1400**	**887.5**	**328.3**	**213.7**	**1700**
4	**2200**	**3030**	**7.48**	**108.26**	**840**	**674.5**	**280.3**	**189.4**	**1480**
5	**1870**	**2630**	**7.4**	**134.32**	**960**	**461**	**176.2**	**110.7**	**700**
6	**2968**	**4190**	**7.28**	**92.22**	**1280**	**958**	**492.5**	**448**	**3240**
7	**2970**	**4214**	**7.4**	**98.24**	**1320**	**994**	**112.1**	**337.5**	**1670**

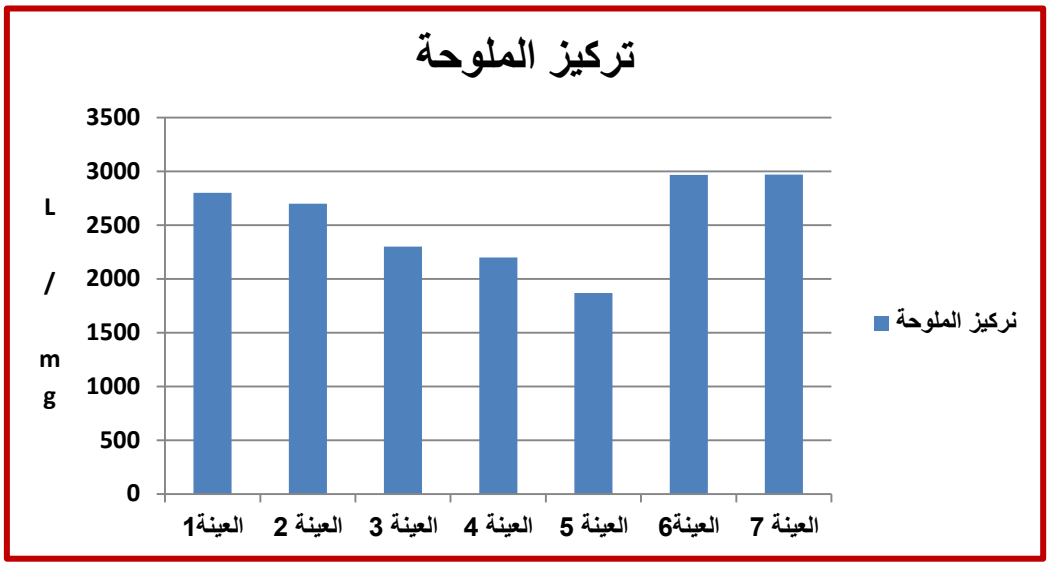
1- مدى صلاحية المياه للشرب من حيث درجة الملوحة الكلية

يعتبر التركيز الكلي للأملاح الذائبة في المياه مؤشرا مهما لمدى ملاءمة هذه المياه لغرض أو لآخر من الأغراض و الاستخدامات المختلفة حيث إنه كلما زادت نسبة الأملاح الذائبة كلما كانت

استخدامات هذه المياه محدودة فإذا كانت المياه تحتوي على أقل من 500 مليجرام في اللتر فإنها تعتبر صالحة للشرب ولكثير من الأغراض المنزلية والزراعية والصناعية أما إذا كان تركيز الأملاح أكثر من 1000 مليجرام في اللتر ،فتكون هذه المياه عادة ذات طعم غير مقبول وتكون هذه المياه غير صالحة وتسبب العديد من المشاكل منها تآكل المواسير الحديدية وأمراض الكلى وسد المسامات **(3)** .

حيث اتضح من خلال النتائج أن درجة الملوحة في العينات تتراوح ما بين 1870 - 2970 مليجرام في اللتر ، وبمقارنة هذه النتائج مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية يتضح أن جميع العينات غير مقبولة للشرب من ناحية الملوحة الكلية.

