Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

الخرائط الرقمية لخصائص المياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان بمنطقة المحجوب

دراسة مقارنة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

فاطمة صالح إبشير
قسم الجغرافيا / كلية التربية / جامعة مصراتة

د. علي مصطفى سليم
قسم الجغرافيا / كلية التربية / جامعة مصراتة
a.salim@edu.misuratau.edu.ly

الملخص: يهدف البحث إلى تحليل التوزيع المكاني للخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان وإنتاج خرائط رقمية لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا على نتائج تحليل عدد 20 عينة من مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة مختبريا لتحديد خصائصها، حيث تم تقدير الرقم الهيدروجيني Hydrogen Ion Concentration (pH) والموصلية الكهربائية (EC) Electrical conductance والأملاح الكلية الذائبة Total dissolved solids (TDS)، وأيونات النترات والكلوريد والماغنيسيوم والكالسيوم والبيكربونات، ومقارنة النتائج بالمواصفات الليبية والدولية لأغراض الشرب، وأظهرت النتائج اختلافات مكانية للخصائص النوعية (الكيميائية والفيزيائية) بين مياه آبار المياه الجوفية في محلتي الدراسة، حيث سجل الأس الهيدروجيني أعلى قيمه بنحو 7.50 ملغرام/لتر في البئر 6 ووصلت أقل قيمه 6.94 ملغرام/لتر في البئر8 في منطقة السواوة في حين كان بين 7.52 ملغرام/لتر و6.65 ملغرام/لتر في منطقة الآمان، كما أشارت النتائج إلى أن قيم الأملاح الذائبة الكلية بلغت أعلاها 4556 ملغرام/لتر في البئر 6 في حين كان أقلها 1198 ملغرام /لتر في البئر 9، وبين 10418 في البئر 17 ونحو 1970ملغرام/لتر في البئر 18 بمحلتي السواوة والأمان على التوالي الأمر الذي جعلها خارج الحدود المسموح للاستخدام المنزلي في الشرب وفق المواصفات الليبية والدولية، في حين تراوحت تراكيز الكالسيوم في أبار المياه الجوفية بين 120 و400 ملغرام/لتر في محلة السواوة، في بلغت بين 200 و400 ملغرام/لتر في محلة الآمان وبمعدل 206 ملغرام/لتر، وبلغ متوسط الكلوريد في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة نحو1350ملغرام/لتر، وتراوح تركيزه بين 532.5 في البئر 13 و1881.5 ملغرام/لتر في البئر15 بمحلة السواوة وبين 781 و4331 ملغرام/لتر في محلة الآمان وأنتجت الدراسة خرائط رقمية Digital Maps توضح التوزيع الجغرافي للخصائص النوعية للمياه الجوفية عالية الدقة.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، التوزيع الجغرافي، الخرائط الرقمية، نظم المعلومات الجغرافية، الخصائص النوعية.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

Digital maps of groundwater characteristics in the localities of Al-Sawawa and Al-Aman in the Al-Mahjoub area A comparative study using geographic information systems

Fatima Saleh Ibshir Dr. Ali Mustafa Salim
Misurata University/ College of Education/ Geographic Department.

Abstract: The research aims to analyze the spatial distribution of the qualitative characteristics (physical and chemical) of groundwater in the localities of Al-Sawawa and Al-Aman, and to produce digital maps for them using geographic information systems based on the results of the analysis of 20 samples of groundwater wells in the laboratory to determine their characteristics. It was appreciated Hydrogen Ion Concentration (pH), Electrical conductance (EC), Total dissolved salts (TDS), Nitrate, chloride, magnesium, calcium and bicarbonate ions, and comparison of results with Libyan and international standards for drinking purposes. The results showed spatial differences for the qualitative characteristics (chemical and physical) between the water of the groundwater wells in the two study areas, whereas the pH recorded the highest value of 7.50 mg / liter in well 6,it reached the lowest value of 6.94 mg / liter in well 8 in the Sawawa area, while it was between 7.52 mg/L and 6.65 mg/L in Al-Aman area. Also, the results indicated that the values of the total dissolved salts reached the highest 4556 mg / liter in well 6, while the lowest was 1198 mg / liter in well 9, and nearly 10418 in well 17 and about 1970 mg / liter in well 18 in Al-Sawawa and Al-Aman localities, which made it outside the permissible limits for domestic use in drinking according to Libyan and international standards, While calcium concentrations in groundwater wells ranged between 120 and 400 mg/liter in Al- Sawawa locality, it reached between 200 and 400 mg/liter in Al-Aman locality, at a rate of 206 mg/liter, and the average chloride in groundwater in the study area was about 1350 mg/liter, and its concentration ranged Between 532.5 in well 13 and 1881.5 mg/L in well 15 in Al- Sawawa locality and between 781 and 4331 mg/L in Al-Aman locality. The study produced high-resolution digital Maps showing the geographical distribution and qualitative characteristics of groundwater.

Keywords: groundwater, geographical distribution, digital maps, geographic information systems, qualitative characteristics.

المقدمة:

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

تعد المياه الجوفية Under Ground Water من أهم الموارد الطبيعية في المناطق الجافة وشبة الجافة، التي تتميز بمحدوديتها، وتحتاج إلى دراسات علمية متخصصة لتحديد خصائصها الكيميائية والفيزيائية ومعرفة مجالات استخدامها، ووضع استراتيجيات المحافظة عليها في ظل ما تشهده ليبيا من تغيرات مناخية ترتب عليها تناقص في كميات الأمطار وسيادة الجفاف وارتفاع درجة الحرارة، مع زيادة السكان؛ الأمر الذي سبب في اختلال التوازن المائي نتيجة محدودية الموارد المائية والطلب السكاني المتزايد حيث تستمد أغلب المدن والقرى في ليبيا مواردها المائية، وبنسبة 95% من المياه الجوفية لاستخداماتها المختلفة وخاصة الزراعية والمنزلية والصناعية وغيرها عن طريق: حفر الآبار الضحلة (السطحية) أو الارتوازية التي تتغذى من الخزان الجوفي السطحي والمتوسط والعميق، أو عن طريق المياه المنقولة عبر شبكة الأنابيب تغذيها مياه جوفية من الجنوب الليبي تصل إلى التجمعات السكانية في المناطق الساحلية عبر منظومة النهر الصناعي، أو عن طريق تجميع مياه الأمطار من أسطح المباني في صهاريج خاصة (الماجن) بأحجام وأشكال متنوعة، بالإضافة إلى انتشار محطات إزالة عسر الماء وتعدد استخداماتها بين المنزلية والتجارية.

يعتمد سكان منطقة الدراسة بشكل أساسي على المياه الجوفية نتيجة الانقطاع المستمر لمياه الشبكة العامة، وخاصة في ظل ما شهدته المنطقة من تزايدا سكانيا ونموا عمرانيا وتجاريا واضحا خلال السنوات الأخيرة 2012 ـ 2021؛ مما ترتب عليه توسع كبير في عمليات حفر الآبار بطريقة عشوائية لتوفير المياه للاستخدامات المختلفة (الشرب والسقي والزراعة والصناعة) مشكلا ضغطا على موارد المياه الجوفية المحدودة وخاصة الخزان السطحي؛ مسببا العديد من المشاكل في نوعية المياه وخصائصها (الكيميائية والفيزيائية)، وتداخل مياه البحر، وبصورة عامة تختلف خصائص المياه الجوفية من منطقة إلى أخرى تبعا لاختلاف التركيبة الصخرية ونوع النشاط البشري (الزراعي والصناعي) ومخلفاته، وكميات الأمطار والقرب من البحر، ونوع الاستغلال البشري وكميته، وبالتالي تكتسب المياه الجوفية بعض من خصائص الأسطح والصخور التي مرت عليها والمخزونة بها.

مشكلة البحث:

1. هل هناك تباين في توزيع خصائص المياه الجوفية (الفيزيائية والكيميائية) مكانيا بين محلتي السواوة والآمان في منطقة زاوية المحجوب؟

2. هل يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة؟

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

3. هل نستطيع إنتاج خرائط رقمية دقيقة Digital Maps تظهر الاختلافات المكانية لتوزيع الخصائص النوعية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان بمنطقة زاوية المحجوب باستخدام GIS؟

فرضيات البحث:

1. هناك تباين في توزيع خصائص المياه الجوفية (الفيزيائية والكيميائية) مكانيا بين محلتي السواوة والآمان في منطقة زاوية المحجوب.
2. يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة.
3. نستطيع إنتاج خرائط رقمية دقيقة Digital Maps تظهر الاختلافات المكانية لتوزيع الخصائص النوعية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان بمنطقة زاوية المحجوب باستخدام GIS.

أهمية البحث:

تكمن أهمية الدراسة في أبراز دور الجغرافي في تحليل الدراسات الجيوكيميائية للمياه الجوفية من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافي في بناء قواعد البيانات الجغرافية للخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية وإنتاج خرائط رقمية توضح الاختلافات المكانية في توزيعها الجغرافي، حيث تعتبر هذه الدراسة الأولى في منطقة مصراتة التي تناولت التمثيل الخرائطي باستخدام GIS في دراسة المياه الجوفية.

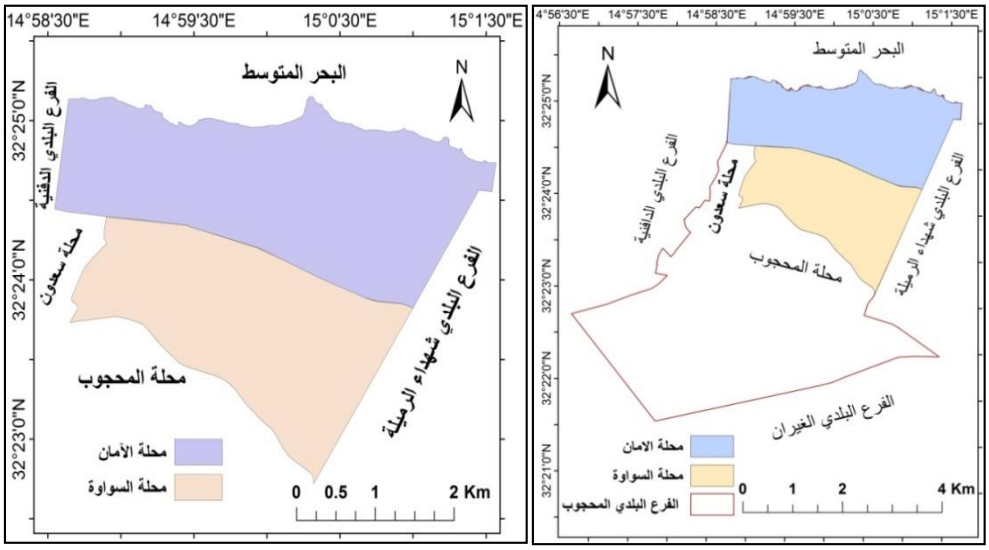
أهداف البحث: يهدف البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1. تحليل الخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان.
2. إنتاج خرائط رقمية للخصائص النوعية للمياه الجوفية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
3. أبراز الاختلافات المكانية في توزيع الخصائص النوعية للمياه الجوفية بين منطقتي الدراسة.
4. إعداد قاعدة بيانات جغرافية للخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية في محلتي الدراسة
5. إبراز أهمية نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيوكيميائية في الدراسات المحلية.

