مـــدى جودة المياه الجوفية بمنطقة تليل للشرب

أ. عبد الكريم خليفة القبلاوي ـ كلية الآداب - جامعة الجفرة

مقدمـــــة :

تعد الموارد المائية الجوفية في المناطق الجافة وشبه الجافة العصب الرئيسي للحياة وتنوع الأنشطة الاقتصادية للسكان، غير أن تذبذب وقلة كميات الأمطار المغذي الرئيسي والوحيد لهذه الموارد؛ وجـــه وبشكل ضروري الاهتمام بالبحث والدراسة لظاهرة جودة المياه الجوفية بطرق عديدة ، والتي يمكن من خلال نتائجها الانتباه، والمحافظة على هذه الموارد ؛ بل وزيادة تنميتها ، وتنظيم إدارة استخدامها، والمحافظة على جودة صلاحيتها، ودراســـة مدى جودة المياه الجوفية إدارة مفيدة لتنفيذ التدابير المناسبة للحدّ من إشكاليات تلوث مصادر المياه من خلال تتبع الخصائص الفزيائية والكيميائية لمتوسط عينات من المياه الجوفية ومقارنتها مع الحدود المسموح بها عالميا ومحليا.

يعتمد الإنسان في تلك البيئات على محاولة ممارسة النشاط الزراعي والرعـــوي معتمدا على الزراعة المروية أحيانا والزراعة البعلية لتوفير احتياجاته الغذائية تحت تأثير مشكلة الجفاف ، وانتشار الملوحة، حيث لوحظ في شمال غرب ليبيا، وفي منطقة تليل غرب بلدية صبراتة أن هناك تغيّر في نوعية مياه الشـــرب في الكثير من آبار المياه الجوفية بها، وهذا كان الدافـــع نحو دراســـة هذه الظاهرة.

مشكلة البحـــث:

تكمن مشكلة البحث في عدم القدرة على استساغة المياه الجوفية من آبار منطقة تليـــل للشرب والاستخدام المنزلي ، بمعنى ما هي العناصر المعدنية والفزيائية المتواجدة بهذه المياه حتى جعلت مياهها غير ملائمة للشرب والاستخدام الاقتصادي ؟

فرضيات البحث :

تعد الفرضية نقطة تحـــول في البناء النظري إلى التصميم التجريبي للإجابة عن الاشكالية القائمة ، وللفروض أغراض عدة منها : توقـــع استنتاجات محتملة تفرض على الباحث إطارا فكريا معينا يساعده على رســـم الخطوات التالية للبحث ، وتعينه على اختيار وسائله الاحصائية التي يستخدمها في التحليل وتفسير بياناته، بالإضافة إلى

أن الفروض تساعد الباحث على وضع هيكل عام لتقديم نتائج بحثه بطريقة تعين القاري على فهمه[1]. وانطلاقا مما سبق أمكن صياغة الفرضيات التي تتمحور حول الاجابة على التساؤلات الآتيـــــــة:

ــ ما نسب العناصر المعدنية المختلطة بالمياه الجوفية بمنطقة الدراسة ؟ .

ــ ما مدى تركز المجموعات الكيميائية في المياه الجوفية؟ وما مدى مطابقتها للمواصفات الصحية المحلية والعالمية؟

أهمية البحث:

ــ تسليط الضوء على أن المناطق الساحلية تباينت بها مؤثرات العناصر المعدنية حتى أصبحت غير ملائمة للاستخدام البشري رغـــم التزايد السكاني بها.

ــ توجيه الاهتمام نحو أسباب زيادة نسب المكونات الكيميائية في المياه الجوفية ، والتي من شأنها الإضرار بصحة السكان من ناحية، والحد من هدر الموارد الطبيعية من خلال تركها للفساد، من ناحية أخـــرى.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى محاولة الوصول إلى أكثر العناصر المعدنية انتشارا بالمياه الجوفية بمنطقة الدراسة ، حتى يمكن وضع مقترحات لتلك المشاكل، بالإضافة إلى توضيح مقدار ونسب المركبات الكيميائية المختلطة بالمياه الجوفية ، والتي جعلتها بعيدة عن المواصفات المحلية والعالمية.

منهجية البحث :

لتحقيق أهداف البحث تم الاعتماد على منهجين هما:

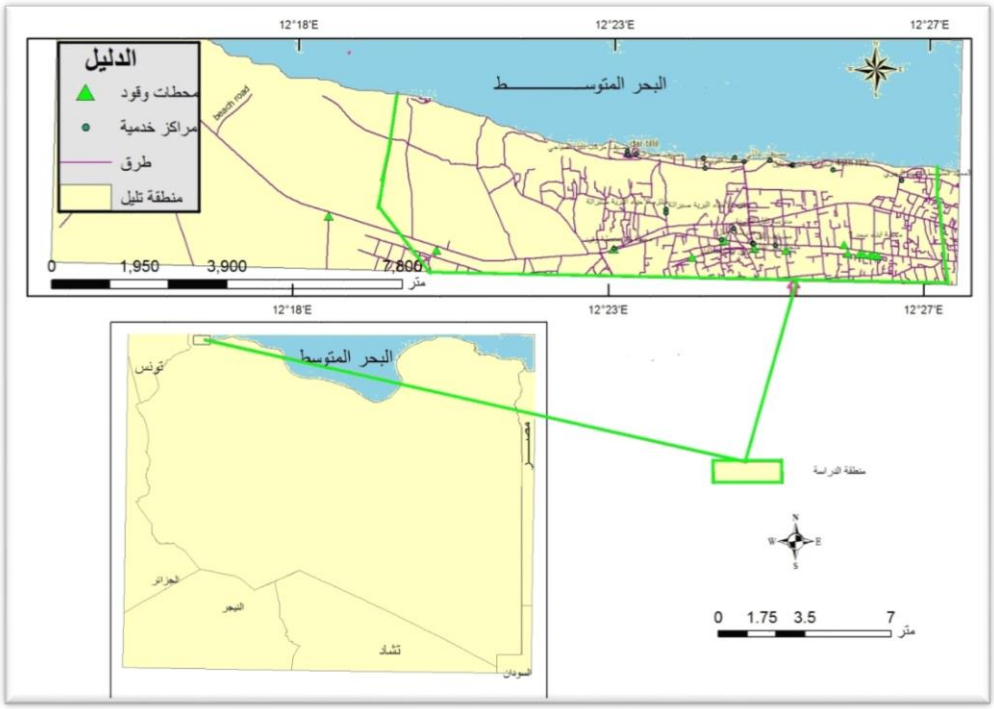
أـ المنهج التحليلي(Analytic Approach) لتحليل البيانات الكمية المتعلقة بموضوع البحث، والمنهج الاستنتاجي(Deductive Approach) ، وتم بواسطته استنتاج النتائج من القيم التي تم تحليلها لخصائص مياه الشرب بالمنطقة.