شكل (1) يوضح توزيع تركيز الملوحة بالعينات

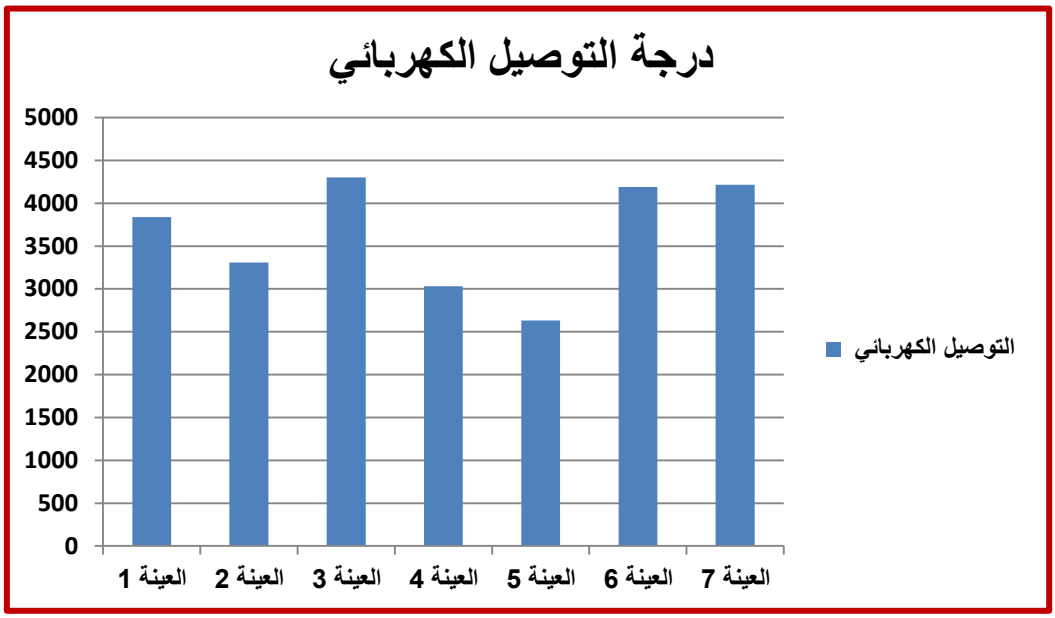


2 – تقييم صلاحية المياه للشرب من حيث معامل التوصيل الكهربائي :

يتضح من نتائج جدول (3) أن قيم التوصيل الكهربائي للآبار المدروسة في المنطقة تتراوح مابين (4300 –2630µs/ cm) , واتضح من خلال مقارنة هذه النتائج مع الموصفات الليبية التي بلغت 800µs/ cm , وقياسات منظمة الصحة العالمية التي تقدر بـ (1400µs/ cm) , بأنها تجاوزت الحدود المسموح بها في الموصفات الليبية , وقياسات منظمة الصحة العالمية , وبهذا يتضح بأن جميع العينات غير صالحة للشرب.

ويدل ذلك على زيادة تركيز الأملاح الذائبة في مياه هذه الآبار و أن هذه المياه غير صالحة للشرب , وهذه الزيادة ربما ترجع إلى كمية المياه التي تم سحبها وزيادة التداخل مع مياه البحر , وكذلك إلى التركيبة الجيولوجية واختلاف مصادر التغذية **(2).**

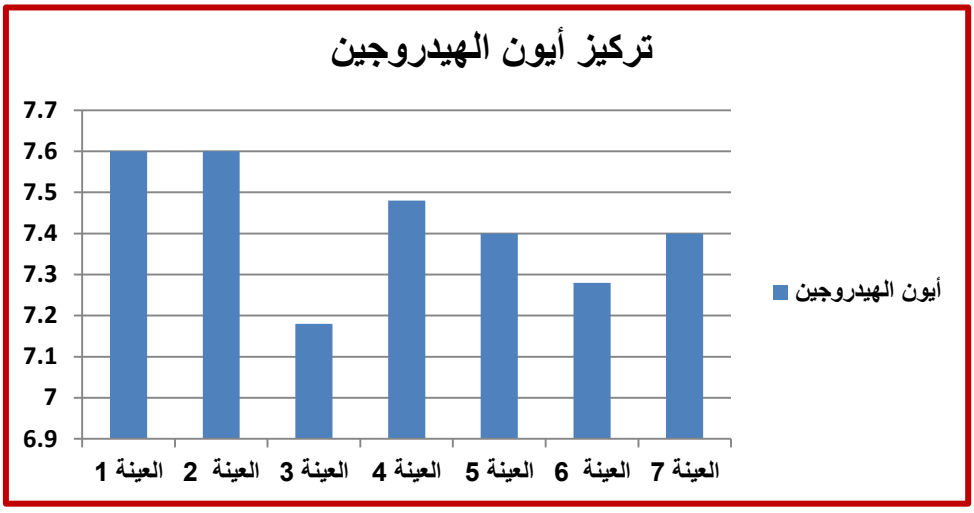
شكل (2) يوضح توزيع درجات التوصيل الكهربائي للعينات بمنطقة الدراسة