منطقة الدراسة:

تمثلت منطقة الدراسة في محلتي السواوة والآمان، و يتبعا إداريا الفرع البلدي زاوية المحجوب، حيث يحدهما البحر المتوسط شمالا ومحلة المحجوب جنوبا، في حين يحدها الفرع البلدي الدافنية ومحلة سعدون غربا، والفرع البلدي شهداء الرميلة من جهة الشرق، وفلكيا يقعا بين حظي طول 30" 58' 14° و40" 1' 15° شرقا، ودائرتي عرض 46" 22' 32° و08" 25' 32° (الشكل1) في حين تغطي الدراسة زمنياً فترة إجراء الدراسة والقيام بالتحليل المختبري للمياه الجوفية سنة 2021.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين باستخدام GIS اعتمادا على: (التقسيم الإداري لبلدية مصراتة،2015، ص55)، و(بشير،2020، ص27)

الشكل1:الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة

. الدراسات السابقة:

لم يحظى موضوع التمثيل الخرائطي للخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية في منطقة الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بأية دراسات علمية جغرافية متخصصة، ومع ذلك فهناك دراسات علمية تناولت المياه الجوفية وخصائصها في منطقة مصراتة من جوانب مختلفة، نفصلها في الآتي:

أ. الدراسات المحلية:

1. دراسة (الفقي، والصويد، 2016): تقييم المياه الجوفية الضحلة (طبقة حاوية غير محصورة) لبعض آبار مياه منطقة مصراتة ومدى ملائمتها للشرب والري، وتم تحليل عينات المياه لعدد 31 بئر ضحلة موزعة في منطقة مصراتة لقياس درجة الحموضة والموصلية الكهربائية، وتقدير العسرة الكلية للمياه والأملاح الذائبة الكلية بالإضافة إلى تحليل مجموعة من الايونات الموجودة في المياه مثل النترات والماغنيسيوم والكلورايد وغيرها، وتوصلت الدراسة من خلال نتائج الاختبارات المعملية للمياه الجوفية بعدم صلاحية المياه في المنطقة المدروسة للشرب وللزراعة وفق المواصفات الليبية ومعايير الصحة العالمية، وذكرت بأن مصدر الأملاح في المياه الجوفية الضحلة يعود إلى تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية لخزان الأيوسين .

2. دراسة (مسعود، وغيث،2019) تحديد نوعية المياه الجوفية في مدينة بني وليد ومدى صلاحيتها للاستخدام البشري، من خلال تحليل 10 عينات من مياه الآبار السطحية والجوفية لمعرفة تركز المعادن

الثقيلة كالكروم والكادميوم والرصاص وغيرها وقياس نسبة الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، وأظهرت النتائج أن العناصر الثقيلة في عينات المياه متوافقة مع المعايير الدولية لمنظمة الصحة الدولية، في حين تجاوزت الأملاح الكلية الذائبة المعايير الليبية والدولية مما جعلها غير صالحة للاستخدام البشري لأغراض الشرب والزراعة والصناعة،كما شهدت الآبار السطحية في منطقة الدراسة تلوثا ميكروبي ناتج عن تسرب مياه الآبار السوداء.

3. دراسة (الضراط، وآخرون 2020) تقدير الأملاح الكلية الذائبة والتوصيل الكهربائي والكلورايد في عينات من بعض الآبار الجوفية القريبة من مصنع الحديد والصلب مصراتة وتم ذلك بتحليل 3 عينات لقياس درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني والموصلية الكهربائية وعيرها، وخلصت الدراسة إلى ارتفاع الأملاح الذائبة في المياه الجوفية في عينة الدراسة فقد تراوحت بين 1705 – 2890 مليجرام/لتر، مع تركيز الكلورايد في جميع عينات الدراسة فوق المعايير المحدد محليا في ليبيا والمواصفات الدولية لمنظمة الصحة العالمية بسبب تسرب مياه البحر إلى مياه الآبار.

4. دراسة (الصادي، وآخرون،2020) هدفت الدراسة إلى معرفة جودة مياه الري بالمشاريع الزراعية بمنطقة مصراتة، من خلال تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية المستخدمة للري وتقييم نوعيتها، من خلال تقدير درجة التفاعل والموصلية الكهربائية والكالسيوم والكلورايد وتوصلت الدراسة إلى تماشي الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية كدرجة التفاعل في المياه الجوفية المحسوبة بين 8.58-6.74 والكلورايد بين 836-6274 في الدافنية وقصر أحمد مع المعايير المحلية والدولية، وبصورة عامة أشارت الدراسة إلى وجود ارتفاع في الأملاح الذائبة ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) والكلوريد والماغنيسيوم، وبالتالي فإن المياه الجوفية في جميع عينات الدراسة لا تصلح لعمليات ري المحاصيل الحساسة للملوحة.

ب ـ الدراسات الإقليمية:

1. دراسة (الكرنز،2017) استخدام تقنية نظم معلومات جغرافية الحسابية لإنشاء قاعدة بيانات لمراقبة جودة المياه الجوفية في قطاع غزة، بهدف إنشاء ونشر الخرائط الرقمية لتقييم المياه الجوفية في قطاع غزة للفترة 2007-2015، وبينت نتائج الدراسة وجود ارتفاع في الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية وخاصة الأملاح الذائبة والنترات والكلورايد حيث تفوق المعايير الدولية بخمس أضعاف،وأشارت إلى أن المياه الجوفية تعاني من الاستنزاف والتلوث وأن هناك علاقة بين الزيادة السكانية في القطاع وزيادة التلوث الكيميائي فيها، كما أظهرت قدرة نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتقييم وتحليل خصائص الوضع المائي وإنتاج

خرائط رقمية عالية الدقة توضح نسب التلوث وإنشاء قواعد البيانات الجغرافية للخواص الكيميائية لمياه الشرب في منطقة الدراسة

2. دراسة (مُحَمَّد، وعبد، وجاسم،2019) النمذجة المكانية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في بادية محافظة المثنى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بهدف تحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية لعدد 23 بئر مائي موزعة بطريقة عشوائية في منطقة الدراسة وتحليلها مختبريا، ومقارنة نتائجها مع المواصفات العراقية، وبناء قاعدة بيانات لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وإنتاج خرائط رقمية اعتمادا على أدوات التحليل المكاني spatial interpolation بطريقة معكوس المسافة IDW لغرض الاشتقاق المكاني للعينة المدروسة من مياه الآبار الجوفية، وأنتجت خرائط رقمية لآبار المياه الجوفية ذات الملائمة الممتازة للاستخدام والمتوسطة الملائمة وغير الملائمة للاستخدامات البشرية والأخرى.

3. دراسة (كبا، ومجر،2020) وهدفت إلى تقييم نوعية المياه الجوفية وتأثير استخدامها في الري على ملوحة التربة السطحية في شمال شرق سوريا، وبالتحديد منطقة اليعربية، حيث قامت الدراسة بتحليل 16 عينة من المياه والتربة، وتم تقدير درجة الحموضة pH والموصلية الكهربائية EC والأملاح الكلية الذائبة TDS وبعض مؤشرات تقييم التربة، وخلصت الدراسة لوجود تباين في توزيع الملوحة بين الآبار المدروسة مع تراوحها بين الشديدة الملوحة والمتوسطة، وارتفعت نسبة الكلور في كل الآبار باستثناء البئر 8 و 9 دون قيود وبقيود خفيف على التوالي مع زيادة ملوحة التربة.

4. دراسة (الزهيري، والعاشقي،2020) التحليل المكاني للمياه الجوفي في ناحية الوحدة وسبل استثمارها من خلال تحليل 8 عينات من مياه الآبار لتحديد خصائصها الكيميائية والفيزيائية ومقارنتها مع المواصفات المحلية والدولية، وخلصت الدراسة إلى ارتفاع الملوحة مياه الآبار المدروسة بشكل عالي، مما جعلها غير صالحة للاستخدام في الشرب والصناعة وعمليات البناء والزراعة باستثناء المحاصيل المقاومة للملوحة.

منهجية الدراسة:

أولا: طرق جمع البيانات وأنواعها ومصادرها: جمعت الدراسة بياناتها من:

أ. المصادر المكتبية: تمثلت في الكتب والبحوث والتقارير والخرائط،

ب . المصادر الميدانية: اعتمادا على المقابلة الشخصية والمسح الشامل وأسلوب العينات، والتحليل المختبري لعينات المياه المدروسة بالإضافة إلى استخدام بعض المعادلات الحسابية لاستخراج بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة وفق المنهج التجريبي والمنهج الوصفي التحليلي، وفق أسلوبين:

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

1. أسلوب الحصر الشامل: حيث تم في الدراسة الحصر الشامل للخزانات العلوية والأرضية التي تعتمد عليها منطقة الدراسة في توفير الاحتياجات المائية للسكان والقطاعات الخدمية المختلفة، وتحديد مواقعها الفلكية باستخدام GPS.

2. أسلوب العينات: اتبع الباحثين أسلوب العينات العشوائية العمدية في عمليات تحديد آبار المياه الجوفية المدروسة بحث تكون موزعة بشكل جيد على منطقة الدراسة داخل التجمعات السكنية، وخارجها، وتحليلها في المختبر، وركزت الدراسة على مياه الآبار السطحية التي تشهدت تلوثا وانخفاض في منسوبها بالإضافة إلى تداخل مياه البحر.

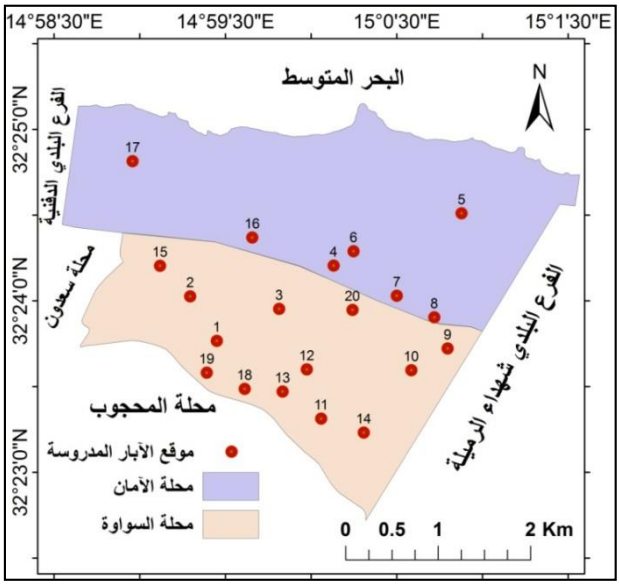
ـ أنواع البيانات المستخدمة في الدراسة ومصادرها

ـ البيانات المناخية: المتمثلة في كميات الأمطار الشهرية الخاصة بمنطقة زاوية المحجوب، ومنطقة الجزيرة بمصراتة، وتم الحصول عليها من محطة الأرصاد مصراتة 2021.