خطة البحث :

وقد تم تقسيم البحث إلى إطار نظري كمبحث أول، ثم خصص المبحث الثاني لدراسة مكونات العناصر المعدنية في مياه الآبار، والمبحث الثالث: لتوضيح علاقة الارتباط بين خصائص مياه الشرب بأعماق مياه الآبار في منطقة تليل مختتما بأهم النتائج التي تم التوصل إليها قبل تدوين ما تم الاعتماد عليه من مصادر ومراجع.

الموقـــــع الجغرافـــــي : تقع منطقة تليل غرب مدينة صبراتة بليبيا محاذية لمياه البحر المتوسط في شمالها، ويحدها شرقا مركـــز مدينة صبراتة، والعجيلات من الجنوب والغرب كما بالشكل (1) تمتد على أرض صخرية في جزئها الشرقي ، وتنبسط كلما اتجهنا نحو الغرب ، ولها ساحل رملي يزيد عن ثلاث كيلو مترات باتساع يبلغ في المتوسط200 مترا يشتهر(بمصيف تليل)، وتقع فلكيا بين خطي طول 17 ¯ 12°، و27 ¯ 12°شرقا، وحول خط طول 50.1" 36 ¯ 32°شمالاً.

شكل(1)الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة:



المصدر إعداد الباحث استناداً إلى: 1- أمانة المرافق ، التخطيط العمراني صبراتة ، خريطة الحدود الإدارية.
-https://www.google.com/search?biw=1366&bih=625&sxsrf

الدراســـات السابقة:

اهتمت العديد من الدراسات بالمياه الجوفية من حيث كمياتها ونوعية جودتها للاستخدام الاقتصادي بعامة، حيث يواجه سكان المناطق الجافة وشبه الجافة في ليبيا نوعا من شح الأمطار التي تقل عن حاجة الاستهلاك المائي للغطاء النباتي؛ مما قلل من

إنتاجيتها عن الإنتاج العالمي بكثير وقد يصل إلى 49% فقط من المتوسط العالمي[2].
ومن بين الدراسات كانت:

1- **دراســــــــــة : السعيدي ومحمد2012م** عن خزانين مائيين في حوض مرزق اللذين يواجهان تزايدا في هبوط منسوب المياه الجوفية بهما بسبب تزايد السحب في مشروعي اشكدة والاريل الزراعيين ، وتوصلا الى نتائج أشارت الى أن معدل هبوط منسوب المياه الجوفية يصل الى واحد متر في السنة، وأن هناك تغيرات في قيم الاس الهيدروجيني بلغ 0.38، ووصلت تراكيز عنصري الصوديوم والماغنيسيوم الى 36.58، 6.69 ملجرام لكل لتر على التوالي، وسجل تركز الكلوريد 51.60%، بينما الكبريتات بلغت 16.76ملجرام لكل لتر، واوصت الدراسة بتفعيل القوانين الخاصة بعدم استنزاف المياه الجوفية، واتباع طرق الري التي تكفل استهلال اقل للمياه واكثر مردودية في الانتاج[3].

بينما دراسة الشكل2015م حول تحديد تركيز الاملاح الذائبة الكمية والعسرة الكمية للمياه الجوفية بمدينة الزاوية، من خلال تحليل 30 عينة اخذت من مياه الابار تم تحديدها عشوائيا في منطقة الدراسة، وأكدت النتائج أن هناك تراكيز للأملاح الذائبة وكذلك الكالسيوم والماغنيسيوم والعسرة الكمية في اغلب العينات مرجحا ذلك الى تداخل مياه البحر الى المياه الجوفية، وعامل التلوث نتيجة للاستخدام المرط للمياه بعامة[4].

وبينت دراسة محمد (2017م) حول تقييم المياه الخام ومياه الشرب لحوالي 24 مشروعا أن جل المكونات الكيميائية كانت ضمن الحدود المسموح بها عالميا ومحليا عدا الكالسيوم الي فاق الحدود المسموح بها، وسجلت المياه الخام تذبذبا في النسب المئوية قبل ضخها للمواطنين لغرض الشرب، واشارت الى أن وحدات المعالجة في تلك المشاريع لا تطهر كفاءة لإزالة الملوثات بالشكل الصحيح[5].

اهتمت دراسة العماري وعبدالعزيز2018م بتقييم جودة المياه الجوفية باستخدام مؤشر جودة المياه WQI في منطقة النواحي الاربعة بليبيا معتمدة على 14 عينة من المياه الجوفية خلال صيف 2015م، واظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه الجوفية أنها ضمن الحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية الليبية للشرب[6].