3 ـ مدى صلاحية المياه للشرب من حيث درجة التفاعل PH :

وأوضحت نتائج قياس الأس الهيدروجيني (PH) المبينة في جدول (2) للآبار في مدينة العجيلات هي ضمن المدى المسموح به يتراوح ما بين (7.18إلى 7.6).وهذه النسبة تشير إلى أن الماء ذو صفة قاعدية ضعيفة ، وتعتبر درجة التفاعل عاملا مهماً في تقييم المياه حيث انخفاض هذا الرقم يؤدي إلى مشاكل في التآكل كما يؤدي ارتفاعه إلى مشاكل منها الترسبات **(3)** ولقد اتضح أن درجة التفاعل في عينات الدراسة تتراوح ما بين 7.18 كما في العينة رقم (3) إلى 7.6 كما في العينة رقم (1،2) وكان قيمة متوسط درجة التفاعل هي 7.42 شكل (3) وبمقارنتها بالمواصفات الليبية تعتبر جميع العينات مطابقة وملائمة للشرب من حيث التركيز(6.5 – 8.5) . وبمقارنتها بمواصفات منظمة الصحة العالمية (5.5-6.5) تعتبر جميع العينات غير مطابقة للمواصفات وغير ملائمة للشرب من حيث التركيز.

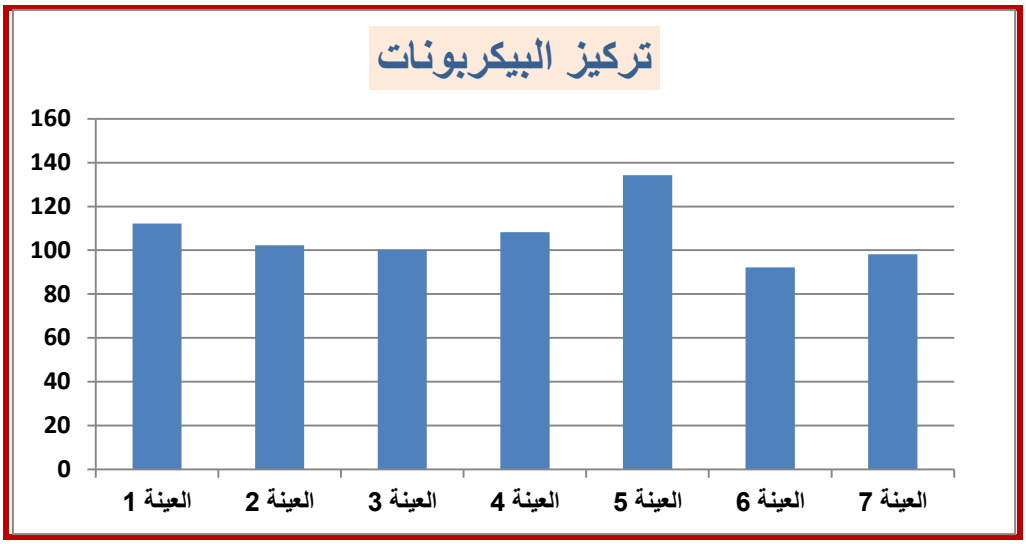
شكل (3) يوضح تركيز أيون الهيدروجين في عينات الدراسة



