

ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: <http://www.tj-es.com>

TJES
Tikrit Journal of
Engineering Sciences

Khudhair HA, Ahmed RR, Hussein RH, Ibrahim HD, Hassain OS. Studying of the of Physio-chemical Properties of The Groundwater in AL-A'lam City. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2020; 27(4): 31- 38.

Haneen A. Khudhair *

Rand R. Ahmed

Rim H. Hussein

Hassain D. Ibrahim

Omer S. Hassain

Department of Environmental
Engineering/ College of Engineering/
Tikrit University/ Tikrit, Iraq

Keywords:

AL-A'lam City, GIS, Groundwater, Physio-chemical properties, temperature.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 01 Feb. 2019
Accepted 14 Sep. 2020
Available online 01 Dec. 2020

Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of Engineering Sciences

Studying of Physio-chemical Properties of the Groundwater in AL-A'lam City

ABSTRACT

The present study was conducted for eight wells that are distributed in A'alam sub-district in Salah al-Din province to assess the groundwater quality in this area. Water samples from these wells were taken during three months periods, one sample per month. Some physical and chemical properties of the water samples were tested by conducting on-site and laboratory tests. The water temperatures of the wells were recorded to assess its relationship with many properties of the water, including basal. The results indicated that the water of the studied wells was warm during the study period, and its temperature range was (19-24) ° C. The pH was measured and also its values were in the range (7.44-8.4). The values of total dissolved solids exceeded the permissible limits, with a minimum value of (1930) mg/L which is higher than the permissible limit in the drinking water relating to the Iraqi standard and the specifications of the World Health Organization (WHO) and the American Environmental Protection Agency (USEPA), (1000) mg/L. This increase led to a significant increase in the electrical conductivity values, which reached its lowest recorded value of (3940) microsm/cm, which is above the permissible limit (1500) microsm/cm. The concentration of chloride ion, which is in the range (482.7-1053) mg/L and sulfur ions, which recorded its lowest value (411) mg/L, and also this exceeded the permissible limits for both ions (250) mg/L according to the Iraqi standard and WHO standards. The study covered all the studied wells water, and its depth are found in the range (80-160) meters, which is very hard water, with a concentration of (180) mg/L. The results indicate that the water was permanently exposed to pollution and is far from optimal for most of the time. Geographic information systems (GIS) were used to produce spatial maps of the study area showing the distribution of the characteristics studied, thus providing a future database for the region, which could be used to diagnose pollution wherever it would be found.

© 2020 TJES, College of Engineering, Tikrit University

DOI: <http://dx.doi.org/10.25130/tjes.27.4.04>

دراسة الخواص الفيزيائية للمياه الجوفية في ناحية العلم

حنين أحمد خضير / قسم الهندسة الكيميائية/ كلية الهندسة/ جامعة تكريت/ العراق

رند رافع أحمد، حنين أحمد خضير، ريم حسن حسين، حسن داود إبراهيم، عمر سعود حسن / قسم هندسة البيئة/ كلية الهندسة/ جامعة تكريت / العراق

الخلاصة

أجريت الدراسة الحالية على ثمانية آبار موزعة في ناحية العلم في محافظة صلاح الدين بهدف تقييم نوعية المياه الجوفية لتلك المنطقة. حيث أخذت عينات من تلك الآبار لثلاثة أشهر بواقع عينة واحدة شهرياً، وتم قياس بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه من خلال إجراء الفحوصات موقعياً ومختبرياً. تم قياس درجة حرارة مياه الآبار لأرتباطها بالعديد من خواص الماء ومنها القاعدية، وقد أشارت النتائج إلى أن مياه الآبار قيد الدراسة كانت دافئة خلال فترة الدراسة إذ تراوحت درجة حرارتها بين (19-24) درجة مئوية. كما تم قياس الأس الهيدروجيني وكانت القيم تتراوح بين (7.44-8.4). كما تجاوزت قيم الأملاح الذائبة الكلية الحدود المسموح بها، إذ بلغت أدنى قيمة مسجلة 1930 ملغم/لتر والتي هي أعلى من الحد المسموح به لمياه الشرب وفق المواصفة العراقية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) وجمعية وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA)، والبالغة 1000 ملغم/لتر. وقد أدى هذا

* Corresponding author: E-mail : haneen82@tu.edu.iq

الارتفاع الى زيادة ملحوظة في قيم التوصيل الكهربائي، فقد بلغت ادنى قيمة مسجلة 3940 مايكروسمن/سم وهي اعلى بكثير من الحد المسموح به والبالغ 1500 مايكروسمن/سم. كما تجاوز تركيز كلا من ايون الكلورايد والذي تراوحت قيمته بين (1053-482.7) ملغم/لتر، وايون الكبريتات الذي سجل ادنى قيمة (411) ملغم/لتر الحدود المسموح بها لكلا الايونين وهي (250) ملغم/لتر حسب المواصفة العراقية ومواصفات منظمة الصحة العالمية. وقد توصلت الدراسة الى أن مياه جميع الابار قيد الدراسة والتي تراوحت أعماقها (80-160) متر، هي مياه عسرة جداً، إذ بلغ تركيزها (180) ملغم/لتر، وقد يعزى هذا الارتفاع في قيم الكاتيونات بسبب التركيب الجيولوجي لمناطق الابار المدروسة. دلت النتائج الى ان المياه معرضة بشكل دائمى للتلوث وهي بعيدة عن الحالة المثالية في اغلب الاوقات. تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية في انتاج خرائط مكانية لمنطقة الدراسة تبين توزيع الخصائص التي تمت دراستها، بما يوفر مستقبلاً قاعدة بيانات للمنطقة والتي يمكن الاستفادة منها في تشخيص مواطن التلوث اينما وجد.

الكلمات الدالة: ناحية العلم ، نظم المعلومات الجغرافية، المياه الجوفية ، الخواص الفيزيوكيميائية، درجة الحرارة.