مواصفات المياه الجوفية : تعرف المياه الجوفية على أنها المياه المتواجدة تحت سطح الأرض في المنطقة المشبعة، وتكون الصخور والتربة فيها مسامية ومتصدعة ومتشققة

ومليئة بالمياه بشكل كامل، وتحتوي المياه الجوفية على مواد عالقة وأخرى ذائبة حسب التكاوين الجولوجية أي بنسب متفاوتة تحدد صفاتها الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية[7].

وتتأثر المياه الجوفية بالعديد من العوامل وتسبب في تلوثها ، ومنها تسرب المياه العادمة ورشحها لاحتواها على تركيزات عالية من النترات والبكتريا والفيروسات والمعادن الثقيلة وكذلك المركبات النيتروجينية[8].

ويتنوع أثر المخلفات سواء كانت الصناعية أو البشرية على وجود أحياء مجهرية مرضية ، والتي ليس لها القدرة على الحياة في الماء النقي إلا أنها تستطيع البقاء مدة زمنية معينة، مسببة في العديد من الأمراض للإنسان والحيوان كما بالجدول (1)

جدول(1) أهم الأمـــراض والاحياء المجهرية المسببة لها والمنقولة عن طريق المياه الملوثة لها

المرض	الاحياء المجهرية
الكوليرا	Vibrio cholerae
حمى التيفويد	Salmonella typhi
حمى الباراتيفوئيد	Salmonella paratyphi A.B
الزحار البكتيري	Shigella dysenteriae
التهاب الامعاء والمعدة	Archo bacter butzteri
التهاب الكبد الفيروسي	Hepatits viros A
الزحار الاميبي	Entamoeba histolytica

المصدر: حسين محمود الشكري، مدى حميد كجيد، ابتسام مجيد راشد، تقييم مياه ابار الزراعة كيميائيا واحيائيا وصلاحيتها للاستخدامات الزراعية طبقا لتصانيف عالمية، مجلة العلوم الزراعية،38(6):1-13،(2007) ، ص3.

عينة الدراســـــة:

بعد الحصر الميداني للآبار المنتجة للمياه الجوفية ، والتي تستغل مياهها للشرب والاستهلاك المنزلي، تم تحديد واختيار عدد 20 بئرا بالطريقة العشوائية لجمع عينات من مياهها الجوفية، خـــلال الفترة من 2018 إلى 2020 م.

اسلوب التحليل:

جمعت العينات من الآبار المحددة في عبوات بلاستيكية سعة لتر ونصف، ونقلت إلى معمل التحليل لإجراء الاختبارات الكيميائية عليها قيل ست ساعات من جمعها، بهدف حصر العناصر الثقيلة والمجموعات الكيميائية، وحساب قيم بعض الخواص الفيزيائية الآتية:

قيمة الحموضـــة والقاعديـــة (PH) باستخدام جهازPH meter.، الاملاح الكلية الذائبةT.D.S، Total Dissolved Salts .)، الكبريتات+SO_4. Sulfate.

الكلور-CI،Chloride . ، العسر الكلي(Hardness Total).معدل العكارة باستخدام جهازNephelometry. ، معدل القلوية.Total Alkalinity . ، البيكربوناتHCO_3، النيتريتNO_2، النتراتNO_3 ، الامونيا NH_4،، الكالسيوم ++Ca، المغنسيومMg+، الفوسفاتP_2O_4، ثاني أكسيد الكربونCO_2، صوديوم+Na، البوتاسيوم+K، وحديدIron،Fe ، أما المجموعات الكيميائية فكانت باستعمال Electrical Conductivity (Ec).

المبحث الأول ـ مكونات العناصر المعدنية في مياه الآبـــار :

من خـــلال نتائج التحليل المعملي تم تصنيف نسب مكونات العناصر والمركبات في مياه الآبار المستهدفة، وكذلك حساب الحد الأعلى والحد الأدنى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل من الحامضية والقاعدية (PH)، الاملاح الكليةTDS، الكبريتات+SO_4، الكلور-CI، العسر الكلي، معدل العكارة، معدل القلوية، البيكربوناتHCO_3، النيتريتNO_2، النتراتNO_3، الامونياNH_4، الكالسيوم+Ca، المغنسيومMg+، الفوسفاتP_2O_4، ثاني أكسيد الكربونCO_2، صوديوم+Na، البوتاسيوم+K ، وحديد Fe. ، وكانت النتائج كما بالجدول (1) وشكل(2) وهي:

1ـ الحامضيـــة والقاعديـــة (PH): ويطلق عليه الاس الهيدروجيني، إذ يعد المحلول حامضيا عندما تقع حدود الأس الهيدروجيني بين (الصفر ــ7)، وتكون متعادلة عند الرقم (7) ، وهي تساوي الحموضة في الماء النقي كما بالشكل(3)عند درجة حرارة (25°م)، أما إذا كانت أكثر من (7) فإن المياه تكون قلوية (مالحة)[9].

تميل المياه في الطبيعة دائما نحو القاعدية التي تكون فيها قيمة (PH) أكثر من 7درجات ، وبخاصة الجوفية منها، اذ سجلت في منطقة الدراسة القيمة المتوسطة 7.25 فيما كانت قيمة الحد الادنى 5.91 ، والحد الاعلى 8.00 بانحراف معياري قدره **0.612**، وهذا المعدل يعتبر ضمن الحدود الامنة (6.2-7.4) ، حسب المواصفات القياسية الليبية ، وتدل القيمة الصغيرة للانحراف المعياري على التجانس في مستوى الكبريتات بين الابار المدروسة.