4– البيكربونات

يتواجد أيون البيكربونات في المياه إما نتيجة لتأين حامض الكربونيك أولتحول الكربونات إلى البيكربونات باتحاد ضعيف مع جزء من ثاني أكسيد الكربون المذاب .وتعتبرالبيكربونات هي المكون القلوي لمعظم مصادر المياه وتوجد عادة بتركيز يتراوح من 5 – 500 مليجرام في اللتر في صورة بيكربونات الكالسيوم **(9)** , حيث إن الحدود المسموح بها لتركيز البيكربونات هي 75 – 200 مليجرام في اللتر حسب المعايير القياسية الليبية والعالمية وعليه فإن جميع العينات صالحة للشرب , حيث تراوحت تركيزات البيكربونات ما بين 92 مليجرام في اللتر كما في العينة رقم (6) ، و112.7 مليجرام في اللتر في العينة رقم (1) ، والشكل التالي يوضح توزيع تركيز البيكربونات في عينات الدراسة .

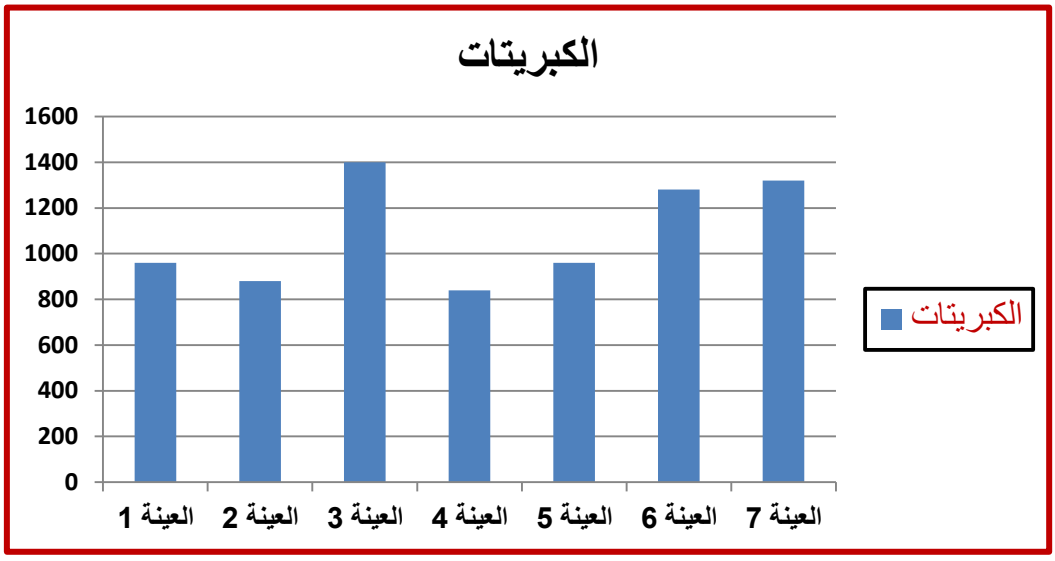
شكل (4) يوضح توزيع تركيزات البيكربونات في عينات الدراسة



5 – الكبريتات

وتعد الكبريتات من ضمن المواد المسببة للعسر الدائم في الماء وإعطائه الطعم المر خاصة إذا تواجدت في صورة كبريتات الكالسيوم أوكبريتات الماغنسيوم . إن التركيزات المرتفعة من الكبريتات تسبب في تاكل مواسير الشبكات **(10)** ، حيث إن الحد المسموح به لتركيز الكبريتات في الماء حسب المواصفات الليبية هو 400 مليجرام في اللتر ، وهذا أقل من النتائج المتحصل عليها بالدراسة و التي تراوحت ما بين 880 الي 1400 مليجرام في اللتر ، وعليه فإن جميع العينات غير صالحة للشرب .