ـ بيانات الخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) لمياه الآبار المدروسة: حيث جمعت 20 عينة من مياه آبار الدراسة في قنينات بلاستيكية (Polyethylene bottle) بحجم 0.5 لتر بعد ربع ساعة من تشغيل مياه البئر، تم حدد موقع كل بئر مائي باستخدام جهاز تحديد المواقع GPS وأعطى رقم لكل عينة (الشكل2، والشكل3)، وبعدها نقلت العينات إلى مختبر تحليل المياه بمحطة الكهرباء والتحلية بالشركة الليبية للحديد والصلب ببلدية مصراتة، وتمت الاختبارات المعملية بإشراف فني المختبر، وقد أشملت الاختبارات العناصر الآتية:

. الخصائص الفيزيائية والكيميائية: حيث قيست الموصلية الكهربائية EC لعينات المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بجهاز Conductivity Meter، وحسبت الأملاح الصلبة الكلية الذائبة TDS اعتماداً على حاصل ضرب قيمة الموصلية الكهربائية بالرقم الثابت 0.67، وأخيرا حسب الرقم أو الأس الهيدروجيني بجهاز pH Meter (الشكل3).

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل2: التوزيع الجغرافي لعينات آبار المياه الجوفية المدروسة

الشكل3: أجهزة وطرق تحليل عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

وتمت معايرة العسرة الكلية مع محلول (EDTA) 0.01M بعد إضافة 1ملم من المحلول المنظم (PH10) للعينة وباستخدام (Eirocrome lack T) (EBT) ككاشف، في حين قدرت نسبة الكالسيوم بنفس الخطوات وذلك بالمعايرة مع محلول (EDTA) 0.01M وإضافة قطرات من المحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، واستعمال دليل (Murexide)، وحسب تركيز أيون الماغنيسيوم دون تحليل بطرح العسرة الكلية من تركيز أيون الكالسيوم، في حين تم قياس تركيز الكلورايد بإضافة دليل (P.C) كرومات ثنائي البوتاسيوم وبالمعايرة مع محلول نترات الفضة $AgNO_3$ 0.01M، أما تقدير البيكربونات فقد أضيف دليل الميثيل البرتقالي (M.O)، وتمت المعايرة بواسطة محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) 0.01M، أما بالنسبة للنترات فتم تحليله عن طريق جهاز DR/890 Colorimeter وبإضافة مادة الفحص Nitra ver5 إلى العينة (الشكل3).

. التقنيات المستخدمة :

1. برنامج الإكسل: استخدم للقيام بالعمليات الإحصائية لحساب المتوسطات السنوية لكميات الأمطار للفترة 1985–2016، ورسم الإشكال البيانية المتعلقة بالدراسة، وكتابة نتائج تحليل الخصائص الكيميائية والفيزيائية لعينات المياه المدروسة وحساب معدلاتها وتحديد إحداثياتها.

2. تقنية تحديد المواقع GPS: لتحديد مواقع الآبار الجوفية المدروسة، والتي التي استخدمت كعينات لتحليل الخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة، بالإضافة إلى تحديد مواقع الخزانات العلوية التي تغذي منطقة الدراسة بالمياه.

3. تقنية نظم المعلومات الجغرافية :

وظفت الدراسة برمجية ARCGIS- Version 10.8 لرسم وتحديد محلتي السواوة والآمان كمنطقة دراسة، وتوقع الآبار المدروسة، والقيام بعملية الترقيم Digitizing لخريطة منطقة المحجوب والمحلات الإدارية التابعة لها كما استخدمت الدراسة أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis لعمل تحليل مكاني للخصائص النوعية (الكيميائية والفيزيائية) في محلتي السواوة والآمان اعتمادا على طرق الاشتقاق المكاني Interpolation method باستخدام Inverse Distance Weighted (IDW)، حيث تعتمد على تحديد المسافة بين الآبار الجوفية التي تمثل نقاط تحكم أرضية، ويتم فيها رسم خطوط التساوي للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة دون أن تمر بنقاط الآبار وفق معدل الأوزان للآبار والمسافة بينهما باستخدام طريقة المسافات الوزنية المعكوسة IDW constant بالإضافة إلى عمل قاعدة بيانات جغرافية للخصائص النوعية (الكيميائية والفيزيائية) وإنتاج خرائط الراستر Raster

المساحية لها اعتماد على قيمة Z. Value Field (سليم والمختار،2020،ص4) حيث تمثل قيمة Z في الدراسة الخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) لعينات آبار المياه الجوفية المدروسة.

الموارد المائية في منطقة الدراسة

تنحصر الموارد المائية في محلتي السواوة والآمان في الآتي:

أولا. مياه الأمطار: تعد مياه الأمطار المصدر الرئيسي للموارد المائية في ليبيا، لأهميتها في تغذية المياه الجوفية في خزانات المائية المتجددة، بالإضافة لدورها الأساسي في التنمية الزراعية والرعوية، والتي يجب أن تستغل بشكل متطور وفق منظور التنمية المستدامة، حيث تستقبل منطقة الدراسة أمطار من النوع الإعصاري بداية من شهر سبتمبر حتى شهر مايو بكميات متباينة شهريا وفصليا وسنويا تبعا لمرور وقوة المنخفضات الجوية وتعمقها، بلغ معدلها السنوية 203.5مم للفترة 1985-2016، ويتباين المعدل السنوي في منطقة الدراسة فقد سجل أعلاه سنة 383.1مم سنة 1986 وفي بلغ أدنى معدل سنوي نحو89.1مم سنة 2014. ويبدأ الهطول المطري اعتبارا من شهر سبتمبر تدريجيا وعلى فترات قصيرة تم تأخذ بالتزايد في كمياتها وفترات هطولها لتصل أعلى معدلاتها خلال شهري ديسمبر ويناير، وبعدها تبدأ بالتناقص التدريجي حتى ينتهي مواسمها بنهاية شهر مايو، ومع ذلك فهناك تباينات بين المناطق والأقاليم الجغرافية في ليبيا، حيث يشكل فصل الشتاء قمة المطر في منطقة الدراسة فقد سجل معدلة الفصلي نحو 35.5مم، ويعد شهر ديسمبر أكثر شهور السنة مطرا وبمعدل بلغ 43.8مم (الجدول1).

الجدول1: المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لكميات الأمطار في منطقة المحجوب للفترة 1985–2016

المعدل السنوي	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	39.5	23.2	16.5	4.8	1.6	0.4	0.0	0.8	7.5	22.7	42.6	43.8
	المعدلات الفصلية											
203.5	فصل الصيف			فصل الربيع			فصل الشتاء			فصل الخريف		
	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	ابريل	مارس	فبراير	يناير	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر
	0.8	0.0	0.4	1.6	4.8	16.5	23.2	39.5	43.8	42.6	22.7	7.5
	0.4			7.7			35.5			24.3		

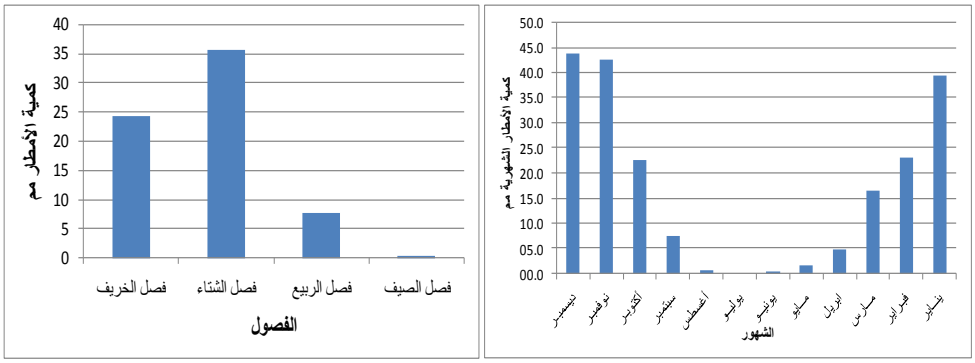
المصدر: الباحثين اعتمادا على: (محطة الأرصاد الجوي مصراتة ،2021)

وجاء فصل الخريف في المرتبة الثانية مطرا بمعدل فصلي بلغ 24.3مم، ومثل شهر نوفمبر قمة الأمطار الخريفية في منطقة الدراسة وبمعدل شهري نحو 42.6مم (الشكل4)، في حين بلغ المعدلات الأمطار الفصلية في فصل الربيع 7.7مم وشكل شهر مارس قمة الأمطار الربيعية في محلتي السواوة والآمان بنحو

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University-Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

16.5مم، وأخير فصل الصيف الذي يعد فصلا جافا فقد سجل معدله الفصلي 0.4مم، وبصورة عامة تتميز كميات الأمطار بالتذبذب شهريا وفصليا وسنويا مما أثر على تغذية المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

استغل سكان منطقة الدراسة مياه الأمطار منذ بداية الاستقرار البشري بها في الأغراض الزراعية وخاصة زراعة الشعير وبعض الخضراوات وأشجار الفاكهة كالتين والأشجار المثمرة كالزيتون وغيرها لغرض الاكتفاء الذاتي، وبعد انتشار البناء الحديث منذ سبعينيات القرن الماضي بدأ السكان بإتباع نظام للحصاد المائي عن طريق تجميع مياه الأمطار من أسطح المنازل بطرق مختلفة في صهاريج خاصة مختلفة الأشكال والأحجام باستخدام المزاريب وهي عبارة عن أنابيب بلاستيكية تتصل بأسطح المبنى وتصل إلى صهريج أو خزان أرضي في باطن الأرض (الشكل5) لتخزينها واستخدامها في الشرب؛بسبب ملوحة المياه الجوفية بالمنطقة، حيث يعد بناء صهاريج المياه التي تعرف محليا بالماجن في البيت الليبي من أساسياته الضرورية، واليوم وبسبب التلوث بأنواعه قل الاعتماد عليها في تجميع مياه الأمطار لأغراض الشرب بل استغلت لتجميع مياه الشبكة العامة لغرض استخدامها لاحقا عند انقطاع المياه، أو لتخزين المياه المنقولة إليها بالسيارات، ومع ذلك لا يزال بعض السكان يقوموا بتجميع مياه الأمطار بتخصيص صهاريج لها وأخرى لمياه الشبكة العامة، ويتم استخدامها لفي الأغراض المنزلية وري نباتات حدائقهم، وبعض المحاصيل الزراعية.