شكل(3) درجات حموضة المياه الجوفية ومواد تكوينها

(الأس الهيدروجيني)	
المادة	أس هيدروجيني
حمض كلور الماء, 10م	-1.0
البطارية الكهربائية أحماض	0.5
أحماض المعدة	1.5 – 2.0
عصير الليمون	2.4
الكولا	2.5
الخل	2.9
بيرة	4.5
مطر حمضي	<5.0
قهوة	5.0
صحية (جلد) بشرة أو شاي	5.5
حليب	6.5
ماء مقطر	7.0
سليم إنسان لعاب	6.5 – 7.4
دم	7.34 – 7.45
ماء البحر	7.7 – 8.3
صابون يد	9.0 – 10.0
أمونياك	11.5
مُبَيِّض الملابس	12.5
هيدروكسيد الصوديوم	13-13.5

نقلا عن: ، عبدالعظيم قدورة مشتهى، مياه الابار الجوفية والينابيع وخصائصها في الصفة الغربية – فلسطين للفترة 2008– 2010م، مجلة جامعة فلسطين للأبحاث والدراسات، العدد السادس، يناير 2014م ، ص 31.

2- **الامـــــلاح الكليـــــة الذائبـــــة** T.D.S: وهي مجموعة المواد الصلبة الذائبة في الماء ذوبانا حقيقيا تبقى مع الماء بعد عملية الترشيح ، ولا تتضمن المواد العالقة والرغويات والغازات الذائبة، وارتفاع كميتها تعد من أهم ملوثات المياه الجوفية[10]. سجلت القيمة المتوسطة 1083.21 ، فيما كانت قيمة الحد الأدنى 78.8 ، والحد الأعلى 5715 بانحراف معياري قدره 1221.935. المعدل يعتبر أعلى بقليل عن الحدود الآمنـــة (500-1000) حسب المواصفات القياسية الليبية ، وتدل القيمة الكبيرة للانحراف المعياري على التباين الشديد في مستوى الأملاح الكلية بين الآبار المدروسة.

3- **الكبريتـــات++ SO_4** : أن ذوبان صخور المتبخرات(الجبسم والانهايدرايت) من أهم مصادر هذا الايون في المياه الجوفية، كما أن أكسدة معادن البايريت والماركسايت

في صخور الطفل والطين مصدراً آخـــر له ، وينتـــج كذلك من تحلل المواد العضوية، ومن استخدام الأسمدة الكيمياوية التي يدخل الكبريت في تركيبها ؛ لأنه مغذي للنبات ويتأثر ايون الكبريتات في المياه الجوفية بوجود البكتيريا المختزلة للكبريتات حيث تسبب هذه البكتيريا اختزال الكبريتات إلى كبريتيدات ، وانتاج غاز S_2H كناتج عرضي[11] . سجلت القيمة المتوسطة 271.27 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 1.9 والحد الأعلى 1580.8 بانحراف معياري قدره 349.133 ، وهذا المعدل يعتبر ضمن الحدود الآمنة (200-400) حسب المواصفات القياسية الليبية ، وتدل القيمة الكبيرة لانحراف المعياري على التباين الشديد في مستوى الكبريتات بين الآبار المدروسة.

4- **الكـــلور**-CI: توجد هذه المادة في معظم مياه الأنهار والبحار، لذا فإن أي زيادة مفاجئة في المياه الجوفية تدل على حدوث تلوث للماء ويسبب وجود الكلورايد في الماء بنسبة كبيرة طعماً ملحياً ضاراً للإنسان والحد المقبول للكلورايد في مياه الشرب هو (250) ملجم/ لتر[12], وبالرجوع إلى المعايير التي حدتها منظمة الصحة العالمية , فان الحدود المسموح بعا بين 200–600 ملجم/ لتر ، وإذا تجاوزت عن الحد المسموح به تعتبر المياه غير صالحة للشرب، وبلغت القيمة المتوسطة في آبار منطقة الدراسة 327.17 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 28.4 والحد الأعلى 1801 بانحراف معياري قدره384.231 وهذا المعدل رغم أنه ضمن الحدود الآمنة حسب المواصفات القياسية الليبية الا أن القيمة الكبيرة لانحراف المعياري تدل على التباين الشديد في مستوى الكلورايد بين الآبار المدروسة.

5- **العســـــرة الكلية TH** : ويقصد بالعسرة الكلية : صفات الماء الحاوي على التركيز الكلي الأيوني الكالسيوم والمغنسيوم الموجب ثنائي التكافؤ مع جزيئات سالبة كالنترات، الكبريتات، البيكربونات، وهذه الخاصية تمنع تكوين الرغـــوة عند استخدام الصابون[13]. وسجلت القيمة المتوسطة 700.519 فيما كانت قيمة الحد الأدنى31.3 والحد الأعلى3225 بانحراف معياري قدره 754.938.

6- **معـــدل العكارة** : وهي مقياس لدرجة نقاوة المياه، و يرجع سبب العكورة إلى وجيود دقائق عالقة أو ذائبة في المياه، وكميتها ودقة حبيباتها تُحدد نسيبة العكورة وتتناسب معها طردي، مثل: (دقائق التُربية والطيين والرمل والمواد العضوية واللاعضوية)، وكمية العكورة في المياه الجارية أعلى من المياه الراكدة، بسبب حركية الترسيبات مع تيار المياه [14]. وتزداد بزيادة منسوب المياه وبعد هطول

الأمطار وفي حالة الفيضانات [15]. وسجلت القيمة المتوسطة 0.5415 فيما كانت قيمة الحد الادنى 0.0 والحد الاعلى 2.0 بانحراف معياري قدره 0.7450.وهذا المعدل يعتبر اعلى من الحدود الامنة اذ يفترض ان يكون معدل العكارة 0.0 حسب المواصفات القياسية الليبية والدولية .

7- **معـدل القلويـــــة** : سجلت القيمة المتوسطة 128.8265 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 16.96والحد الأعلى 212.2 بانحراف معياري قدره 70.956.