شكل (5) يوضح توزيع تركيزالكبريتات في عينات الدراسة

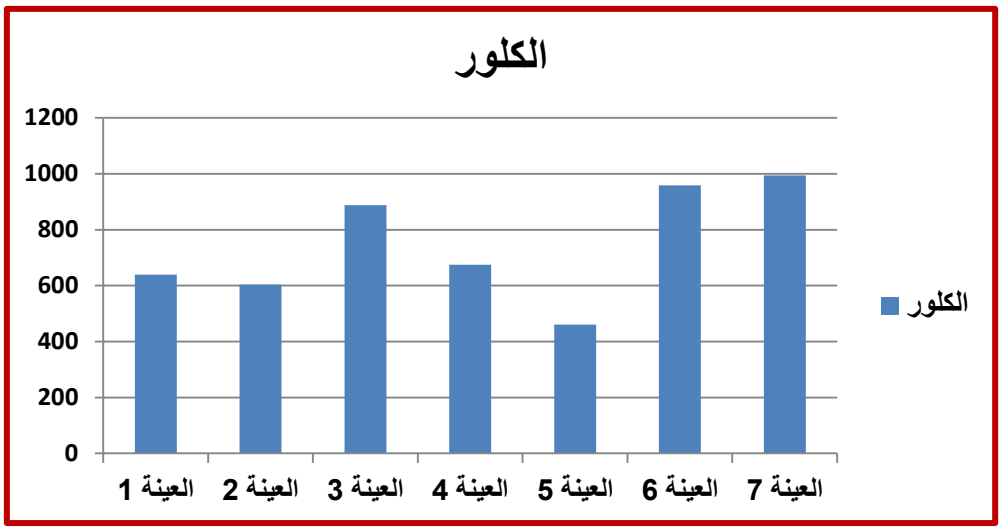


6 – الكلور :

تراوحت تركيزات الكلوريد في العينات ما بين 461 – 887.5 مليجرام في اللتر ، وطبقا للمعايير القياسية لمياه الشرب فإن الحد المسموح به هو 250 مليجرام في اللتر ، وعليه فإن جميع العينات غير صالحة للشرب .

ويتباين تركيز الكلوريد من مصدر إلى آخر فهو يتواجد عادة بكميات قليلة في المياه السطحية وبنسب عالية في مياه البحار ويعتمد تركيزه في المياه الجوفية على جيولوجية المنطقة المحيطة بالمصدر ويعطي الماء طعما غير مقبول إذا تجاوز تركيزه 500 مليجرام في اللتر ، واحتواء ماء الشرب على الكلور بتركيز أعلى من الحد المسموح به يتسبب في مشاكل معوية والتهابات وجفاف وإسهال وتفاقم الحالة الصحية للأشخاص الذين يعانون من أمراض الكلى والقلب وضغط الدم ، ويؤثر على معدل تآكل المعادن المستخدمة في شبكة توزيع المياه **(10)**.