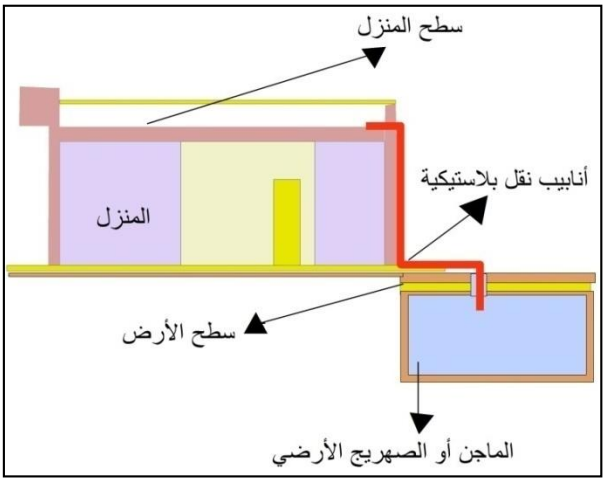
المصدر: الباحثين اعتمادا على بيانات الجدول2.

الشكل4: كميات الأمطار الشهرية والفصلية في منطقة المحجوب للفترة 1985–2016

ثانيا المياه الجوفية:

تعد المياه الجوفية Groundwater المصدر الرئيس الذي يعتمد عليه سكان محلتي السواوة والآمان، ومن أهم عوامل الاستقرار السكاني فيها، وترجع عينات المياه المدروسة إلى الخزان الرباعي أو الخزان الجوفي

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين

الشكل5: نظام حصاد مياه الأمطار من أسطح المنازل في منطقة الدراسة

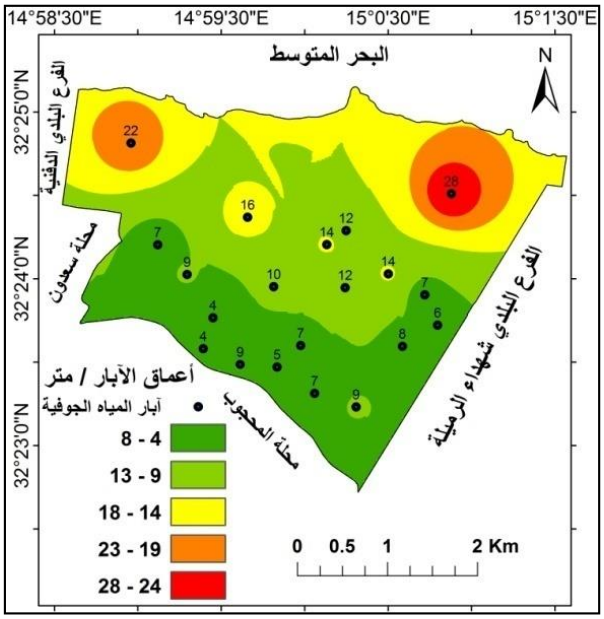
الضحل، الذي يمتاز بمحدودية موارده المائية ويتكون بشكل أساس من تكوينات الحجر الجيري والرملي والمارل والدولومات مع تداخلات من الطين والصلصال، وتصل ملوحة المياه فيه بين 2-6جرام /لتر ويتراوح عمقه بين بضعة أمتار إلى 30م حيث يقع الخزان الرباعي على عمق لا يتجاوز 20متر تحت سطح الأرض (الهيأة العامة للمياه،2006،ص14-16، والطنطاوي، 2000،ص157، والطلحي،2003،ص133) تغذيه مياه الأمطار عن طريق التسرب المباشر، ويستغل بشكل رئيسي في الاستخدامات البشرية الزراعية والمنزلية والصناعية،حسب درجة الملوحة، ونتيجة لما شهدته منطقة الدراسة من توسع كبيرة في حفر الآبار الجوفية وبشكل عشوائي بسبب الزيادة السكانية والعمرانية منذ سنة 2011 نتج عنها تدهور نوعية وإنتاجية مياه هذا الخزان وانخفاض منسوبها إلى أكثر من 10م وتداخل مياه البحر. ويتم استغلال المياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان عن طريق الآبار، وتنقسم إلى:

1. الآبار العادية الضحلة:

تم حفر الآبار السطحية في مستوى الخزان الجوفي الضحل أو السطحي باستخدام الحفر اليدوي وآلات الحفر الحديثة لاستغلالها في أغراض الشرب والسقي والزراعة والصناعة، وهي تنتشر بصورة واسعة بسبب غياب الدور الرقابي من قبل وزارتي المياه والزراعة وانخفاض أسعار حفر الآبار الأمر الذي سبب في تدهور الخصائص النوعية لمياه هذا الخزان حيث لا يخلو منزل أو حيازة أو عقار من وجود بئر ماء ، والتي تراوحت أعماقها بين 4-28 متر، ونلاحظ من (الشكل6) أن أعماق الآبار المدروسة تزداد كلما اتجهنا نحو الشمال بصورة عامة وبلغ عمق البئر رقم 5 في الشمال الشرقي بمحلة الأمان نحو 28 متر وهو الأكثر عمقا

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

في منطقة الدراسة، في حين تراوح عمق الآبار في محلة السواوة بين 4-12متر، ويرجع سبب تدهور نوعية المياه الجوفية في محلتي السواوة والأمان إلى: عوامل طبيعية تتمثل في تذبذب كميات الأمطار وتناقصها من جهة وخصائص التركيب الصخري والتربة وتكويناتها المعدنية، أما العوامل البشرية فمتمثلة في زيادة النمو السكاني والعمراني وتنوع الخدمات وقرب المنطقة من مركز المدينة جعل منها وجهة سكانية قوية وتجارية مما شكل طلبا متزايدا عليها خاصة بعد الانقطاع المتكرر لمياه النهر الصناعي .



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل6: التحليل الجغرافي لأعماق الآبار الجوفية في منطقة الدراسة

2. الآبار السطحية العميقة:

وهي أكثر عمقا من الآبار السطحية وأقل تلوثا، وتسمى بالآبار شبة الارتوازية، حيث يوجد في منطقة زاوية المحجوب عدد 6 آبار منها 3 قديمة كانت تغدي المنطقة بالمياه عبر شبكة من الأنابيب سنة 1971 يتراوح عمقها بين 45-55م، وحفرت بعدها 3 آبار إضافية سنة 1974، لتوفير احتياجات المنطقة من المياه ومع مرور الزمن شهدت تدهور كبيرا في نوعية المياه وانخفاض إنتاجيتها، وقد توقف عن الإنتاج نهائيا بعد وصول مياه النهر الصناعي إلى منطقة مصراتة.

3. الآبار الارتوازية:

وهي آبار عميقة ومكلفة لأنها تصل إلى مستوى الماء الدائم التي تندفع منه الماء تلقائيا لتخرج على السطح بفعل الضغط الهيدروستاتيكي، وتقوم الدولة بحفرها، حيث تم حفر بئر ارتوازي بمنطقة زاوية المحجوب سنة 1994 على عمق 275م وكان يزود المنطقة بالمياه بجانب الآبار شبة الارتوازية، ونتيجة الضغط المتزايد عليه توقف العمل بسبب تدهور نوعية المياه وازدادت ملوحته وانخفاض منسوبه بالإضافة إلى ارتفاع تكاليف المضخات الكهربائية، ووصول مياه النهر الصناعي (الطنطاوي، 2000،ص128، و129، وعيبلو، 2010، 93، 97).

ثالثا. المياه البديلة:

هي المياه الطبيعية والمستعملة التي تحتاج لتكلفة مادية كبيرة لنقلها أو لإعادة استعمالها (التنقية والمعالجة، إزالة الأملاح) وتعرف بالمياه غير التقليدية التي توفر حلول للعجز المائي في المناطق الجافة وشبة الجافة، وتتنوع مصادرها في منطقة الدراسة وهي كالآتي:

أ. المياه المنقولة:

تتمثل بالمياه الجوفية المنقولة بواسطة مشروع النهر الصناعي عبر أنابيب من منطقتي السرير وتازربو في الشرق، ومن جبل الحساونة إلى منطقة مصراتة عبر المسار الشرقي لتصل خزانات التجميع والتوزيع الرئيسية بمنطقة السكت من خلال فتحة تغذية تزويد مدينة مصراتة وضواحيها بمياه الشرب طبيعيا عبر مجموعة من خطوط التغذية بأقطار مختلفة لتصل إلى خزانات أرضية بالمناطق وترفع لخزانات علوية تغذي المناطق السكنية في منطقة الدراسة عبر خط بقطر 700ملم وذلك عن طريق خزانين ، وهما:

1. خزان سوق الجمعة وبسعة تخزينية 250 ألف لتر للخزان العلوي و300 ألف لتر للخزان الأرضي (الشكل7)، ويتفرع من هذا الخزان ثلاثة خطوط رئيسية وهي:

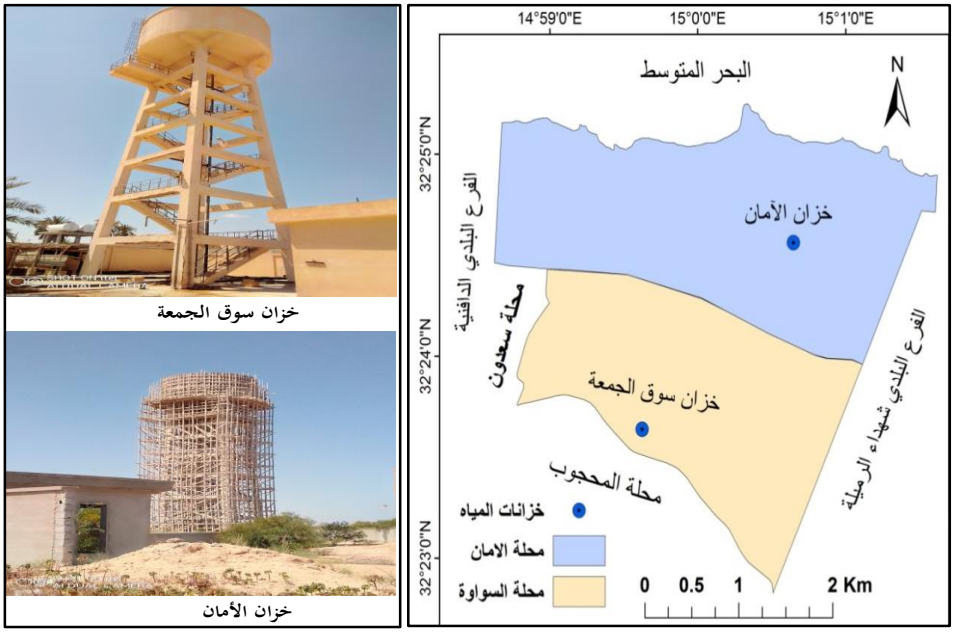
الخط الأول: بقطر150ملم ويغذي منطقة زاوية المحجوب.

الخط الثاني: قطره 150ملم ويغذي منطقة الفلاطية.

الخط الثالث: يبلغ قطر 150 ملم ويغذي منطقة السواوة والآمان.

2. خزان الآمان لا يزال قيد الإنشاء (الشكل7) وصمم بنفس السعة التخزينية لخزان سوق الجمعة ومتوقف العمل به بعد أحداث ثورة فبراير سنة 2011 إلى الآن بالرغم من جهود أهلي المنطقة لاستكماله (أشلاك، 2021، مقابلة شخصية).