جدول() تراكيز ايونات العناصر في مياه ابار منطقة الدراسة بوحدة الجزء من المليون(ppm).

المصدر: نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه الجوفية من ابار منطقة تليل 2020م

م	العناصر	الحد الأعلى (ppm)	الحد الأدنى (ppm)	المتوسط الحسابي (ppm)	الانحراف المعياري
1	الحامضية والقاعدية (PH)	8	5.91	7.2595	0.612668666
2	الاملاح الكلية TDS	5715	78.8	1083.21	1221.935973
3	الملوحة salinity	%17.40	%0.40	%3.92	0.036656992
4	الكبريتات + SO4	1580.8	1.9	271.2785	349.1331716
5	الكلوريد -Cl	1801	28.4	327.17	384.2310984
6	العسر الكلي	3225	31.3	700.519	754.938944
7	معدل العكارة	2.0	0.0	0.5415	0.745034616
8	معدل القلوية	212.2	16.96	128.8265	70.95682322
9	البيكربونات HCO3	152.7	9.55	75.698	39.38654975
10	النيتريت NO2	1.8	0.02	0.437	0.426023226
11	النترات NO3	0.5	0.0	0.095	0.163755273
12	الامونيا NH4	1.2	0.0	0.101	0.264354228
13	الكالسيوم + Ca	667	6.3	159.572	165.4493319
14	المغنسيوم +Mg	373.6	2.35	71.7605	86.16475708
15	الفوسفات P2O4	6.44	0.02	1.04835	1.424211223
16	ثاني اكسيد الكربون CO2	114.3	3.4	45.808	36.02573373
17	صوديوم +Na	1150	0.0	169.375	241.7594974
18	البوتاسيوم +K	19.8	0.0	3.921	4.441400798
19	حديد Fe	1.3	0.0	0.236	0.309879433

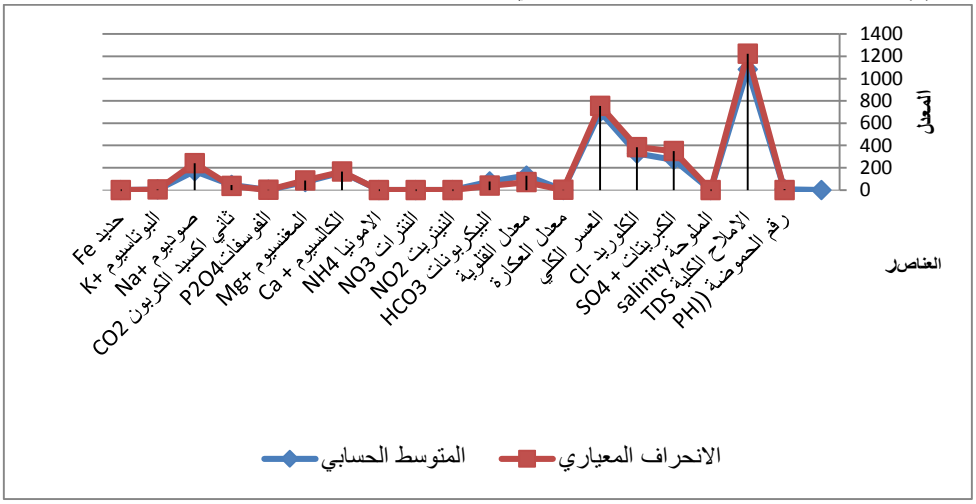
المصدر: نتائج التحليل الكيميائي لعينات المياه الجوفية من ابار منطقة تليل 2020م

8- **البيكربونـــات** HCO_3: تتكون البيكربونات من ذوبان المواد الكربونية وثنائي أوكسيد الكاربون الجوي في المياه الجوفية ، إذ يعتمد مقدار الكاربونات على مقدار CO_2 وتركيز ايون الهيدروجين في الماء- فاذا قلت قيمته عن 8.2ملغرام/لتر فأن أيون الكربون يتحد مع الهيدروجين ويتحول الى بيكربونات، ويعد وجود البيكربونات عند استعمال المياه الجوفية في عمليات الري ضروريا، إلا أن زيادته عن الحدود المسموح

بها من شانه أن يزيد من نسبة الصوديوم في التربة ، وبالتالي انسداد مسامها[16]. وسجلت القيمة المتوسطة 75.698فيما كانت قيمة الحد الأدنى 9.55 والحد الأعلى 152.7 بانحراف معياري قدره 39.386. وهذا المعدل يعتبر ضمن الحدود الآمنة (0.0-500) حسب المواصفات القياسية الدولية.

9- **النيتريت**NO_2: سجلت القيمة المتوسطة 0.437 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 0.02 والحد الاعلى 1.8 بانحراف معياري قدره 0.42602.

شكل(2) تباين الانحراف المعياري عن الوسط الحسابي لمكونات العناصر المعدنية للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة



المصدر: بناء على نتائج الجدول(1)

10- **النترات**NO_3: ايونات سريعة الذوبان بالمياه وبخاصة في التربة الرطبة بمياه الامطار حيث تتسرب إلى أسفل حتى تختلط بالمياه الجوفية ، وهي جـــزء من تركيبة الأسمدة الزراعية العضوية وغير العضوية[17] ، وتأتي النترات للمياه الجوفية من الاستخدام المفرط في الأسمدة الكيميائية الزراعية، والتي تتسرب من التربة إلى الخزانات المائية الجوفية، ويجب ألا يزيد تركيز النترات في المياه الجوفية عن 25ملجرام/لتر لأن زيادته تضر بصحة الإنسان وبخاصة الاطفال دون السنة من العمر[18]. وبلغت القيمة المتوسطة 0.095 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 0.0 ، والحد الأعلى 0.5 بانحراف معياري قدره 0.1637. المعدل يعتبر ضمن الحدود الآمنة (50-0.0) حسب المواصفات القياسية الليبية ، وتدل القيمة الصغيرة للانحراف المعياري على التجانس في مستوى النترات بين الآبار المدروسة.