1. المقدمة

ازداد عدد سكان الأرض وتقدمت التكنولوجيا والصناعات بشكل كبير جداً وازداد الطلب على المياه لشتى الاستعمالات، بينما بقيت كمية المياه المتوفرة والتي بالإمكان استغلالها ثابتة تقريباً. إن النقص الهائل في كمية المياه اللازمة لسد احتياجات السكان والصناعات والصراع الدائر حديثاً حول المياه وظهور مفهوم حرب المياه عالمياً أجبر الباحثون والعلماء بالتفكير بجديّة لإيجاد مصادر مياه أخرى غير المياه السطحية وأن يضعوا الخطط والحلول لاستغلال المياه المتوفرة حالياً استغلالاً مثالياً. ومن هذه المصادر التي بالإمكان استغلالها هي المياه الجوفية، وفي السنوات الأخيرة ازداد الاهتمام والطلب على المياه الجوفية نتيجة للمزايا النوعية التي تمتاز بها فقد تطور وازداد استعمال هذه المياه بصورة ملحوظة في العديد من مناطق العالم، ففي العراق ازداد معدل إنتاجية الابار المخمن من المياه الجوفية من (51053) م³/ساعة في عام 1976 إلى (228312) م³/ساعة في عام 2000 [1]. تُعد نوعية المياه عنواً يستخدم للتعبير عن التركيب الكيميائي الناتج عن إذابة العديد من العناصر بما فيها الغازات والعوالق في الجو ونواتج التعرية للصخور والتربة وتفاعلات الترسيب والإحلال، فضلاً عن تأثيرات الانسان الناتجة عن النشاط المدني للأرض [2]. وتؤثر الأنشطة الإنسانية مثل تغير استخدام الاراضي وعمليات السحب الواسعة وتصريف مياه الفضلات إلى المياه الجوفية تأثيراً قوياً على التركيب الهيدروجيولوجي وأحياناً يكون هذا التغير أقوى من التغيرات المناخية، وتُعرف المياه الجوفية بأنها المياه الموجودة في باطن الأرض مختزنة في مسام الصخر أو شقوقه إذ يرشح الماء عبر التربة والصخور إلى باطن الأرض مكوناً المياه الجوفية التي تحوي ثاني كمية من المياه العذبة بعد الجليديات، أن الهدف من البحث هو تحديد بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لعدد من الابار في ناحية العلم في محافظة صلاح الدين وتحديد مدى ملائمة المياه الجوفية وصلاحياتها للاستعمالات المختلفة بالاعتماد على المعطيات الهيدروكيميائية لهذه المياه، ومن خلال هذا البحث تم انشاء قاعدة بيانات Data Base من خلال انتاج خرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS) تتضمن توزيع العناصر الملوثة في الابار المدروسة، مما يعطي فكرة أكثر شمولية عن توزيع الملوثات في المنطقة بأكملها.

درس (Al-Naddawi) [3] الخواص الفيزيائية والكيميائية لبعض آبار مدينة تكريت في مركز محافظة صلاح الدين لتسعة آبار موزعة بصورة عشوائية ضمن مركز المدينة وقد وجد الباحث أن قيم الأس الهيدروجيني pH ذات مدى تغاير ضيق، وأوضح أن السبب ربما يعود الى السعة التنظيمية (Buffering Capacity) للمياه الحاوية على مركبات البيكاربونات والكاربونات إذ تراوحت قيمها ما بين (7.49 - 7.83)، وقد لوحظ أن مياه الآبار كانت عسرة جداً وذات قاعدية مرتفعة وذات ملوحة عالية، ومع ذلك لم تتجاوز قيم الكلورايد الحدود المسموح بها لمواصفات مياه الشرب إذ كانت ضمن المواصفات القياسية العراقية والعالمية لمحددات مياه الشرب، كما استنتج الباحث أن مياه الآبار المدروسة غير صالحة للشرب والاستخدامات المنزلية بدون إجراء عملية التعقيم لها. أوضح الباحثان [4] من خلال دراستهما للخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه اثنتين واربعين بئراً في قضاء سامراء جنوب محافظة صلاح الدين، وكانت الآبار موزعة بصورة عشوائية على كافة انحاء القضاء حيث اوضحت دراستهما أن مياه المنطقة المدروسة تحمل صفات كبريتية تتخللها مياه نوعية كلوريدية واخرى نوعية بيكاربونية، واوضحت دراسة الباحثين أن آبار المنطقة المدروسة لاتصلح للاستخدامات البشرية أو سقي المزروعات والمواشي الا اذا تم معالجتها. اوضحت الباحثة (Ibrahim) [5] من خلال دراستها لعدد من آبار قضاء الدور الواقع جنوب شرق مدينة تكريت حيث شملت الدراسة عشرة آبار موزعة بصورة عشوائية على قضاء الدور. وقد بينت الدراسة أن مياه الآبار المدروسة كانت عسرة جداً وذات قاعدية مرتفعة وذات ملوحة عالية، ولم تتجاوز قيم الكلورايد الحدود المسموح بها،

إذ كانت مطابقة للمواصفات القياسية العراقية والعالمية بالنسبة لمياه السقي وشرب الحيوانات، وإن قيم الفوسفات والنترات كانت مرتفعة طيلة فترة دراسة الباحثة. كما استنتج (Al-Jubouri) [6] في دراسته التي شملت عشرة آبار في مدينة كركوك أن مياه هذه الآبار صالحة للشرب لمطابقتها للمواصفات القياسية لمياه الشرب العراقية. ودرس (Al-Ahmadi) [7] تقييم ملائمة المياه الجوفية للشرب في وادي السوق غرب المملكة العربية السعودية، إذ درس المتغيرات الكيميائية والفيزيائية ووجد أن مياه الآبار لا تصلح للشرب ولكنها تصلح لإرواء النباتات ذات التحمل العالي للملوحة. وأشارت نتائج دراسة الباحثين [8] لتقييم المخاطر الصحية للمعادن الثقيلة في المياه الجوفية على السكان في باوتو في الصين، الى ان المياه الجوفية قد تلوثت بالمعادن الثقيلة في بعض مناطق منطقة الدراسة.

ودرس الباحثون [9] الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية وتوزيعها المكاني في المناطق الحضرية لمدينة زوماديان في الصين ووضحت الدراسة أن مياه الآبار ملوثة بالعديد من الملوثات. كما أوضح الباحثون أن سبب هذا التلوث ربما يعود الى مياه الصرف الصحي والمياه الصناعية إضافة الى وجود محطات توليد الطاقة الكهربائية ومناجم انتاج الفحم. تعتمد النوعية المتوخاة من مصدر المياه الجوفية على الغاية من استعمالها حيث تختلف متطلبات النوعية لمياه الشرب وللمياه الصناعية وللمياه الري وشرب الحيوانات اختلافات واسعة ولأجل توفير قاعدة بيانات لنوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة فإن التحاليل والفحوصات التي أجريت للتعرف على نوعية المياه اعتمدت الخصائص الفيزيائية والكيميائية. وقد شملت الدراسة عدد من الابار في ناحية العلم والتي بلغت ثمانية ابار كما ذكر سابقاً تمت دراستها ضمن هذا البحث. ان عملية الدراسة تمت من خلال الزيارات الموقعية لكل بئر من الابار وسحب عينات منها، ومن ثم اجراء الفحوصات الموقعية والمختبرية لتلك العينات. كما تم الاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems GIS، وذلك في رسم خرائط لتأسيس قاعدة بيانات Data Base لتلك الابار، والتي بإمكانها ان تساهم في فهم كيفية توزيع تركيز الايونات الموجبة والسالبة فضلاً عن الأملح الذائبة الكلية.