شكل (6) : يوضح تركيز عنصرالكلور بعينات الدراسة



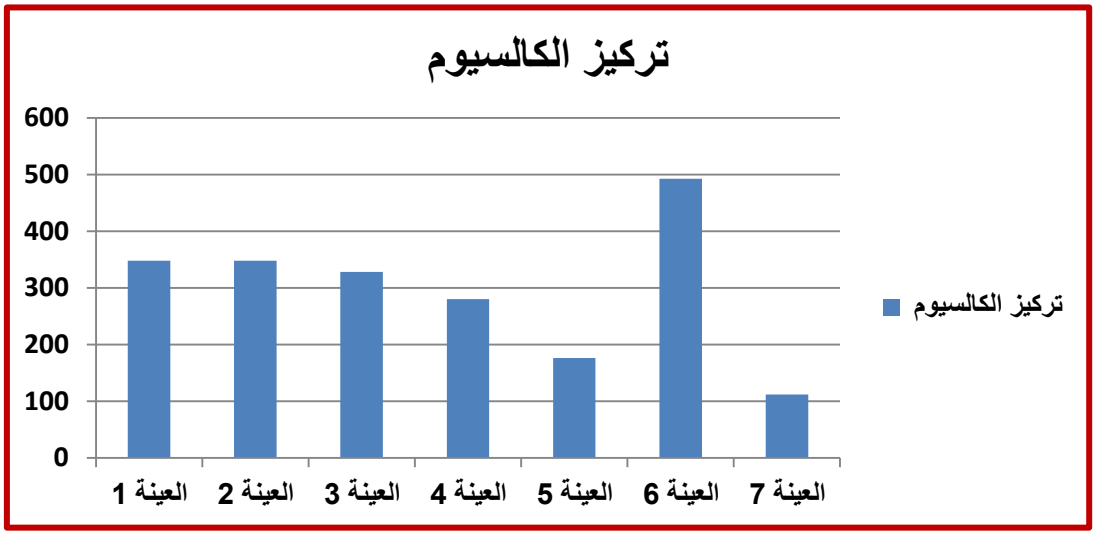
7 – الكالسيوم

طبقا للمعايير القياسية لمياه الشرب فإن الحد الأقصى المسموح به لتركيز الكالسيوم هو 200 مليجرام في اللتر، عليه فإن العينة رقم (7) والعينة رقم (5) تعتبر في نطاق المياه العذبة الصالحة للاستخدام البشري حيث تراوحت قيمة العينة رقم (7) 112.2 مليجرام في اللتر وفي العينة رقم 176.2 مليجرام في اللتر وباقي العينات غير صالحة للشرب .

يوجد الكالسيوم في جميع مصادر المياه عادة على هيئة كربونات وكبريتات وكلوريدات حيث تتراوح نسبته في المياه من عدة مليجرامات إلى مئات المليجرامات في اللتر .ويسهم الكالسيوم في عسر الماء ولكنه أيضا مهم في التغذية والبناء والأداء والوظيفي لأعضاء الجسم فهو يلعب دورا مهماً في انقباض العضلات وفي تركيب العظام والاسنان حيث يشكل حوالي 99% من تركيبها والباقي في الانسجة اللينة .

وتناول كميات قليلة من الكالسيوم لها تأثير مباشر على النسيج العظمي وسماكته وزيادة ضغط الدم والكساح ، كما أن احتواء مياه الشرب على الكالسيوم في الحدود المسموح بها يقلل من خطورة تكوين الحصى الكلوية ومن الإصابة بأمراض القلب .ومن الفوائد الاقتصادية للكالسيوم فإن ترسب كربونات الكالسيوم داخل مواسير شبكة المياه يحميها من التآكل **(9)**.

شكل (7) : يوضح توزيع تركيز عنصر الكالسيوم بعينات الدراسة



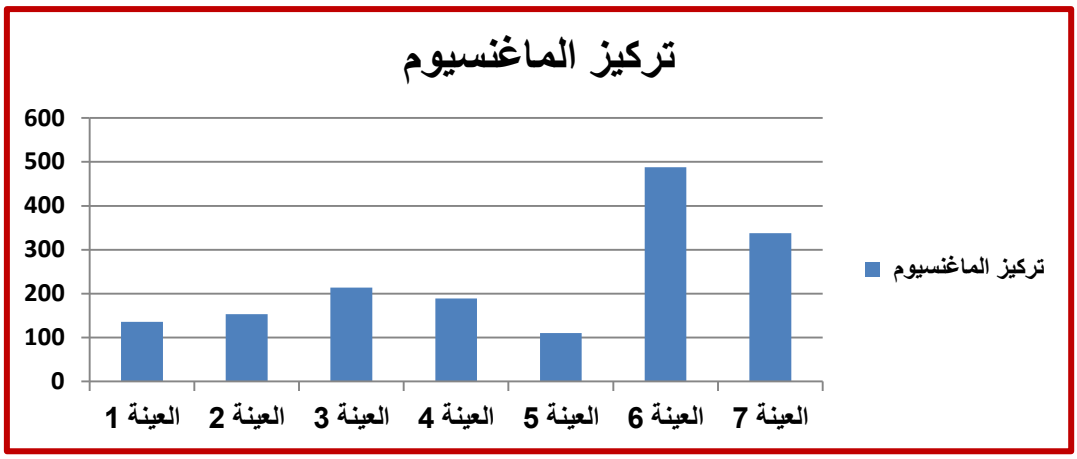
8 – الماغنسيوم :

وطبقا للمعايير القياسية لمياه الشرب فإن الحد الأقصى المسموح به لتركيز الماغنسيوم هو 150 مليجرام في اللتر، وعليه فإن العينة رقم (1 و 5) صالحة للشرب ، أما باقي العينات غير صالحة للشرب .