11- **الامونيـــا NH_4** : سجلت القيمة المتوسطة 0.101 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 0.0 والحد الاعلى 1.2 بانحراف معياري قدره 0.2643.

12- **الكالسيـــوم**++Ca : من أكثر العناصر القلوية انتشارا ؛ لأن مصدره الصخور الرسوبية الحاوية لمعادن الكلسايت والدولومايت والاركونايت، كما تطلق الأنشطة البشرية المختلفة ايونات الكالسيوم وزيادته حيث تختلط بالمياه الجوفية بمياه المجاري الحاوية للمواد العضوية التي تطلق كميات من غاز ثاني أكسيد الكربون ، ومن ثم تزيد كميات الكالسيوم[19]، حيث سجل في منطقة الدراسة القيمة المتوسطة 159.572 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 6.3 والحد الاعلى 667 بانحراف معياري قدره 165.449. المعدل يعتبر ضمن الحدود الامنة (75-200) حسب المواصفات القياسية الليبية ، وتدل القيمة الكبيرة لانحراف المعياري على التباين الشديد في مستوى الكالسيوم بين الآبار المدروسة.

13- **المغنسيوم$_3$+Mg** : أن مصادر أيونات المغنيسيوم في المياه الجوفية تعزى إلى وجود الصخور الكاربونية لاسيما الحصوية وكذلك المعادن الطينية الموجودة في المنطقة، إذ يعمل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون المذاب في مياه الأمطار على إذابة المغنيسيوم واغناء المياه الجوفية بأيوناته[20]. وبلغت القيمة المتوسطة 71.7605 فيما كانت قيمة الحد الادنى 2.35 والحد الاعلى 373.6 بانحراف معياري قدره 86.164 وهذا المعدل يعتبر ضمن الحدود الامنة (50-150) حسب المواصفات القياسية الليبية وتدل القيمة الكبيرة لانحراف المعياري على التباين الشديد في مستوى المغنسيوم بين الابار المدروسة.

14- **الفوســـفات P_2O_4** : سجلت القيمة المتوسطة 1.04835فيما كانت قيمة الحد الأدنى 0.02 والحد الأعلى 6.44 بانحراف معياري قدره 1.4242

15- **ثانـــي أكسيد الكربون CO_2**: سجلت القيمة المتوسطة 45.808 فيما كانت قيمة الحد الادنى 3.4 والحد الأعلى 114.3 بانحراف معياري قدره 36.025

16- **صـــوديوم +Na** : يعد الفلدسبار الموجودة في الصخور النارية وكذلك معادن الطين الناتجة من عمليات التجوية مصدرا ازليا للصوديوم الموجود في المياه الجوفية ، والمياه القادمة من الغضار والطين غالباً ما تحتوي عبى تركيز عال نسبياً من الصوديوم وتعد المياه المترشحة عبر طبقات التربة العليا بما فيها مياه الأمطار مصدرا آخر للصوديوم [21]. وسجلت القيمة المتوسطة 169.375فيما كانت قيمة الحد

الادنى 0.0 والحد الاعلى 1150 بانحراف معياري قدره 241.759 المعدل يعتبر ضمن الحدود الآمنة (.0.0-200) حسب المواصفات القياسية الدولية ، وتدل القيمة الصغيرة للانحراف المعياري على التجانس في مستوى التحديد بين الآبار المدروسة.

17- **البوتاســـــيوم**+K: يتواجد البوتاسيوم بنسب متقاربة من وجود الصوديوم في الطبيعة لكن تركيزه أقل ، بسبب المقاومة العالية تجاه عوامل التجوية المُختلفة وسهولة امتصاصهِ من المعادن الطينية ، ويستعمل في صناعة الأسمدة الزراعية بكثرة[22]. وسجلت القيمة المتوسطة 3.921 فيما كانت قيمة الحد الادنى 0.0 ، والحد الأعلى 19.8 بانحراف معياري قدره 4.441.

18- **حـــديد Fe** : سجلت القيمة المتوسطة 0.236 فيما كانت قيمة الحد الأدنى 0.0 والحد الأعلى 1.3 بانحراف معياري قدره 0.3098 .المعدل يعتبر ضمن الحدود الامنة (0.3-1.0) حسب المواصفات القياسية الدولية ، وتدل القيمة الصغيرة لانحراف المعياري على النجانس في مستوى الحديد بين الآبار المدروسة.

المبحث الثالث ــ علاقـــة الارتباط بين خصائص مياه الشرب بأعماق مياه الآبـــار في منطقة تليل:

ولتحديد علاقة الارتباط بين المكونات المختلطة بالمياه الجوفية ببعدها عن السطـح (العمق) تم استخدام معامل ارتباط بيرسون، وكانت النتائج كما بالجدول جدول(3) الذي يبين قيم الحد الأعلى والحد الأدنى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمكونات الكيميائية والفيزيائية لمياه الآبار في منطقة تليل.

جدول (3) قيم معامل ارتباط بيرسون لمكونات مياه الابار مع عمق البئر

ت	المركبات الكيميائية	معامل الارتباط	مستوى المعنوية
1	الحامضية والقاعدية	0.23	Ns
2	الاملاح الكلية TDS	0.41	*
3	الكبريتات + SO4	0.38	*
4	لكلوريد -Cl	0.43	*
5	العسر الكلي	0.38	Ns
6	معدل العكارة	0.42	*
7	معدل القلوية	- 0.48	*
8	البيكربونات HCO3	0.43	*
9	النيتريت NO2	0.24	Ns
10	النترات NO3	0.56	*
11	الامونيا NH4	- 0.43	*
12	الكالسيوم + Ca	0.39	Ns

13	المغنسيوم +Mg	0.39	*
14	الفوسفات P2O4	0.42	*
15	ثاني اكسيد الكربون CO2	0.48	*
16	صوديوم +Na	0.42	*
17	البوتاسيوم +K	0.36	Ns
18	حديد Fe	0.34	Ns

المصدر: من عما الباحث بناء على بيانات الدراسة الميدانية 2019م

تشير نتائج التحليل المعملي إلى أن قيم معامل الارتباط بين المكونات الكيميائية والفيزيائية كانت كلها موجبة ما عدا معدل العكارة ومعدل النترات.