2. المواد وطرائق العمل

بغية تنفيذ أهداف هذه الدراسة فقد تم الاستعانة ببعض الوسائل المساعدة والمتوفرة عن المنطقة ومنها بعض الخرائط. تمت عملية تحديد أخذ عينات المياه خلال ثلاثة أشهر (تشرين الثاني، كانون الأول، وشباط) بواقع عينة واحدة شهرياً، ولثمانية ابار وبذلك يكون العدد الكلي للعينات المأخوذة موقعياً هي (24 عينة).

3. وصف منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة احداثياً بين دائرتي عرض 34° 33' 00" و 05° 35' 00" شمالاً وبين خطي طول 10° 30' 43" و 00° 55' 44" شرقاً، أما حدودها المكانية فيحدها من الشرق والشمال الشرقي سلسلة تلال حميرين ومن الغرب والشمال الغربي نهر دجلة، أما إدارياً فتقع ضمن محافظة صلاح الدين في القسم الشمالي الشرقي من المحافظة، يحدها من الشمال الشرقي محافظة كركوك ومن الجنوب قضاء الدور ومن الغرب والشمال الغربي قضائي تكريت وبيجي كما موضح في الشكل (1) [10].

درست بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتغيرات الشهرية لتلك الخواص لمياه ثمانية آبار في المناطق الريفية من ناحية العلم شمال شرق محافظة صلاح الدين، إذ تراوحت أعماقها بين (80-160) متر، وصنفت ضمن الآبار العميقة deep wells التي يزيد عمقها عن 20 متراً ويتم حفرها بواسطة الطرق أو الصدم، اما الابار التي لا يزيد عمقها عن 20 متر فتسمى الابار الضحلة العمق shallow wells وتحفر بالآلات بسيطة. وقد تراوحت المسافة بين الابار ونهر دجلة ما بين (5037-21953) متر

حوالي 10.86 كم عن نهر دجلة، ومن أهم استخداماته الحالية هي سقي الأغنام وري المزروعات وللإستخدامات المنزلية انظر الشكل (6).



الشكل 3. البئر 2 في عينة التزكام



الشكل 4. البئر 3 في طعان



الشكل 5. البئر 4 في حليجل [10]

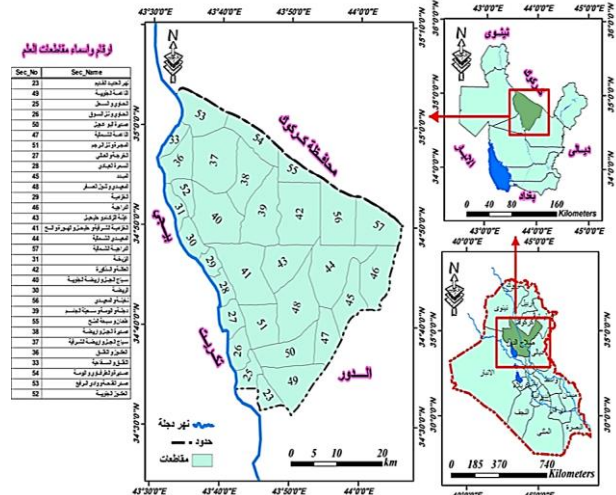
البئر 6: يقع في منطقة الخزيفي والبئر محفور آلياً بعمق 80 متر ويستخدم البئر موضوع الدراسة منذ 8 سنوات، ويبعد مسافة حوالي 11.69 كم عن نهر دجلة، ومن أهم استخداماته الحالية هي تزويده لحوض تربية الأسماك بالماء ولسقي الماشية وري المزروعات والاستخدامات المنزلية انظر الشكل (7).

تقريباً للآبار 8 و 2 على التوالي والآبار الباقية كانت بين هذين البئرين، وتراوحت أعمار هذه الآبار بين (5-37) سنة وكانت جميع الآبار مغلقة إذ تراوحت مساحة الفوهات ما بين (50-60) سم.

4. مواقع الآبار

جميع الآبار المدروسة محفورة بطرق اليد وبشكل دائرية وقطر فوهتها بين (50-60) سم وموزعة بصورة عشوائية وهي كما يلي :

البئر 1: يقع في منطقة سحجة الملح، طبيعة الأرض منبسطة، زراعية تقع الى شمال الطريق الرئيس الرابط بين تكريت وكركوك، والبئر محفور آلياً وبعمق 120 متراً وقد وصلت مدة استخدامه 30 سنة، ويبعد مسافة 17.2 كم عن نهر دجلة، ومن أهم استخداماته حالياً ري المزروعات والأشجار ويستعمل للإستخدامات المنزلية، وكذلك لسقي الماشية انظر الشكل (2).



الشكل 1. خارطة موقع الدراسة بالنسبة للمحافظة والقطر

[10]



الشكل 2. البئر 1 في سحجة الملح

البئر 2: يقع في منطقة عينة التزكام، وحفر البئر آلياً بواسطة جهاز الطرق وبعمق 130 متراً ومدة استخدام البئر موضوع الدراسة قرابة 10 سنوات، ويبعد مسافة حوالي 21.953 كم عن نهر دجلة، وأهم استخداماته حالياً هي ري المزروعات وسقي الماشية والاستخدامات المنزلية انظر الشكل (3).

البئر 4: يقع في منطقة حليجل ، والبئر محفور بطريقة آلية وبعمق 90 متراً ، إذ استخدم منذ 12 سنة، تفصله مسافة 15.28 كم عن نهر دجلة، ومن أهم استخداماته حالياً هي سقي الأغنام وري المزروعات وللإستخدامات المنزلية انظر الشكل (5).