يعتبر الماغنسيوم ثامن عنصر من حيث الوفرة ، على سطح الأرض ويتواجد بالمياه الطبيعية على نفس الصورة التي تتواجد بها أملاح الكالسيوم والمتمثلة في الكربونات والبيكربونات والكبريتات .

ويؤدي وجود الماغنسيوم بتركيزات مرتفعة إلى زيادة عسر الماء والى زيادة المشاكل الصحية بالإضافة إلى قابلية ترسيب تلك الأملاح في المعدات والأنابيب الخاصة بشبكات توزيع المياه ، ولذلك لا يحبذ وجود الماغنسيوم في مياه الشرب بتركيزات عالية نظرا لأنه يتسبب في تكوين القشور وسهل ومدر للبول خصوصا عندما يكون مصحوبا بالكبريت. ومن الناحية الأخرى يعد الماغنسيوم عاملا مساعدا لأكثر من 350 انزيم وله دور فاعل في تفاعلات إنتاج الطاقة و تخليق الأحماض النووية والتوازن الخلوي ووظائف الهرمونات **(10)**.

شكل (8) : يوضح توزيع تركيز عنصر الماغنسيوم بعينات الدراسة

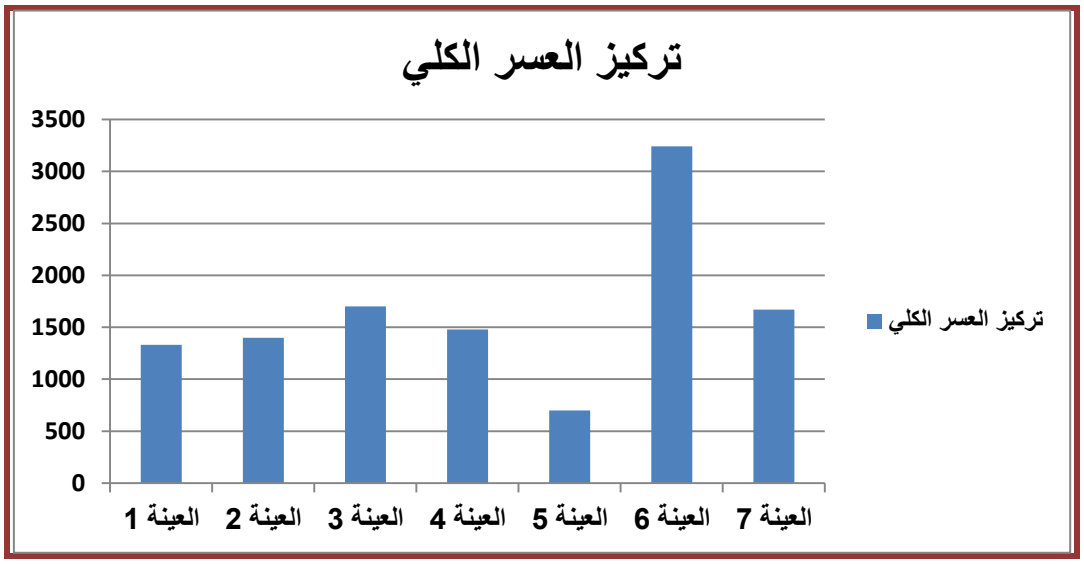


9– تقييم صلاحية المياه للشرب من حيث عسر المياه :

تراوحت نتائج قياس العسر الكلي لعينات الدراسة ما بين 700 إلى 3240 مليجرام في اللتر .وعند الاطلاع على النسب المسموح بها ضمن منظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية لمياه الشرب نجد أن الحد الأقصى لعسر المياه هو 400 مليجرام في اللتر ، وعند مقارنة نتائج العينات بنسب منظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية نجد أن جميعها غير صالحة للشرب .