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين

الشكل7: التوزيع الجغرافي لخزانات المياه العلوية في منطقة الدراسة

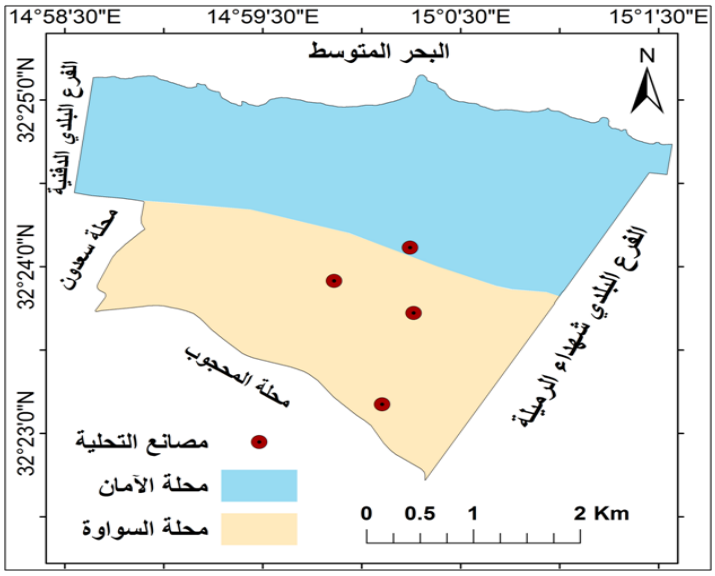
ب ـ المياه المزالة الملوحة:

أظهرت العديد من الدراسات العلمية للموارد المائية في منطقة مصراتة تدهور نوعية المياه الجوفية في الخزان العلوي أو الضحل كهبوط منسوبها وتسرب مياه البحر، لذلك عمل بعض سكان منطقة الدراسة على إقامة محال تجارية لإزالة ملوحة المياه، والتي تعرف محليا بمحطات تحلية المياه كونها أحد البدائل الرئيسية التي يعتمد عليها السكان لتوفير مياه الشرب، حيث بلغ عدد محطات التحلية المنتشرة كمحال تجارية نحو 4 محطات لإزالة عسر الماء من آبار المياه الجوفية منها ثلاثة مصانع في محلة السواوة تنتج 16 ألف لتر/يوميا، ومصنع واحد في محلة الآمان وبطاقة إنتاجية تقدر بنحو 3000لتر/يوميا (الشكل8) وبطاقة إنتاجية إجمالية تصل إلى 19 ألف لتر يوميا، حيث تراوحت الطاقة الإنتاجية للمصانع بين 2000 –9000 لتر/يوميا، بالإضافة إلى انتشار محطات التحلية الصغيرة داخل المنازل.

التحليل المكاني للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة.

يُوظف نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الموارد المائية الجوفية والسطحية، وفي الدراسات الجيوكيميائية من خلال إنتاج الخرائط الرقمية للخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية اعتمادا على بناء قاعدة

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل8: التوزيع الجغرافي لمصانع إزالة عسر المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

بيانات جغرافية، وفي تحديد أفضل المواقع لإقامة الآبار الجوفية والخزانات الأرضية والعلوية، بالإضافة لدورها في أعطى صورة دقيقة واقعية للعديد من المشاكل المرتبطة بالموارد المائية التي تساعد متخذي القرار من وضع الخطط التنموية للرفع من كفاءة الموارد المائية من منظور التنمية المستدامة.

أولا: التوزيع الجغرافي للخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان:

تنوعت الخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة مكانيا، نفصلها على النحو الآتي:

1. الرقم الهيدروجيني Power of Hydrogen (pH):

يعد من المتغيرات ذات التأثير المباشر على جودة وتقييم نوعية المياه الجوفية واستخداماتها، ويقصد به درجة تركز أيون الهيدروجين. حيث تتراوح قيمة (pH) بين (0- 14)، وتكون صفة المياه الجوفية حامضية إذاكانت الأرقام بين 1 – 7 وقاعدية عندما تكون بين 7–14 في حين يشير الرقم 7 إلى الصفة المتعادلة للمياه الجوفية (الزهيري، والعاشقي، 2020، ص396). ويتضح من نتائج التحليل المختبري لمياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة أن الأس الهيدروجيني قد سجلت أعلى قيمة بنحو 7.50 ملغرام/لتر في البئر 6 ووصل أقل قيمة 6.94 ملغرام/لتر في البئر8 في منطقة السواوة في حين كانت بين 7.52 ملغرام/لتر و6.65 ملغرام/لتر في منطقة الآمان، وبمعدل عام بلغ 7 ملغرام/ لتر، وهذا يعني أن المياه الجوفية متعادلة مع اتجاهها نحو القاعدية، حيث نلاحظ ارتفاع قيم الرقم الهيدروجيني في منطق التركز السكاني والمناطق

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

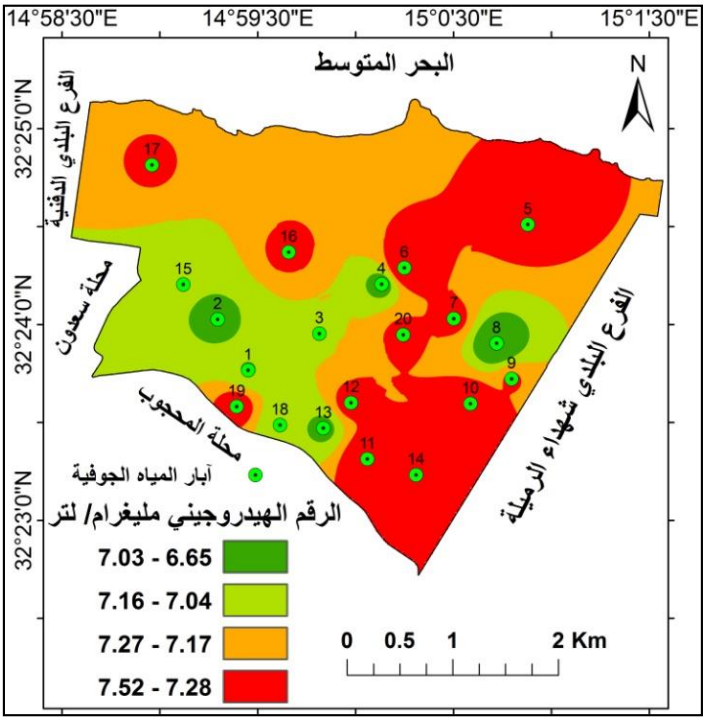
القريبة من البحر (الجدول2، الشكل9) بسبب انتشار الآبار السوداء وعمليات ذوبان الملوثات البشرية والطبيعية الموجودة على سطح الأرض مع مياه الأمطار (الكرابولي،2017،ص133). ويظهر بمقارنة النتائج مع المعايير القياسية الليبية والدولية لمياه الشرب أن عينات المياه الجوفية للآبار المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها والبالغة 6.5-9.2 مما يضمن صالحتها للاستخدامات المختلفة (الجدول3).

الجدول2: الخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان سنة 2021

المنطقة	رقم البئر	الأس الهيدروجيني Ph	الأملاح الذائبة الكلية TDS Mg/L	الموصلية الكهربائية EC µs/cm
محلة السواوة	1	7.01	2000	3380
	2	6.95	2680	4000
	3	7.13	1749	2610
	9	7.30	2465	3680
	10	7.47	1447	2160
	11	7.50	4556	6800
	12	7.37	2593	3870
	13	6.94	3812	5690
	14	7.32	1198	1788
	15	7.04	4449	6640
	18	7.02	4228	6310
	19	7.42	1494	2230
	20	7.33	2740	4090
محلة الآمان	4	6.91	4087	6100
	5	7.40	3792	5660
	6	7.52	4040	6030
	7	7.34	3490	5210
	8	6.65	3866	5770
	16	7.34	10418	15550
	17	7.30	1970	2940
	المعدل	7	3354	5025

المصدر: نتائج تحليل عينات المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بتاريخ 24- 29-30- 31/ 3/ 2021.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل9: التوزيع الجغرافي للرقم الهيدروجيني في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

الجدول3: المعايير القياسية للمياه الجوفية الصالحة للشرب وفق منظمة الصحة العالمية والليبية

الخصائص	معايير منظمة الصحة العالمية		المعايير الليبية Mg/ L	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الرقم الهيدروجيني PH	8.5 – 7	9.2 – 6.5	6.5	8.5
الأملاح الذائبة الكلية TDS	500	1500	500	1000
أيون الكلورايد Cl^-	200	600	200	250
أيون الماغنيسيوم Mg^{++}	50	150	30	150
أيون الكالسيوم Ca^{++}	75	200	75	200
العسرة الكلية TH	250	500	200	400

المصدر: الباحثين اعتمادا على: 1. منظمة الصحة العالمية، 2. الشركة الليبية للحديد والصلب، زيارة ميدانية، بتاريخ 2021/3/29.

2. الأملاح الذائبة الكلية (Total Dissolved Solids(TDS:

تُعد مقياسا لملوحة المياه الجوفية فلكما زادت نسبتها قلة مجالات استخدام مياه الآبار في الشرب والزراعة والصناعة وغيرها، وهي تعتمد على مجموع الأملاح الذائبة فيها كالصوديوم والماغنيسيوم والكالسيوم وغيرها، ويتباين تواجدها في المياه الجوفية تبعا إلى نوع الصخور والتربة عمليات السحب أو الضخ الكبيرة

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

مما سبب في تداخل مياه البحر للخزان السطحي في منطقة الدراسة.(الخفاجي، 2016، ص 111، ومحمود، 2016،ص37). وتعد المياه الجوفية صالح للاستخدامات البشرية المختلفة إذاكانت TDS بين 500 – 1500 ملغرام/لتر حسب المعايير المحلية والدولية (الجدول3)، وقد أشارت نتائج التحليل المختبري (الجدول2 والشكل10) إلى أن قيم الأملاح الذائبة الكلية في مياه أبار محلة السواوة بلغت أعلى قيمة 4556 ملغرام/لتر في البئر 6 في حين بلغت أقل مستوياتها نحو 1198 ملغرام /لتر في البئر 9، في حين تراوحت في محلة الأمان بين 10418 في البئر 17 ونحو 1970ملغرام/لتر في البئر 18 وبمقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية والدولة نجد أنها خارج الحدود المسموح للاستخدام المنزلي في الشرب والزراعة وغيرها، وتعتبر المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة تتراوح بين متوسطة الملوحة بعدد 19 بئر والمالحة بئر واحد بالاعتماد على تصنيف Drever في حين كانت المياه بين قليلة الملوحة بنحو 10 آبار ونحو 9 آبار ذات ملوحة عالية، وبئر واحد مالح جدا حسب تصنيف klimentove (الجدول4).