البئر 5: يقع في منطقة ابو جاون ايضاً، البئر محفور بطريقة اليد بعمق 90 متراً ويستخدم البئر موضوع الدراسة منذ 27 سنة ، تفصله مسافة

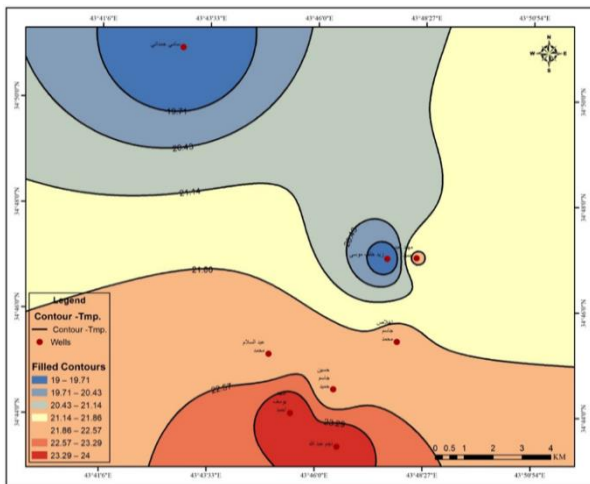
- الفحوصات الفيزيائية : 1- درجة الحرارة ، 2- قابلية التوصيل الكهربائي ،
3- الاملاح الذائبة الكلية
الفحوصات الكيميائية : 1- قياس الاس الهيدروجيني ، 2- العسرة الكلية
، 3- قياس ايون الكلوريد ، 4- قياس الكبريتات

6. نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

هناك العديد من التعريفات المختلفة لنظم المعلومات الجغرافية GIS ، والمفهوم الأساسي والمشارك لجميع التعاريف هو أن نظم المعلومات الجغرافية هي عبارة عن مجموعة البرامج التي تخزن وتدير وتعالج وتمثل نوع معين من البيانات المختلفة لبعض المكونات المكانية [11,12] في المؤسسات الأكاديمية والتخطيط. ونظرا للانتشار السريع لنظم المعلومات الجغرافية أدى إلى زيادة تركيز إدارة البيانات على هذه التكنولوجيا، وفي عام 1990 تكاملت نظم المعلومات ودمج مع بيانات الاستشعار عن بعد، من خلال تقديم متغيرات الادخال الى قاعدة GIS الجغرافية. في الوقت الحاضر، نظم المعلومات الجغرافية بعد مركز العصب الذي يتعامل مع المعلومات الجغرافية المختلفة لانه من غير الممكن دمج كل مصدر من مصادر البيانات المكانية، المتمثلة بالاستشعار عن بعد، رسم الخرائط، بيانات التعداد، نظام تحديد المواقع العالمي ... إلخ من دون اللجوء إلى تقنية GIS [12]. من خلال استخدام البرنامج Arc map 10.0 و إضافة البيانات تم الحصول على خرائط توزيع الملوثات والايونات الموجبة cations والايونات السالبة Anions والتي تم تحليلها وقياسها في هذه الدراسة، ولغرض الحصول على ارتباط بين تحاليل البيانات على أرض الواقع والبيانات المرئية الفضائية تم استخدام برنامج ENVI 5.0 وادخال البيانات عن طريق برنامج Excel.

7. النتائج والمناقشة درجة الحرارة Temperature

تشير النتائج ان معدلات درجات الحرارة تتراوح بين (19- 24) درجة مئوية اذا بلغت اعلى درجة 24 درجة مئوية عند البئر 8، وسجلت ادنى درجة درجة الحرارة 19 درجة مئوية عند البئرين 1 و 2. الجدول (3) يبين معدل درجات الحرارة للآبار المدروسة، وقد يعود السبب في ذلك التباين في الدراسة الحالية الى ما يتميز به تفاوت درجات الحرارة خلال اشهر الدراسة فضلا عن وقت اخذ العينات بالنسبة لليوم. ان مياه الآبار المدروسة قليلة التغير لدرجات الحرارة وربما يعود السبب في ذلك الى بعد المياه الجوفية لأكثر من 80 متر وكذلك التراكيب الجيولوجية والصخور التي تمر به، وهذا ما أكدت عليه [3] وغيرها من الباحثين في دراساتهم السابقة، إذ تم تصنيف مياه الآبار بأنها مياه دافئة ضمن هذا المدى من درجات الحرارة. وقد كانت قيم درجة الحرارة لمياه الآبار المدروسة مطابقة لمواصفات جمعية وكالة حماية البيئة الأمريكية والتي تبلغ (15-35) درجة مئوية. ويبين الشكل (8) الخارطة المستخرجة بواسطة GIS لتوزيع درجة الحرارة في منطقة الدراسة.



الشكل 8. خارطة توزيع معدل درجة الحرارة للآبار في منطقة الدراسة



الشكل 6. البئر 5 في منطقة ابوجاون



الشكل 7. موقع بئر 6 في منطقة الخزيفي [10]

البئر 7: يقع في منطقة الامليح، البئر محفور اليأ بعمق 90 متر ويستخدم منذ 10 سنوات تقريباً، ويبعد مسافة حوالي 9.36 كم عن نهر دجلة، ومن أهم استخداماته سقي الماشية وري المزروعات وبعض الاشجار واستخدامات منزلية عند الحاجة

بئر 8: يقع في منطقة الهورة، البئر محفور اليأ بعمق 100 متر ويستخدم منذ 7 سنوات. ويبعد مسافة حوالي 5.037 كم عن نهر دجلة ، تفصله مسافة 12.50 كم تقريبا عن البئر 1 أهم استخداماته سقي الماشية.

5. جمع العينات

جمعت العينات مساء وابتداء من البئر رقم 1 وحتى البئر رقم 8 بمعدل مرة واحدة شهريا لمدة ثلاثة اشهر، حيث يتم ضخ ماء البئر لمدة عشر دقائق ليتسنى التخلص من المياه الملوثة والراكمة بعدها ملئت القناني من الآبار مباشرة بأقل فسخة هوائية ممكنة للحفاظ على الخواص الفيزيائية والكيميائية لماء العينة أثناء النقل واستخدمت قناني سعة 5 لتر للفحوصات الكيميائية والفيزيائية مختبريا، مع مراعاة غسل جميع القناني بماء العينة ثلاث مرات قبل أخذها، كما اجريت عليها التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، إذ كانت تسجل درجة حرارة الماء والـ pH والتوصيلية الكهربائية وموقعا وتقاس مختبريا تراكيز الأيونات الموجبة الشحنة كالكالسيوم Ca^{++} والمغنسيوم Mg^{++} والأيونات السالبة كالكبريتات $SO_4^{=}$ والكلوريدات Cl^- .