جدول (5) المعايير القياسية لمياه الشرب الأوربية والأمريكية ومنظمة الصحة العالمية والليبية

العناصر (ملجم/لتر)	منظمةالصحةالعالمية		المعايير الامريكية		المعاييرالأوربية	المعايير الليبية	
	الحدالأمثل	الحدالأعلى	الحدالأمثل	الحدالأعلى	الحدالأعلى	الحد الأمثل	الحد الأقصى
الكبريتات	200	400	250	-	250	200	400
النترات	-	45	45	-	50	-	45
المغنيسيوم	50	150	-	-	50	30	150
الصوديوم	-	200	-	-	150	-	-
الكالسيوم	75	200	-	-	-	75	200
الكلورايد	200	600	250	-	-		
الحديد	0.3	1.0	0.3	-	0.2		
الفلورايد	0.7	1.5	0.6	2.4	-		
الزرنيخ	0.01	0.10	0.01	0.1	0.05	-	0.05
الباريوم	-	1.0	-	1.0	-	-	1.0
الكادميوم	-	0.01	-	0.01	0.005	-	0.005
الكروم	-	0.05	-	0.05	0.05	-	0.05
النحاس	1.0	1.5	1.0	-	-	0.01	1.0
الرصاص	-	0.05	-	0.05	0.05	-	0.05
المنجنيز	0.1	0.5	0.05	-	0,05	0.05	0.1
الخارصين	5	15	5	-	-	5	15
السلينيوم	-	0.01	-	-	0.01	-	0.01
السيانيد	-	0.1	-	-	0.05	-	0.05
الأملاح الذائبة	500	1500	500	-	1500	500	1000

-World Health Organization, Drinking Water Guidelines and standard , Geneva , 2002 , p. 6

-FAO, "Guidelines for Irrigation water Quality" ،Ministry of Environment, Human Resource Development & Employment Development of Environment, (1999). :p1210

- مهدي الصحاف، تلوث البيني للمياه وانعكاساته المستقبلية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد48، 2001م،ص 43.
- المواصفات القياسية الليبية رقم82 (لمياه الشرب) 2113 م، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، طرابلس ليبيا.

الخاتمـــة :

يؤدى السحب المستمر للمياه الجوفية إلى إعطاء فرصة إلى نوعيات أخرى من المياه تختلف في جودتها وخصائصها أن تحل محلها ؛ وهذا الأمـــر يعد تداخلاً غير طبيعي في البيئة المائية الجوفية ؛ مما يتطلب المراقبة الدائمة لاتخاذ التدابير الوقائية قبل تغير خصائص المياه الجوفية بشكل مفاجـــئ، فتداخل مياه البحر المرتفعة الملوحة، وتسرب نواتج السوائل عبر مسام التربة السبخية، وتراكم الجبس والأملاح الناتجة عن البخر، واختلاط كل ذلك بالمياه الجوفية قد تسبب في تلوثها وتغيير في بعض عناصر مكوناتها إلى كانت ملائمـــة للشرب،

أولا ــ النتائج :

عند أخـــذ عينات من المياه الجوفية بمنطقة تليل غـــرب صبراتة للدراسة كانت النتائج تدعو إلى القلق نسبيا ففي المتوسط العام للعينات تبين الآتي:

1ــ أن قيمة القاعدية في الحدود الآمنـــة حسب القياسات الليبية ، ومتجانسة بين مياه الآبـــار التي تمت دراستها.

2- قيم الأملاح الكلية الذائبة T.D.S مرتفعة تفوق المعدلات المسموح بها ، وهذا يعني أن جميع الآبار تعد ملوثة بالمواد الصلبة الذائبة.

3- أكثر آبار منطقة الدراسة ملوثة بالكبريتات مما أدى إلى ارتفاع قيمة الانحراف المعياري عن المتوسط العام لهذا العنصر في الآبار المدروسة.

4ـــ يعد متوسط قيم عنصر الكلورايد ضمن الحدود الآمنة حسب المواصفات القياسية الليبية الا أن القيمة الكبيرة لانحراف المعياري تدل على التباين الشديد في مستوى الكلورايد بين الآبار المدروسة.

5ـــ أغلب الآبار تحتوي على تركيز موجب ثنائي التكافؤ مع جزيئات سالبة (أي : بها العسرة الكلية) ، يعني : أنها ملوثة وتمنع تكون الرغـــوة عند استخدام الصابون.

6ــ ارتفاع معدلي العكورة والقلوية في المياه الجوفية بمنطقة الدراســـة.

7ــ البيكربونات، التيترايت ، النترات، والأمونيا، جميعها في الحدود الآمنة في جل آبار منطقة الدراســـة.

8ــ هناك عدم تجانس بين آبار منطقة الدراسة في احتوائها على عنصر الكالسيوم الملوث لمياهها، حيث يبلغ الانحراف المعياري عن المتوسط 165.449.

9ــ جل مياه الآبار المحددة للدراســة ملوثة بالمغنيسيوم حيث سجل الانحراف المعياري عن المتوسط قيمة 86.164.

10ـ القليل مياه الآبار المدروسة ملوثة بالفوسفات ؛ إذ بلغت قيمة الانحراف المعياري عن المتوسط قيمة 1.4242.