الجدول4: تصنيف آبار المياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان حسب تصنيفDrever وتصنيف klimentove للمياه حسب الملوحة الكلية TDS

صنف المياه	الملوحة الكلية حسب تصنيفDrever	عدد الآبار	صنف المياه	الملوحة الكلية حسب تصنيف klimentove	عدد الآبار
مياه عذبة	اقل من 1000	0	مالح قليلا	1001-3000	10
مياه متوسطة الملوحة	1000 - 10000	19	عالي الملوحة	3001 - 10000	9
مياه مالحة	10000-100000	1	مالح جدا	10001 - 35000	1
مياه شديدة الملوحة	أكثر من 100000	0	شديد الملوحة	أكثر 35001	0

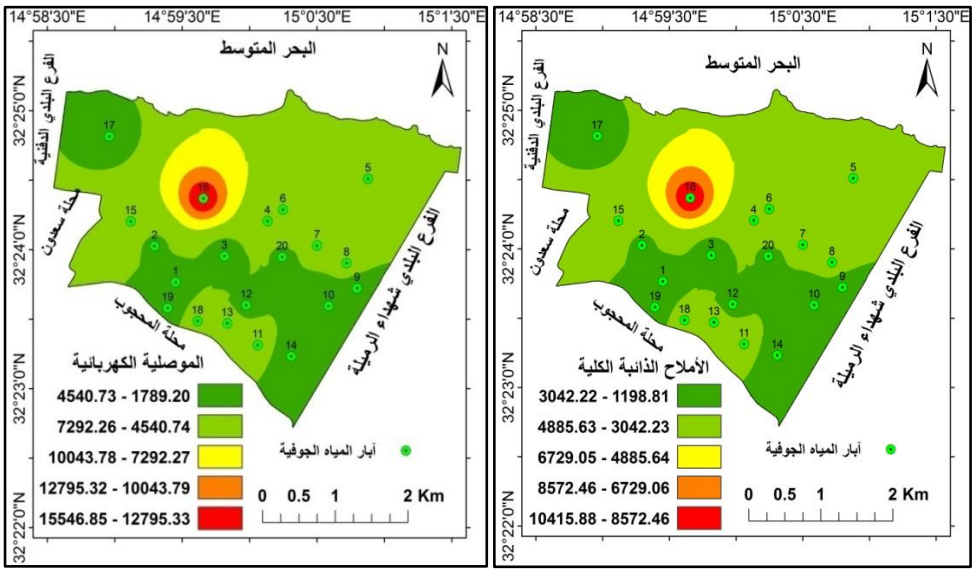
المصدر: الباحثين اعتمادا على: (الزهيري، العاشقي، 2020، ص397، والجياشي، 2017، ص170)

3. الموصلية الكهربائية (EC)Electrical Conductivity:

تستخدم في تقدير درجة الملوحة الكلية في المياه الجوفية وبالتالي فأن ارتفاع الموصلية (**EC**) في المياه يدل على زيادة الأملاح الذائبة وبالتالي زيادة قدرتها على التوصيل الكهربائي عن ارتفاع درجة الحرارة، فالعلاقة طردية بينهما (محمود،2013،ص35، والخفاجي، 2016، ص 103)، وقد بلغ المعدل العام (**EC**) في منطقة الدراسة نحو 5025 **µs/cm**، وأظهرت نتائج التحليل المختبري تباين قيمة الموصلية الكهربائية بين آبار المياه الجوفية في محلتي الدراسة فسجل أعلى تركز لها نحو 6800 **µs/cm** في البئر11 وأقلها 1788 **µs/cm** في البئر14 في محلة السواوة، في حين تراوحت بين 2940 **µs/cm** في البئر 17 و15550 **µs/cm** في البئر16 في محلة الآمان، (الجدول2) ويرجع السبب الرئيسي لارتفاع الموصلية الكهربائي في منطقة الدراسة إلى ذوبان صخور الزمن الجيولوجي الرابع كتكوينات الحجر الجيري والرملي

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

والمارل والدولومات، وتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية في الخزان السطحي، وبذلك فقد فاقت قيمة الموصلية الكهربائية في منطقة الدراسة المعايير الدولة التابعة لمنظمة الصحة العالمية world Health organization(WHO) والبالغة 1530 في جميع آبار المياه الجوفية المدروسة، ويظهر من الشكل9 توافق توزيع الموصلية مع توزيع الأملاح الذائبة الكلية في منطقة الدراسة وهي تتفق مع مراكز التجمعات السكانية مما يدل على الضغط المائي في المنطقة في الفئتين الأولى والثانية، في حين تظهر أعلى تركزات للأملاح الكلية والموصلية في الفئات الثلاثة الأخيرة بسبب وجود خزان للآبار السوداء بالقرب من البئر 16 بالإضافة إلى تداخل مياه البحر للمياه الجوفية للخزان الجوفي السطحي في منطقة الدراسة بصورة عامة



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل10: التوزيع الجغرافي للأملاح الذائبة الكلية والموصلية الكهربائية في المياه الجوفية

ثانيا: التوزيع الجغرافي للخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان:

1. العسرة الكلية (Total Hardness(TH:

تلعب العسرة دوراكبيرا في تحديد جودة استخدامات المياه في مختلف نواحي الحياة، وهي تقلل أو تمنع من تكون رغوة الصابون، ويعود مصدرها إلى وجود أيونات الكلسيوم والماغنيسيوم في التربة نتيجة تحلل المواد العضوية من النباتات والكائنات الدقيقة وإذابة صخور الحجر الجيري والدولوميت من تم تسربها مع مياه الأمطار إلى الخزان الجوفي السطحي (خليل،2005،ص79، والخفاجي،2016،ص132) وأظهرت نتائج التحليل المختبري لعينات المياه الجوفي في محلتي الدراسة ارتفاع العسرة الكلية بشكل متباين حيث

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

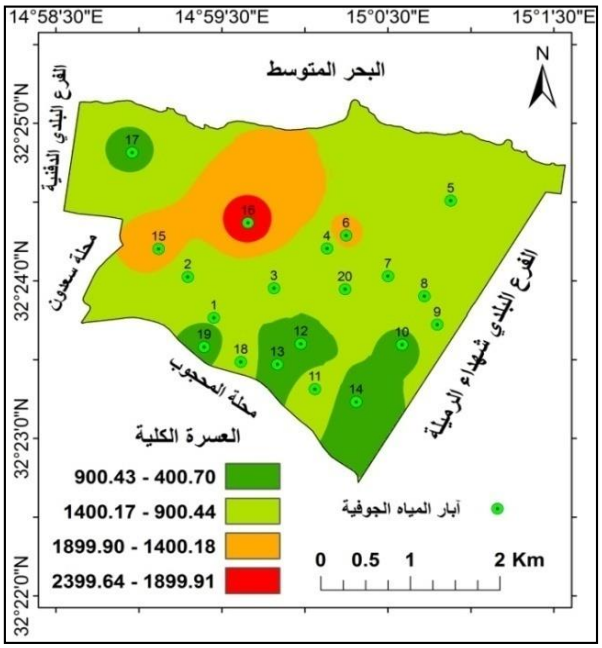
تراوحت بين 400 في البئر 13 و1800 ملغرام/لتر في البئر 15 في محلة السواوة في حين كانت بين 800 ملغرام/لتر في البئر 17 ونحو 2400 ملغرام/لتر في البئر 16 في محلة الآمان وبمعدل بلغ 1115 ملغرام/لتر (الجدول5) وكما تشير النتائج (الشكل11) أن العسرة تتزايد بالاتجاه نحو الشمال باتجاه البحر، حيث كانت العسرة الكلية في المياه الجوفية لآبار الآمان أعلى من المياه الجوفية في محلة السواوة بسبب القرب من البحر، وبذلك تكون مياه منطقة الدراسة عسرة جدا وفق تصنيف Todd، والذي يشير إلى أن المياه تكون عسرة جدا إذا تجاوزت 301 ملغرام/لتر (الجدول6). كما تجاوزت المياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان المعايير المحلية والدولية والبالغ حدها الأعلى 500 ملغرام/لتر (الجدول3) باستثناء بئر واحد في منطقة السواوة الذي وصل إلى الحد الأعلى وفق المواصفات الليبية 400 ملغرام/لتر.

الجدول5: الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان سنة 2021

المنطقة	رقم البئر	الكالسيوم Mg/L	الماغنيسيوم Mg/L	الكلورايد Mg/L	العسرة الكلية Mg/L	البيكربونات Mg/L	النترات Mg/L
محلة السواوة	1	280	48	702.9	900	244	23
	2	240	72	731.3	900	183	15
	3	240	72	706.45	900	305	7
	9	400	72	958.5	1300	183	16
	10	240	24	603.5	700	244	16
	11	240	144	1633	1200	244	15
	12	200	48	994	700	305	19
	13	120	24	1491	400	305	23
	14	200	48	532.5	700	122	13
	15	280	264	1881.5	1800	244	9
	18	280	144	1491	1300	305	20
	19	200	48	568	700	305	12
	20	200	144	1171.5	1100	305	28
محلة الآمان	4	200	192	1668.5	1300	244	25
	5	200	144	1881.5	1100	183	1
	6	280	192	1739.5	1500	305	18
	7	360	72	1455.5	1200	305	24
	8	320	144	1668.5	1400	305	7
	16	440	312	4331	2400	244	40
	17	280	24	781	800	183	8
	المعدل	260	112	1350	1115	253.15	17

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

المصدر: نتائج تحليل عينات المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بتاريخ 24- 29-30- 31/ 3/ 2021.



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل11: التوزيع الجغرافي للعسرة الكلية في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

الجدول6: تصنيف "Todd" لعسرة المياه ملغرام/ لتر

صنف الماء	درجة العسرة
يسر	75 - 0
عسر نسبياً	150 -75.1
عسر	300 -150.1
عسر جداً	أكثر من 301

المصدر: (الفهداوي، 2020، ص 152).