تم إجراء التحاليل المذكورة لاحقا في مختبرات كلية التربية للبنات- جامعة تكريت، المختبرات المركزية- جامعة تكريت- هندسة البيئة، والهندسة الكيمياء. جميع الزجاجيات (تصنيع شركة PromaxTM، الهند) والتي استخدمت في التحاليل غسلت جيدا في البداية باستخدام الماء المقطر وجففت باستخدام الفرن الكهربائي .

تقاس الملوحة للتعبير عن نوعية الماء ، والتي تمثل مجموع تراكيز المواد الكيميائية المذابة في الماء، ويكون الماء مقبولا للعديد من الاستخدامات عندما يكون تركيز المواد الصلبة الكلية الذائبة بمستويات منخفضة، فالقيم المسموح بها لشرب الإنسان يجب أن لا تتعدى 500 ملغم/لتر، أما استخدامه لسقي الماشية (watering livestock) واستخدامه للأغراض الصناعية فإن الحدود المسموح بها يجب أن لا تزيد عن 2000 ملغم/لتر، إذ أن نوعية الماء مهمة في الاستخدامات للأغراض الصناعية خصوصا التي تتطلب مياه أنقى من مياه الشرب الطبيعية كالصناعات الدوائية (pharmaceuticals) أو الصناعات النسيجية [10، 15]. ولقد صنفت مياه الآبار في الدراسة الحالية على أنها متوسطة الملوحة إلى مالحة حسب مواصفات منظمة الأغذية والزراعة المبينة في الجدول (1). إذ تشير النتائج في الشكل (10) بأن معدلات تركيز الملوحة تتراوح ما بين (4000-2100) ملغم/لتر في الآبار. وكانت أعلى قيمة 3750 ملغم/لتر في ماء البئر 6، في حين أن أدنى قيمة سجلت 1930 ملغم/لتر في البئر 8. وكانت النتائج متوافقة مع ما جاءت به دراسة [10]، والذي أرجع سبب ارتفاع الملوحة في مياه الآبار إلى وقوع تلك الآبار ضمن تكوينات منطقتي الفحفة وأنجانه الجيولوجية، فضلا عن بعدها عن نهر دجلة.

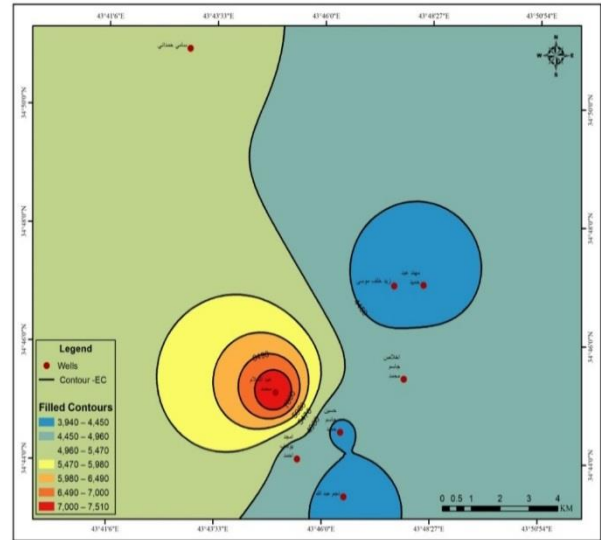
الخصائص الكيميائية

الأس الهيدروجيني

تعد قيمة الأس الهيدروجيني من المؤشرات المهمة للأنظمة الكيميائية والفيزيائية والاحيائية في المياه الجوفية لما لها من تأثير على طبيعة النظام البيئي [9، 10]، إذ أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى أن معدلات قيم الأس الهيدروجيني تراوحت ما بين (7.44-8.4) كما في الجدول (3) والشكل (11). وسجلت أعلى قيمة لها 8.4 في ماء البئر 2 في حين سجلت أدنى قيمة 7.44 في ماء البئر 1 و 3. أن الانخفاض في قيم الأس الهيدروجيني في مياه الآبار ربما يعود إلى أن المياه المالحة وبسبب سيادة الطور الكلوريدي والكبريتي سيعمل على خفض الأس الهيدروجيني بمستوى قريب من التعادل، وبشكل عام فإن أغلب المياه الطبيعية تميل نحو القاعدية لوجود أيونات الكربونات والبيكربونات [13]. أما سبب ارتفاع قيم الأس الهيدروجيني من خلال الدراسة الحالية ربما يعود ذلك إلى قيام المزارعين بري الأراضي والتخصير للزراعة، حيث تقوم المياه بزيادة ذوبانية ثاني أكسيد الكربون الذي يقوم بتحويل كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلى بيكربونات ذائبة [10]. ويعزى الاختلاف في قيم الأس الهيدروجيني إلى السعة التنظيمية (Buffering Capacity) لمياه الآبار والتي تحتوي على أملاح البيكربونات التي تعمل على معادلة حامضية تلك المياه [14].

التوصيلية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity

التوصيلية الكهربائية هي تعبير عددي عن الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في المياه ويعتمد على تركيز الأيونات الذائبة في الماء وتكافئها وعلى درجة حرارة الماء أثناء القياس لأنها ذات تأثير مباشر على حركة الأيونات المختلفة واتجاهها ويزداد التوصيل الكهربائي للماء بنسبة (2%) عند زيادة حرارته درجة مئوية واحدة [10، 13]. سجلت الدراسة الحالية في الجدول (3) قيما للتوصيلية الكهربائية تراوحت معدلاتها ما بين (7510-3940) مايكروسمنس/سم في مياه الآبار 8 و 5 على التوالي، وكانت أعلى قيمة 7510 مايكروسمنس/سم في البئر 5، في حين أن أدنى قيمة كانت 3940 مايكروسمنس/سم في البئر 8 كما يوضح الشكل (9) خارطة توزيع قيم التوصيلية الكهربائية في منطقة الدراسة. ويعود هذا الاختلاف في القيم بسبب التكوينات الجيولوجية في المنطقة [14].