11ـ أغلب مياه الآبار المحددة للدراسة ملوثة بثاني أكسيد الكربون، حيث سجل الانحراف المعياري عن المتوسط قيمة 36.025. ، وكذلك عنصري الصوديوم والبوتاسيوم لتجاوز نسبة تركيزهما الحدود الآمنة.

12ـ وتشير نتائج التحليل المعملي إلى أن قيم معامل الارتباط بين المكونات الكيميائية والفيزيائية بالعمق كانت كلها موجبة ما عدا معدل العكارة ومعدل النترات.

ثانيا ـ التوصـــــيات:

- العمل على تكثيف الدراسات المتعلقة بالمياه الجوفية لتكوين قاعدة بيانات تساعد على اتخاذ القرارات التي تحد من تلوثها.
- تكوين فرق عمل تهتم بمعالجة المياه الجوفية من خلال الآبار المشار إليها بالتلوث.
- الحد من حفر الآبار العشوائية وتنظيم عملية الامداد المائي عن طريق جهاز مختص وبتوزيع عادل بين السكان.
- تفعيل قوانين الحد من الهدر المائي وترشيد الاستهلاك.

الهوامـــش :

(1) محمد زيان عمر، البحث العلمي مناهجه وتقنياته ،ط4، الديوان الوطني للمعلومات الجامعية، الجزائر،1983 ، ص83.

(2) محمد محمد الشاعر، المياه الجوفية المالحة بحوض مرزق، مجلة الدراسات الصحراوية، المجلد الأول المركز العربي لأبحاث الصحراء وتنمية المجتمعات الصحراوية، مرزق،1991م.

(3) محمد على السعيدي، عائشة رمضان محمد، التغيرات الكمية والنوعية في خصائص مياه حوض مرزق واثارها على الانظمة البيئية المحيطة، مجلة مركز البحوث الزراعية، المجلد3،العدد53 لعام 2012.

(4)الهادي احمد عبدالله الشكل، تعيين تركيز الأملاح الذائبة الكلية والعسرة الكلية للمياه الجوفية بمدينة الزاوية، مجلة العلوم والتقنية، كلية العلوم، جامعة الزاوية، 2015 م. http://www.stj.com.ly

(5) نجلة عجيل محمد، تقييم المياه الخام والشرب لمحافظة ديالي 2017م، مجلة كلية التربية للبنات، مجلد 30، العدد4، 2019 م.

(6) خيري محمد العماري، وعبدالرزاق مصباح عبدالعزيز، استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم نوعية المياه الجوفية بمنطقة النواحي الاربعة في ليبيا، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، المجلد4، العدد2، ديسمبر 2018م.

(7) سمير المنهراوي ،حافظ عزة، ، المياه العذبة، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة،1997م.

(8) أحمد السروي ، جودة المياه والتحكم بها، الدار العلمية للنشر، القاهرة، 2006م

(9) عمر الريمادي، أساسيات علم البيئة، دار وائل للطباعة والنشر، عمان،2004 ، ص 204.

(10) - Groundwater Hydrology Chemical and Isotopic, Emanuel Mazor, Third Edition, Weizmann Institute of Science Rehovot, Israel,2014,p.126

(11) عدنان جسام حمادي، تقييم نوعية المياه الجوفية والصيغة الهايدروكيميائية لآبار مختارة من محافظة النجف بالعراق، مجلة الدراسات التربوية والعلمية، العدد 15، المجلد الاول، ديسمبر 2020م،ص 20. نقلا عن:

- Hem, J. D., 1985; Study and interpretation of the chemical charac - teristics of Natural water 3rd ed.U.S.G.S. water supply paper 2254 , 225p.

(12) على حسن موسى, "التلوث البيئي", ط1، دار الفكر المعاصر، بيروت، 2000م, ص298

(13) ابراهيم حسن حميدة، الهيدرولوجيا والمياه الجوفية، مطبعة مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح، القاهرة، ط1، ص141

(14) غاري فان لون، كيمياء البيئة نظرة شاملة، (ترجمة)،حاتم النجدي ، المُنظمة العربية للترجمة، الرياض، 1999 ، ص513.

(15)عماد محمد ذياب، البيئة حمايتها تلوثها مخاطرها،،ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2011م، ص 34.

(16) محمد عز الدين حلمي، علم المعاد، دار الجيل للطباعة والنشر، القاهرة، 1984م، ص.358 .

(17) حسان صديق، كيمياء البيئة، ط1، منشورات جامعة حلب، سوريا، 2011م، ص196.

(18) محمود محمد الحسين، وسلوى حجاز، تلوث المياه الجوفية في حوض دمشق بالنترات، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد25، العدد الاول2009، ص140.

(19) عدنان جسام حمادي، تقييم نوعية المياه الجوفية والصيغة الهايدروكيميائية لآبار مختارة من محافظة النجف بالعراق، مجلة الدراسات التربوية والعلمية، العدد 15، المجلد الاول، ديسمبر 2020م،ص 20.

نقلا عن:

- Hem, J. D., 1985; Study and interpretation of the chemical charac - teristics of Natural water 3rd ed.U.S.G.S. water supply paper 2254 , 225p.

(20) الشحات ناشئ، الملوثات الكيميائية واثارها على الصحة والبيئة: المشكلة والحل، ط1، دار المناهل، القاهرة،2011م، ص48.

(21) خليفة عبدالحفيظ درداكة، الهيدرولوجيا والمياه الجوفية، مديرية المكتبات والوثائق الوطنية، الأردن، 1988م، ص 449.

(22) مظفر أحمد داود الموصلي، الكامل في الأسمدة والتسميد تحليل التُربة والنبات والماء، دار الكُتب العلمية، بيروت ،2018م، ص221.