تنتشر العديد من الأملاح الذائبة قي المياه الجوفية على شكل أملاح متأنية، منها ما هي ذات شحنات موجبة (كاتيون) وأخرى سالبة (أيون) نفصلها كالآتي:

2. التوزيع الجغرافي للأيونات الموجبة:

1. أيون الكالسيوم Ca^{++}:

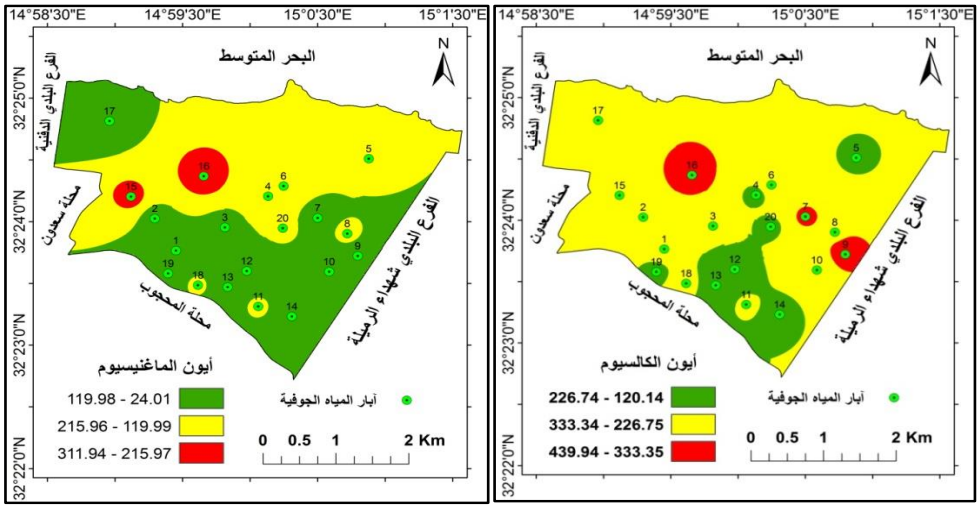
يعد من الأيونات المتوفرة بكثرة في المياه الجوفية بسبب الصخور الحافظة للمياه وخصوصا النارية وبالإضافة إلى ذوبان صخور القشرة الأرضية كالحجر الجيري، والطين، ويؤثر بشكل كبير في زيادة العسرة

الكلية للمياه (الخفاجي، وعبد الجليل، 2016، ص138، والصادي وآخرون، 2020، ص474)، وقد تراوحت تراكيز الكالسيوم في أبار المياه الجوفية بين 120 و400 ملغرام/لتر في محلة السواوة، في بلغت بين 200 و400 ملغرام/لتر في محلة الآمان وبمعدل 206 ملغرام/لتر (الجدول6) وبمقارنة أيون الكالسيوم في آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة مع المواصفات المحلية نجد أن أغلبها وصل إلى الحد الأعلى للحد المسوح به وهو200ملغرام/لتر وأكثر باستثناء البئر رقم 13 الذي يقع ضمن الحدود المسموع بها للاستخدامات المنزلية والزراعية، ويظهر من (الشكل12) أن الفئة الثانية بين 226.75–333.34 ملغرام/لتر لتركز أيون الكالسيوم تغطي مساحة كبيرة من منطقة الدراسة حيث تضم 10 آبار، في حين تتركز الفئة الأولى 120.14–226.74ملغرام/لتر في الجنوب والجنوب الشرقي من منطقة السواوة بعدد 5 آبار مقابل بئرين في محلة الآمان، والملاحظ أن هذه الآبار تقع في المناطق التركز السكاني، وأخيرا تركزت الفئة الثالثة 333.35–439.94ملغرام/لتر في المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة.

2. أيون الماغنيسيوم Mg^{++}:

يعد من أيونات الوفرة في المياه الجوفية وينتشر بنفس الصورة لأيون الكالسيوم، وتواجده بكثرة بسبب عسر الماء، ويشكل حجر الدولومات والحجر الجيري (الكربولي، 2017، ص148) المصدر الرئيس لأملاح الكالسيوم في مياه الآبار المدروسة؛ لأنها من مكونات خزان الحقب الرباعي أو الخزان الجوفي الضحل في منطقة الدراسة، ونلاحظ أن معدل أيون الماغنيسيوم بلغ 112ملغرام/لتر، حيث تراوحت قيمته بين 24–264ملغرام/لتر في محلة السواوة، وما يقارب بين 24 و312 ملغرام في لبئرين 17 و18 على التوالي في محلة الآمان (الجدول6)كما تقع معظم مياه الآبار الجوفية المدروسة ضمن المعايير الدولية والمحلية باستثناء 4 آبار منها عدد3 آبار في محلة الآمان وهي 4 و6 و16 على التوالي مقابل بئر واحد في منطقة السواوة وهو البئر15. ويشير التوزيع المكاني لأيون الماغنيسيوم تركز الفئة الأولى 24.01–119.98ملغرام/لتر في المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية، والشمال الغربي (الشكل12)، في حين شهدت الفئة الثانية انتشارا مكانيا في المناطق الوسطى والشمالية، وتركزت الفئة الثالثة في البئر15 بمحلة السواوة والبئر16 بمحلة الآمان.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل12: التوزيع الجغرافي للأيونات الموجبة في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

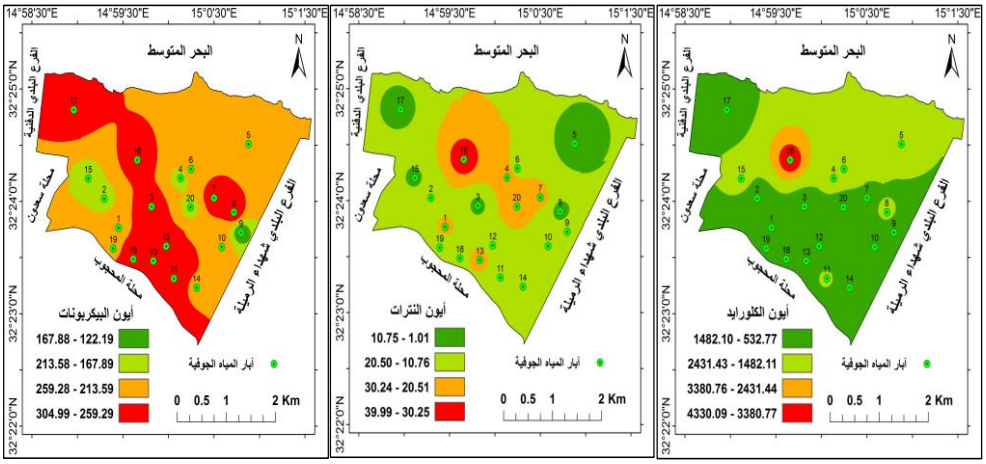
3ـ التوزيع الجغرافي للأيونات السالبة:

1. أيون الكلورايد Cl^-:

يعود وجود أملاح الكلورايد في المياه الجوفية إلى تسرب المياه من خزانات الآبار السوداء المنزلية أو الصناعية، ورسوبيات الزمن الرابع، بالإضافة إلى العلف الحيواني، وهي تتميز بسهولة ذوبانها وقلة انتشارها في القشرة الأرضية، وأهميتها (الكربولي، 2017ص157، والخفاجي، وعبد الجليل،2016،ص139-140). وبلغ متوسط الكلورايد في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة نحو1350ملغرام/لتر، وتراوح تركيزه بين 532.5 في البئر 13 و1881.5 ملغرام/لتر في البئر15 بمحلة السواوة في حين كان بين 781 و4331 ملغرام/لتر في محلة الآمان (الجدول6)، وتبين ارتفاع قيم الكلورايد في منطقة الدراسة حسب نتائج التحليل المختبري، حيث تجاوزت مياه الآبار الجوفية المدروسة الحدود المسموح بها محليا للشرب 200- 250 ملغرام/ لتر ،كما تجاوزت معايير منظمة الصحة العالمية والبالغ حدها الأعلى600 ملغرام باستثناء البئر 14 والبئر19 بمحلة السواوة واللذان سجلا 532.5 و568ملغرام/لتر على التوالي. ويشير (الشكل13) ويظهر تركز الفئة الأولى 532.77-1482.10ملغرام/لتر في المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية، وبالإضافة إلى أقصى الشمال الغربي من محلة الأمان (الشكل13)، في حين شكلت الفئة الأخير أعلى تركز لأيون الكلورايد في المياه الجوفية في منطقة الآمان في البئر 16، ويعزى هذا الارتفاع في تركيز الكلورايد من خلال الدراسة الميدانية إلى تسرب مياه الآبار السوداء إلى الخزان الجوفي السطحي حيث وجود خزان المخلفات

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

البشرية بالقرب من البئر مع زيادة تركزه في الآبار الجوفية بمحلة الآمان مقارنة بمحلة السواوة ولعل السبب في ذلك يرجع إلى تداخل مياه البحر إلى هذه الآبار.



المصدر: الباحثين باستخدام GIS

الشكل13: التوزيع الجغرافي للأيونات السالبة في المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

2. أيون النترات No_3:

تعد النترات أحد صور النتروجين في المياه، وتتعدد مصادره منها: ما تحمله مياه الأمطار من الجو إلى سطح الأرض وما يتسرب من المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعة واستخدامها للأسمدة النيتروجينية والعضوية إلى خزانات المياه الجوفية (العيساوي،2013، ص106)، حيث لم يتجاوز أيون النترات في مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة المعايير المحلية والدولية والتي حددت قيمته 50 ملغرام/لتر، فقد بلغ المتوسط 17ملغرام/لتر، وتراوح تركيزه بين 7–28 ملغرام/لتر في البئرين 3 و20 على التوالي في محلة السواوة، في حين كان بين 1 و40 ملغرام/لترفي محلة الآمان (الجدول6) كما تباينت تركيزه مكانيا بين آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة (الشكل13) حيث نلاحظ من خلاله تركز الفئة الأولى 1.01–10.75 ملغرام/لتر في الوسط والشمال الغربي والشرقي، في حين كان الامتداد المكاني للفئة الثانية الأكثر انتشارا في الجنوب والوسط والشمال، أما الفئة الثالثة 20.51– 30.24 ملغرام/ لتر فقد ظهر امتدادها المكاني في الجنوب والوسط وضمت 5 آبار للمياه الجوفية 20،13،7،4،1 على التوالي، في حين غطت الفئة الأخيرة بئر واحد 16 في محلة السواوة بسبب تسرب المياه العادمة (الآبار السوداء) إلى مياه البئر.

Scientific Journal of Faculty of Education, Misurata University -Libya, Vol. 2, No. 18, Sep. 2021
Published online in September
المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة، ليبيا، السنة السابعة، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر 2021
Issn :2710- 4141

3. أيون البيكربونات HCO_3:

تعود مصادر أيون البيكربونات في المياه الجوفية إلى عمليات الإذابة لما يحويه الغلاف الجوي من مواد كربونية مع مياه الأمطار وتسربها إلى خزان الماء السطحي بمنطقة الدراسة (الكربولي،2017،ص152). فقد أظهرت نتائج التحليل المختبري لمياه الآبار الجوفية تراوح قيمة أيون البيكربونات بين 122 – 305 ملغرام/لتر وبمتوسط عام بلغ 253ملغرام/لتر (الجدول6)، حيث سجلت جميع آبار للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان قيما ضمن المعايير المحلية والدولية والبالغة بين 125–350ملغرام/لتر، حيث تمثل الفئة الأولى والثانية مجموعة من آبار المياه الجوفية ذات قيما لأيون البيكربونات تراوحت بين 122.19–213.58ملغرام/لتر، والتي تضم البئر9، 2، 20،4،15، وتظهر في غرب ووسط وشرق منطقة الدراسة، في حين وقعت باقي الآبار ضمن حدود 213.59 – 304.99 والتي تغطي مساحة واسعة من منطقة الدراسة (الشكل13).

النتائج:

أظهرت الدراسة مجموعة من النتائج أهمها :

1. يمثل الخزان الجوفي بمنطقة الدراسة جزءاً من خزان الحقب الرابع، ويتكون من تكوينات الحجر الجيري والرملي والمارل والدولومات مع تداخلات من الطين والصلصال.

2. تنوع الموارد المائية في محلتي السواوة والآمان، حيث تهطل الأمطار الشتوية بمعدل عام نحو203.5مم للفترة 1985–2016، كما تمتاز منطقة الدراسة بمحدودية المياه الجوفية في الخزان السطحي، وتدهور نوعيته بالإضافة إلى وجود شبكة المياه العامة التي تغذي منطقة الدراسة بالمياه المنقولة عبر النهر الصناعي عن طريق خزانات علوية.