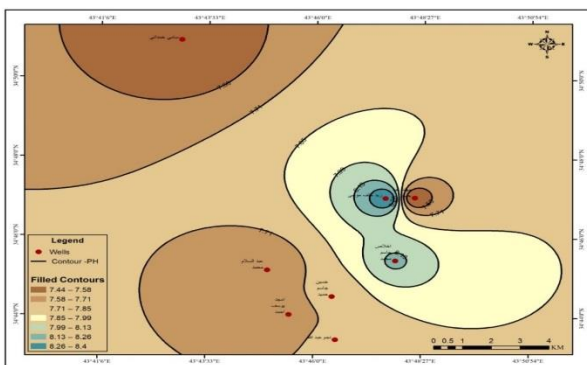
الشكل 9. خارطة توزيع معدل قيم التوصيلية الكهربائية في منطقة الدراسة

Total Dissolved Solid (TDS) الاملاح الذائبة الكلية

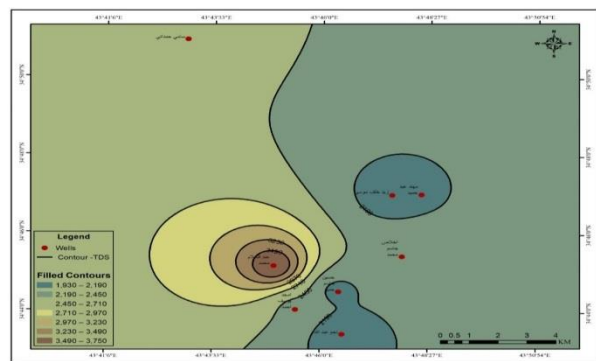
الجدول 1.

تحديد نوعية الماء من ناحية محتواه من الاملاح [10]

نوعية المياه	الاملاح الذائبة الكلية (ملغم /لتر)	التوصيل الكهربائي (مايكروسمنس/سم)
المياه العذبة	أقل من 500	أقل من 600
قليلة الملوحة	500-2,000	600 -3000
متوسطة الملوحة	2,000 – 5,000	3000 -8000
المالحة	10,000-5,000	8000 – 15000
مالحة جدا	50,000-10,000	15000 -45000

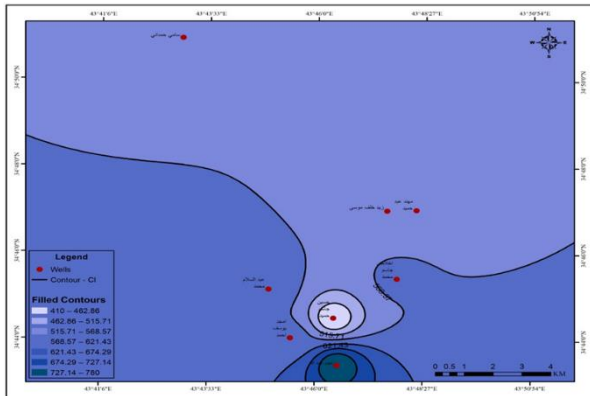


الشكل 11. خارطة توزيع قيم معدل الأس الهيدروجيني في منطقة الدراسة

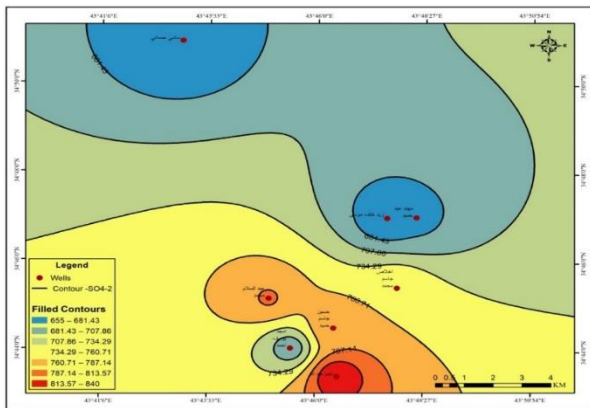


الشكل 10. توزيع قيم معدل الاملاح الكلية الذائبة الكلية في منطقة الدراسة

1494 ملغم/لتر في ماء البئر 2، وأدنى قيمة 411 ملغم/لتر ثاني في ماء البئر 5 و 8، في حين أن ارتفاع تراكيز الكبريتات في مياه الشرب أكثر من 500 ملغم/لتر تعطي للماء طعماً مرّاً وتسبب الإسهال عند استخدامها للشرب حسب المواصفات العالمية [21، 22].



الشكل 13. خارطة توزيع معدل تركيز ايون الكلوريد في منطقة الدراسة



الشكل 14. خارطة توزيع قيم معدل تركيز ايون الكبريتات في منطقة الدراسة

صلاحية المياه لأغراض شرب الإنسان

اعتمدت في هذه الدراسة المجموعة الرئيسية التي تشمل الأيونات الموجبة والسالبة ومجموع الأملاح الذائبة الكلية لتصنيف المياه وتحديد صلاحيتها للشرب في منطقة الدراسة. وقد وضعت مواصفات قياسية متعددة للمياه الصالحة لشرب الإنسان وتتضمن حدود الملوحة، وحدود تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة الرئيسية في المياه ومنها المواصفات الأمبركية، وكذلك المواصفات العالمية والعراقية، وبمراجعة تلك المواصفات فإن المياه الجوفية في الآبار المدروسة تكون غير صالحة للاستهلاك البشري. كما في الجدول (4) كما ادناه :

8. الاستنتاجات

كانت نتائج الفحوصات للخواص الفيزيوكيميائية كالآتي:

1. درجة الحرارة : تراوحت درجة الحرارة ضمن مدى (17-25) وقد سجلت أقل قيمة من البئر المأخوذ من البئر 1 و 2) خلال شهر تشرين الثاني، وأعلى قيمة للعينة المأخوذة من البئر 7 و 8) خلال شهر شباط الثاني، أي أن مياه الآبار التي تمت دراستها كانت دافئة خلال مدة الدراسة.
2. التوصيلية الكهربائية: أثبتت النتائج إن قيم قابلية التوصيل الكهربائي تجاوزت الحدود المسموح بها لمياه الشرب حسب تصنيف (FAO, 2000).
3. الأملاح الذائبة الكلية: أشارت النتائج إلى حصول زيادة واضحة في قيم TDS إذ تراوحت القيم بين (2100-4000) ملغم/لتر.
4. الأس الهيدروجيني pH: أشارت النتائج إلى أن قيم الأس الهيدروجيني تراوحت بين (7.3-8.5).
5. العسرة الكلية : أشارت النتائج أن قيم العسرة الكلية تراوحت (1708-1298.3) ملغم/لتر، أي إن مياه جميع الآبار المدروسة