ويعتبر قياس عسر الماء من القياسات المهمة التي تحدد ملاءمة الماء للاستخدامات المختلفة ، ويعرف عسر الماء على أنه فقدان الماء لقدرته على إذابة الصابون ، وذلك نتيجة لاتحاد الصابون مع أيونات الكالسيوم والماغنسيوم الثنائية التكافوء وأيونات معدنية أخرى ، حيث تسبب التركيزات العالية للماغنسيوم والكالسيوم في ارتفاع درجة عسر المياه **(9)**.

شكل (9) : يوضح توزيع تركيزات العسر الكلي لعينات الدراسة



- **التوصيات :**

من خلال هذه الدراسة نوصي بالآتي :

1- حماية مصادر المياه من أشكال التلوث كافة ومعالجة المياه صحيا ووصولها إلى المستهلك في صورة آمنة صحيا .

2- متابعة التغير في كيميائية المياه الجوفية للمنطقة من خلال تنفيذ برنامج لرصد التغير في نوعية المياه الجوفية .

3- دراسة معدلات السحب من الخزان الجوفي في الوقت الحالي وتحديد معاملات الأمان للخزان وذلك للحفاظ على هذا المورد الطبيعي المهم من خلال مخطط استراتيجي لكميات السحب من الآبار .

4- دراسة إمكانية غلق أبار الشرب غير الصالحة للاستخدام (البشري) كما جاء في الدراسة وإبدالها بأبار جديدة .

ـ هوامش البحث :

1- مفتاح صالح الثابت (2007م) : التقييم النوعي لمصادر المياه الجوفية بمدينة العجيلات . رسالة ماجستير ، جامعة طرابلس . ص2 – 3 .

2- فرج عبدالرحمن ، محمد الصغير (2006م) : البيئة والانسان . المركزالوطني لتخطيط التعليم ، مطبعة الازدهار مصراتة . ص173 – 181 .

3- أحمد ارحومة الغويزي (2009م) : دراسة جودة المياه الجوفية منطقة وادي الشاطي ومدى ملاءمتها للاستعمالات البشرية والزراعية من الناحية الكيميائية . رسالة ماجستير ، أكاديمية الدراسات العليا . طرابلس ، ليبيا . ص 3 – 29 .

4- حسين خضير؛ لهيب جميل ؛ محمد اهبال (2013م) : دراسة لتحديد بعض مصادر تلوث المياه الجوفية في مدينة العجيلات . ملخص الأوراق العلمية ، ورشة عمل بعنوان " الوضع المائي بمدينة العجيلات والمناطق المجاورة " . المعهد العالي لشؤن المياه ، العجيلات ، ليبيا . ص 14 - 15 .

5- ريما حميدان (2017م) : سياسات إدارة الموارد المائية في ليبيا الواقع والتحديات والأستراتيجات المستقبلية . المنظمة الليبية للسياسات والأستراتيجيات ، طرابلس ، ليبيا . ص34.

6- عبد السلام الراجحي ، و سليمان الباروني (1997م) : الإمكانيات المائية بالجزء الشمالي الغربي من سهل الجفارة . مجلة الهندسي ،العدد 36 . طرابلس ، ليبيا . ص53 - 57.

7- الهيئة العامة للمياه (2002م) : دراسة تداخل مياه البحر بمنطقة شمال غرب ليبيا . (ج 2) ، ص5 .

8- APHA (2005) American Puplic Health Association , American Water Works Association , and Water Environment Federation " Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater " 21st ed.

9- رمضان نصر الهلوب (2014م) : تقدير العسرة الكلية وبعض العناصر الأساسية في عينات من مياه الشرب المعباة في مدينة مصراتة . رسالة ماجستير. الاكاديمية الليبية ، مصراتة ، ليبيا . ص54 – 64.

10- نوارة فرحات الشيخي (2008م): تقييم جودة المياه المعباءة في المحلات القائمة على تحلية مياه الشرب بمدينة بنغازي . رسالة ماجستير. أكاديمية الدراسات العليا ، بنغازي ،ليبيا . ص106 – 136 .