3. أن المياه الجوفية متعادلة مع اتجاهها نحو القاعدية، حيث نلاحظ ارتفاع قيم الرقم الهيدروجيني في مناطق التركز السكاني والمناطق القريبة من البحر، ويظهر بمقارنة النتائج مع المعايير القياسية الليبية والدولية أن عينات المياه الجوفية للآبار المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها والبالغة 6.5–9.2 مما يضمن صالحتها للاستخدامات المختلفة.

4- تراوح درجة الملوحة في عينات آبار المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بين متوسطة الملوحة بعدد 19 بئر والمالحة بئر واحد بالاعتماد على تصنيف Drever في حين كانت المياه بين قليلة الملوحة بنحو 10 آبار ونحو 9 آبار ذات ملوحة عالية، وبئر واحد مالح جدا حسب تصنيف klimentove.

5. ارتفاع العسرة الكلية بشكل متباين حيث تراوحت بين 400 في البئر 13 و1800 ملغرام/لتر في البئر 15 في محلة السواوة في حين كانت بين 800 ملغرام/لتر في البئر 17 ونحو 2400 ملغرام/لتر في البئر 16 في محلة الآمان وبمعدل بلغ 1115 ملغرام/لتر

6. تتزايد العسرة الكلية بالاتجاه نحو الشمال باتجاه البحر، حيث كانت العسرة الكلية في المياه الجوفية لآبار الآمان أعلى من المياه الجوفية في محلة السواوة بسبب القرب من البحر، وبذلك تكون مياه منطقة الدراسة عسرة جدا وفق تصنيف Todd.

7. تراوحت تركيز الكالسيوم في أبار المياه الجوفية بين 120 و400 ملغرام/لتر في محلة السواوة، في بلغت بين 200 و400 ملغرام/لتر في محلة الآمان وبمعدل 206 ملغرام/لتر

8. يشير التوزيع المكاني لأيون الماغنيسيوم تركز الفئة الأولى 24.01–119.98ملغرام/لتر في المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية، والشمال الغربي، في حين شهدت الفئة الثانية انتشارا مكانيا في المناطق الوسطى والشمالية، وتركزت الفئة الثالثة في البئر15 بمحلة السواوة والبئر16 بمحلة الآمان.

9. تجاوزت أملاح الكلورايد في مياه الآبار الجوفية المدروسة الحدود المسموح بها محليا للشرب 200– 250 ملغرام/ لتر،كما تجاوزت معايير منظمة الصحة العالمية والبالغ حدها الأعلى600 ملغرام باستثناء البئر 14 والبئر19 بمحلة السواوة واللذان سجلا 532.5 و568ملغرام/لتر على التوالي.

10.لم يتجاوز أيون النترات في مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة المعايير المحلية والدولية والتي حددت قيمته 50 ملغرام/لتر، فقد بلغ المتوسط 17ملغرام/لتر، وتراوح تركيزه بين 7–28 ملغرام/لتر مع تباين تركيزه مكانيا بين آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة حيث تركز التوزيع الجغرافي للفئة الأولى 1.01–10.75 ملغرام/لتر في الوسط والشمال الغربي والشرقي، في حين كان الامتداد المكاني للفئة الثانية الأكثر انتشارا في الجنوب والوسط والشمال، أما الفئة الثالثة 20.51– 30.24ملغرام/لتر فقد ظهر امتدادها المكاني في الجنوب والوسط.

11. سجلت جميع آبار للمياه الجوفية في محلتي السواوة والآمان قيما لأيون البيكربونات ضمن المعايير المحلية والدولية والبالغة بين 125–350ملغرام/لتر.

ثانيا: التوصيات:

1. عدم استعمال مياه الآبار إلا بعد إخضاعها للتحاليل المخبرية للتأكد من صلاحيتها للاستخدامات المختلفة وفق المواصفات القياسية الليبية والدولية.

2. وقف حفر الآبار السطحية الضحلة وفرض القيود ووضع التراخيص والمراقبة الدورية، ومعاقبة المخالفين.

3. ردم كل الآبار السطحية غير الصالحة للاستخدام البشري وخاصة القريبة من خزانات الآبار السوداء، ودراسة مدى جودة المياه الجوفية في الخزانات الجوفية العميقة وخصائصها في منطقة الدراسة.

3. إقامة محطة رئيسية لتنقية مياه البحر وإزالة عسرها لتغذية سكان المنطقة والمناطق المجاورة بالمياه الصالحة للاستخدامات المختلفة

4. توظيف نظم المعلومات الجغرافية في بناء قواعد البيانات للخصائص النوعية للمياه الجوفية وإنتاج خرائط رقمية توضح الاختلافات المكانية.

المراجع:

أولا: الكتب والدوريات

1- الزهيري، لميس سعد، وعروبة عزيز العاشقي، (2020)، التحليل المكاني للمياه الجوفي في ناحية الوحدة وسبل استثمارها، مجلة آفاق للعلوم، المجلد5، العدد3، العراق.

2- الصادي، يوسف بشير، وآخرون (2020)، دراسة جودة مياه الري بالمشاريع الزراعية بمنطقة مصراتة، جامعة مصراتة، مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية، المجلد الأول، العدد الثاني، يونيو، ليبيا.

3- الضراط، عبد الرحمن الصادق (2020)، تقدير الأملاح الكلية الذائبة والتوصيل الكهربائي والكلورايد في عينات من بعض الآبار الجوفية القريبة من مصنع الحديد والصلب مصراتة، مجلة الأكاديمية (العلوم التطبيقية)، العدد 16، يوليو، ليبيا

4. الطلحي، جاد الله عزوز، (2003)، حتى لا نموت عطشا، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة، ليبيا.

5- الطنطاوي، عطية محمود، (2000)، موارد المياه في ليبيا، المكتب المصري للنشر والتوزيع، القاهرة.

6- الفقي، يوسف مُحَّد، فتحي علي صويد (2016)، تقييم المياه الجوفية الضحلة (طبقة حاوية غير محصورة) لبعض آبار مياه منطقة مصراتة ومدى ملائمتها للشرب والري، الجامعة الأسمرية، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، المجلد2، العدد 2، ديسمبر، ليبيا.

7. خليل، مُحَّد أحمد(2005)، المياه الجوفية والآبار، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، عابدين، القاهرة.

8. سليم، علي مصطفى، وأسمهان علي المختار،(2020)، الخرائط المناخية لمنطقة الزاوية دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات المكانية، جيوتك4، طرابلس 3-5 مارس.

9. عبد الجليل،عبد الله، وأياد خير الله الخفاجي،(2016)، دراسة بيئية وبايلوجية في مدينة الفلوجة غرب العراق، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد14، العدد2، العراق.

10- عيبلو، جمال الدين مُحَمَّد، (2010)، الموارد المائية في كتاب جغرافية مصراتة، تحرير: ونيس عبد القادر الشركسي، وحسين مسعود أبومدينة، مصراتة، مكتبة الشعب، ليبيا.

11. كبا، رامي، وأحمد مجر، (2020)، تقييم نوعية المياه الجوفية وتأثير استخدامها في الري على ملوحة التربة السطحية في شمال شرق سوريا (اليعربية)، المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد7، العدد1، سوريا.

12- مسعود، عياد فرج، وعامر علي غيث، (2019)، تحديد نوعية المياه الجوفية في مدينة بني وليد ومدى صلاحيتها للاستخدام البشري، مجلة روافد المعرفة، العدد6، جامعة الزيتونة، كلية الآداب والعلوم، ترهونة، ديسمبر، ليبيا.

13. مُحَمَّد، صفاء جاسم، ورافد موسى عبد، وصادق نغيمش جاسم،(2019)، النمذجة المكانية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في بادية محافظة المثنى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة مداد الآداب، الجامعة العراقية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات،عدد خاص بالمؤتمرات،

ثانيا: الرسائل العلمية

1. بشير، أحلام مُحَمَّد(2020)، دور التقنيات المكانية في تقييم كفاءة الخدمات المجتمعية في الفرع البلدي زاوية المحجوب، (رسالة ماجستير غير منشورة) قسم الجغرافيا الأكاديمية الليبية، مصراتة، ليبيا.

2. الجياشي، جاسم وحواح (2017)، التحليل المكاني للموارد المائية في الرسوبيات في بداية محافظة المثنى واستثماراتها،(رسالة ماجستير غير منشورة)،قسم الجغرافيا،كلية التربية للعلوم الإنسانية،جامعة المثنى،العراق.

3. الخفاجي، سيف مجيد، (2016)، المياه الجوفية وإمكانية استثمارها في منطقة الرحاب– محافظة المثنى، رسالة ماجستير (غير منشورة) قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة الكوفة، العراق.

4- الكربولي، علي سليمان (2017)، تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية وأثره في الاستخدامات البشرية في قضاء كركوك، (أطروحة دكتوراه غير منشورة) قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، العراق.

5- الكرنز، سامي أحمد (2017)، استخدام تقنية نظم المعلومات السحابية لإنشاء قاعدة بيانات لمراقبة جودة المياه الجوفية في قطاع غزة، (رسالة ماجستير غير منشورة) كلية العلوم، الجامعة الإسلامية– غزة.

6. العيساوي، صادق عزيز، (2013)، تحليل مكاني لخصائص المياه الجوفية في هضبة النجف، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكوفة، العراق.

7. عمار ياسين عواد صالح الفهداوي، (2020)، تحليل جغرافي للمياه الجوفية في قضاء الرطبة وإمكانية استثمارها، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، قسم الجغرافية.

8. محمود، نور مصباح، (2013)، التقييم المائي لنوعية مياه آبار الشرب في محافظة خان يونس من عام (2000-2013) رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية، غزة.

ثالثا: التقارير والنشرات:

1. الشركة الليبية للحديد والصلب، (2021)، معالجة المياه، بيانات غير منشورة، مركز التدريب بمحطة الكهرباء وتحلية المياه، زيارة ميدانية بتاريخ 24- 29- 30- 31/ 3/ 2021.

2. الهيئة العامة للمياه، (2006)، الوضع المائي بالجماهيرية العظمى، بيانات غير منشورة.

3. محطة الأرصاد الجوية مصراتة، بيانات الأمطار الشهرية لمحطة قياس المطر بمنطقة زاوية المحجوب ،بيانات مناخية غير منشورة، زيارة ميدانية بتاريخ 2021/3/30.

4. منظمة الصحة العالمية

5. وزارة الحكم المحلي، (2015)، حدود بلدية مصراتة وفروعها والمحلات التابعة لها، التقسيم الإداري لبلدية مصراتة، مصراتة.

رابعا: **المقابلات الشخصية:**

1. أشلاك، علي، (2021)، مدير إدارة مكتب المياه في زاوية المحجوب، مقابلة شخصية بتاريخ 23/ 3/ 2021.