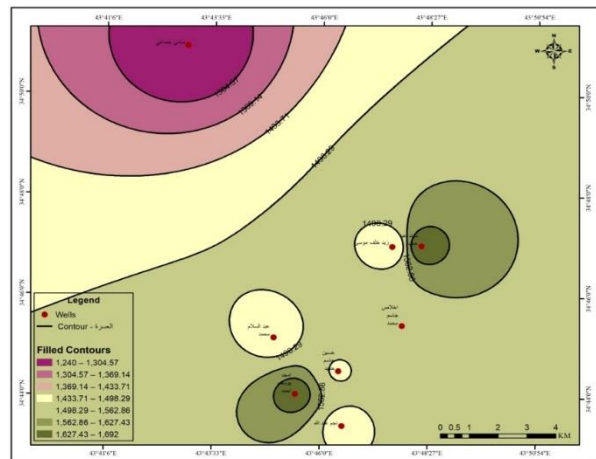
العسرة الكلية Total Hardness

يختلف تركيز العسرة الكلية في المياه الطبيعية بشكل كبير بحسب طبيعة التكوينات الجيولوجية التي تمر بها المياه ويُعد الكالسيوم والمغنسيوم من أكثر الأيونات المسببة للعسرة شيوفاً في المياه الطبيعية [10، 16]. وقد صنفت مياه آبار الدراسة الحالية بأنها عسرة جداً (very hardness)، وذلك لأن قيم العسرة الكلية فيها أكبر من 180 ملغم/لتر تصنيف عسرة المياه [17] انظر الجدول (2). وتختلف العسرة باختلاف المورد المائي إذ تكون المياه السطحية أقل عسرة من المياه الجوفية وهذا يتبع الخاصية الجيولوجية للأرض التي تجري عليها المياه أو تمر من خلالها [18]. أشارت نتائج الدراسة الحالية أن قيم معدلات العسرة الكلية تتراوح ما بين (1678.4-1240) ملغم/لتر، إذ سجلت أعلى تركيز للعسرة الكلية 1678.4 ملغم/لتر في ماء البئر 7 وأدنى تركيز 1240 ملغم/لتر خلال شهر شباط في ماء البئر 1 كما هو موضح في الجدول (3) والشكل (12). وتعتمد قيم العسرة على تركيز الكاتيونات المتعددة التكافؤ، وأهمها الكالسيوم والمغنسيوم والتي تعد من الأيونات المسببة للعسرة في المياه الطبيعية [14].

الجدول 2.

تصنيف عسرة المياه [17]

الصفاة	العسرة الكلية (ملغم/لتر)
يسر Soft	60_0
متوسط العسرة medium hard	120_60
عسر hard	180_120
عسر جد Very hard	>180



الشكل 12. خارطة توزيع قيم معدل للعسرة الكلية في منطقة الدراسة

الكلوريدات (Cl⁻) Chloride

يعدّ الكلوريد من الأيونات السالبة المهمة الموجودة في المياه الطبيعية، ويكسب الماء الطعم المالح إذا ارتبط مع أيون الصوديوم ويعطي طعماً أقل مما لو ارتبط مع الكالسيوم أو المغنسيوم [19]. وأشارت نتائج الدراسة الحالية في الجدول (3) والشكل (13) إلى أن معدلات تراكيز الكلوريد في مياه الآبار تتراوح ما بين (1053.7-482.7) ملغم/لتر في مياه البئر 2 و 6 على التوالي. وسجل أعلى تركيز لأيون الكلوريد 1053.7 ملغم/لتر في ماء البئر 6 وأدنى تركيز لأيون الكلوريد 482.7 ملغم/لتر في ماء البئر 2، وربما يعود سبب ارتفاع تراكيز أيونات الكلوريد في الدراسة الحالية والتي تجاوزت قيم الحدود المسموح بها (250) ملغم/لتر حسب المواصفة [20]، إلى أنها في تماس مع التكوينات الجيولوجية الحاوية على الكلوريد إضافة إلى عمليات الري الجائر لمياه تلك الآبار [10].

الكبريتات (SO₄²⁻) Sulphates

تعد أيونات الكبريتات من أكثر أشكال مركبات الكبريت انتشاراً في المياه الطبيعية، إذ توجد بتراكيز مختلفة وتتراوح ما بين بضع ملغرامات والآف من الملغرامات لكل لتر حسب الطبيعة الجيولوجية لمصادر هذه المياه [10، 13]. تشير نتائج الدراسة الحالية الجدول (3) والشكل (14) إلى أن معدلات تركيز الكبريتات في مياه الآبار المدروسة تتراوح ما بين (1494-411) ملغم/لتر في مياه البئر 2 و 5 على التوالي، وسجلت أعلى قيمة

خلال أوقات انخفاض مناسيب المياه الجوفية، في حين تنخفض خلال ارتفاع المناسيب وذلك بسبب عمليات التخفيف والتبادل الأيوني واحتمالية زيادة ترسيب جزء من البيكربونات في فصل الصيف بفعل زيادة درجة الحرارة وانخفاض منسوب المياه.

9. استنادا الى الموصافة العراقية والموصافات العالمية، فإن مياه الابار التي تم دراستها غير صالحة لأغراض الري والشرب، وذلك لتجاوز قيم التوصيلية الكهربائية والاملاح الذائبة الكلية الحدود المسموح بها.

9. التوصيات

اجراء الفحوصات المختبرية الضرورية فضلا عن اجراء الفحوصات اللازمة لتقييم الخواص البايولوجية لمياه الابار

كانت عسرة جداً خلال مدة الدراسة حسب التصنيف المذكور في [17].

6. ايون الكلورايد: اظهرت النتائج وجود زيادة في تركيز الكلورايد الذائب في مياه الابار وقد تراوحت بين الحدود (1053.7-480) ملغم/لتر وبذلك لم تكن النتائج ضمن الحدود الطبيعية، وبذلك فان مياه تلك الابار غير صالحة للشرب، حيث عدت منظمة الاغذية والزراعة العالمية في دليلها الصادر عام 1985 ان المياه الجوفية غير صالحة للاستخدام البشري اذا تجاوزت تركيز ايون الكلورايد عن 250 ملغم /لتر، فضلا عن ان بعض النتائج تعدت الحدود المسموح بها في مياه الري.
7. ايون الكبريتات : اشارت النتائج الى ارتفاع تركيز ايون الكبريتات اكثر من 500 ملغم/لتر؛ التركيز الذي يعطي للماء طعما مرا كما يسبب الاسهال عند استخدام الماء للشرب.
8. ان تراكيز الأيونات الرئيسة في المياه الجوفية بصورة عامة امتازت بتذبذبها اعتمادا على عوامل عديدة وبصورة عامة تزداد التراكيز

3. الجدول

قيم الفحوصات للابار المدروسة

رقم البئر	pH	TDS	EC	درجة الحرارة	TH	Cl	SO ₄
1	7.44	2530	5060	19	1240	550	660
2	8.40	2020	4040	19	1430	530	655
3	7.44	2180	4360	22	1692	565	675
4	8.15	2440	4800	22	1550	580	760
5	7.58	3750	7510	22	1460	610	790
6	7.78	2110	4360	22	1490	410	785
7	7.6	2400	4800	24	1678.4	590	690
8	7.75	1930	3940	24	1470	780	840
OBJECTIVE	8.5-6.5	600	1600		500	300-200	250

4. الجدول

دليل الموصافة العراقية والموصافات العالمية

المواصفات	الجهاز للتقييس النوعية	المركزي والسيطرة	منظمة العالمية	الصحة	جمعية وكالة حماية البيئة الأمريكية
التوصيلية الكهربائية (مايكروسمنس/سم)			1600		1600
الأملاح الذائبة الكلية (ملغم/لتر)	1000		1000		1000
الاس الهيدروجيني	8.5-6.5		8.5-6.5		8.5-6.5
العسرة الكلية (ملغم/لتر)	500		500		250
الكالسيوم (ملغم/لتر)	50		50		50
المغنسيوم (ملغم/لتر)	50		125		125
الكلوريدات (ملغم/لتر)	250		250		500
الكبريتات (ملغم/لتر)	250		250		500

References

- [1] Al-Mutlaq SM Jabir HS. Exploitation of Groundwater in Iraq and Pollution. Report submitted to Environmental Research Center - Scientific Research Institution. 1978; 15p. (In Arabic)
- [2] Abdul Baqi YT. The validity of groundwater for different uses in the Qaraqosh region (northeast of the city of Mosul), Iraq. *The Sixth Periodic Scientific Conference of the Center for Dams and Water Resources Research*, University of Mosul, 2008; 68-78. (In Arabic)
- [3] Al-Naddawi MG. An Environmental Study of the Physical, Chemical and Bacteriological Properties of Some Wells in Tikrit City. MSc. Thesis. College of Science, Tikrit University, Iraq. 2010. (In Arabic)
- [4] Abdullah FK, Hussein DE. The Study of The Physical and Chemical Properties of Well Water in the district of Samara. *Journal of the College of Education for Women*. 2015; 26 (5): 402-417. (In Arabic)
- [5] Ibrahim MM. An Environmental and Micro-Mobile Study of Some Wells in the Al-Dour District, Salah Al-Din Governorate. MSc. Thesis. College of Education for Women, Tikrit University, Iraq. 2015. (In Arabic)
- [6] Al-Jubouri OT. A Study of some Physical and Chemical Properties of Water Samples from Kirkuk City Wells and the Determination of the Algal Content Thereof. MSc. Thesis. College of Education for Pure Sciences, Tikrit University, Iraq. 2016. (In Arabic)
- [7] Al-Ahmadi ME. Qualitative Assessment for Groundwater Suitability for Drinking and

- Agriculture in Wadi Al Aswaq, *Western Saudi Arabia, and JAKU: Earth Sci.* 2013; **24** (1), 19-37.
- [8] Hassan MA Hazzaa MA. Environmental Study Of Groundwater In Southwest Of Baghdad, Yusufiyah Using GIS. *Iraqi Journal of Physics.* 2015; **13** (27), 36-49.
- [9] Bai L, Wang Y, Guo Y, Zhou Y, Liu L, Yan Z, Li F, Xie X. Health Risk Assessment Research on Heavy Metals Ingestion through Groundwater Drinking Pathway for the Residents in Baotou. *Journal of Environ Health.* 2016; **78** (6):84-90.
- [10] Kenna AMM. Study of Groundwater Quality in Al-Gogjaly Village and its Suitability Uses. *Tikrit Journal of Pure Sciences.* 2006; **11** (2): 237-242. (In Arabic)
- [11] Gabriel NM. An Environmental Study on the Quality of Groundwater for Hilla City. MSc. Thesis, College of Science, University of Babylon, Iraq 2006. (In Arabic)
- [12] Hamdan IAH. A Study of Groundwater Quality in the Azraq Blue Zone using Geographical Information System and Remote Sensing. MSc. Thesis, Institute of Earth and Environmental Sciences, Al Al-Bayt University, Iraq. 2006. (In Arabic)
- [13] APHA, AWWA, and WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, 1998. (In Arabic)
- [14] Al-Azzawi KM. Al-Araza AAW. Studying Chemical Characteristics for some Wells in College of Agriculture -University of Baghdad and Assess its Suitability for Agricultural and Human Purposes. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences.* 2012; **43** (6): 59-70. (In Arabic)
- [15] Ibrahim TM. A Study of the Physicochemical Characteristics of Selected Wells of AL-Migdadiah Town – Dyala /Iraq. *Ibn Al-Haytham Journal of Pure and Applied Sciences.* 2011; **24** (3): 78-90. (In Arabic)
- [16] Al-Bayati MAM. Saleh SA. Al-Abdraba WM. Evaluation of Efficiency of Groundwater Desalination Plants in Different Hydrogeological Conditions in Salahaddin Governorate/ Iraq. *Tikrit Journal of Pure Sciences.* 2015; **20** (5): 125-136. (In Arabic)
- [17] Taqah, MShit A Hydro-Chemical Study of Selected Wells in Mosul City and the Formulation of Pollution Plants for Their Water. MSc. Thesis, College of Science, University of Mosul, Iraq, 2001. (In Arabic)
- [18] Abbawi SA, Hassan MS. Practical Engineering for the Environment / Water Tests. Dar Al-Hekma for Printing and Publishing, Mosul, 1990. (In Arabic)
- [19] World Health Organization, International Examination of Drinking Water, 7.23 Sulphate, 2005.
- [20] Iraqi Standard No. 417 for drinking water, Central Organization for Standardization and Control Quality, Ministry of Planning. 2005. (In Arabic)
- [21] Salih RA, Ghdhban II, Wahid AKA. Evaluation of a number of water treatment plants in Kirkuk governorate using the water quality index. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2018; **25** (1): 49-59.
- [22] Al-Aboodi AH, Hashim ZN. Assessment of Groundwater Vulnerability Using Lulc Map and DRASTIC Technique in Bahr AL-Najaf Area, Middle of Iraq. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2019; 26(2): 1-9.