

Contribute to Determining the Quality of Groundwater in Damsarkho for Use it in Operating a Heat pump

Dr. Jaber Diba*
Dr. Darin Bourjieh**
Oula Alghada***

(Received 4 / 9 / 2023. Accepted 5 / 12 / 2023)

□ ABSTRACT □

Burning large amounts of fossil fuels to generate the electricity needed for heating and air conditioning devices releases large amounts of carbon dioxide, which is one of the most important gases that play a major role in the global warming of our atmosphere. It is expected that energy consumption around the world for air conditioning alone will rise 33-fold by the year 2100, which further threatens the depletion of fossil fuels. To address this matter, it was necessary to turn to renewable energy technology, and the most important thing is that this technology be of an acceptable cost and economically feasible. High, to be available to everyone. The research focuses on the hydrological study, including the geochemistry of water with regard to its use in the heating and air conditioning cycle, considering it a renewable and sustainable heat source. Samples were taken from 10 wells within the Damsarkho area to determine the parameters: (bicarbonate ions, sulfate, magnesium, sodium, chlorine, and general hardness). Studying these samples showed that the groundwater in the Damsarkho area is suitable and can be used to operate a heat pump for heating and air conditioning purposes.

Keywords: Damascus, groundwater, water quality, heat pump, heat exchanger.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

*Professor, Department of Mechanical Forces, Faculty of Mechanical and electrical Engineering Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University Lattakia, Syria.

***Postgraduate Student (Ph.D), Department of Mechanical Forces, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. olaalgada@gmail.com

المساهمة في دراسة نوعية المياه الجوفية في دمسرخو لاستخدامها في تشغيل مضخة حرارية

د. جابر ديبية*

د. دارين برجيه**

عُلا محمد الغدا***

(تاريخ الإيداع 4 / 9 / 2023. قُبِلَ للنشر في 5 / 12 / 2023)

□ ملخّص □

إن حرق كميات كبيرة من الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء اللازمة لأجهزة التدفئة والتكييف، يطلق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، الذي يعد أحد أهم الغازات التي تلعب دوراً رئيسياً في ظاهرة الاحتباس الحراري لغلافنا الجوي. من المتوقع أن يرتفع استهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم لتكييف الهواء وحده بحدود 33 ضعفاً بحلول عام 2100، مما يهدد أكثر بنفاد الوقود الأحفوري، ولمعالجة هذا الأمر كان لابد من التوجه الى تكنولوجيا الطاقات المتجددة، والأهم أن تكون هذه التكنولوجيا ذات كلفة مقبولة، وجدوى اقتصادية عالية، لتصبح متاحة للجميع.

يركز البحث على الدراسة الهيدرولوجية المتضمنة جيوكيمياء المياه فيما يخص استخدامها في دارة التدفئة والتكييف، على اعتبارها مصدراً حرارياً متجدداً ومستداماً، تم أخذ عينات من 10 آبار ضمن منطقة دمسرخو لتحديد البارامترات: (شوارد البيكربونات، الكبريتات، المغنيزيوم، الصوديوم، الكلور والقساوة العامة). وتبين من دراسة هذه العينات أن المياه الجوفية في منطقة دمسرخو مناسبة ويمكن استخدامها لتشغيل مضخة حرارية لأغراض التدفئة والتكييف.

الكلمات المفتاحية: دمسرخو، مياه جوفية، نوعية المياه، مضخة حرارية، المبادل الحراري.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

* أستاذ - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهمةك - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** مدرس - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهمةك - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

olaalgada@gmail.com

مقدمة:

تُظهر الدراسات المرجعية أن المضخات الحرارية التي تعمل على طاقة المياه الجوفية المتجددة، بأنها تقنية صديقة للبيئة ومستدامة [1,2]، وبإمكانها أن تحل محل أنظمة التدفئة والتكييف التقليدية بشكل مجدي [3,4]، ليس فقط في المباني السكنية وإنما في الأبنية التجارية والصناعية أيضاً [4,5,6] ومن هنا جاءت أهمية هذا البحث باستثمار طاقة المياه الجوفية المتجددة في منطقة دمسرخو بغرض التدفئة والتكييف لتحقيق هذا الهدف قمنا بتحديد نوعية المياه الجوفية وفقاً لشروط عمل المضخة الحرارية، وبناءً عليه يتم تحديد الأماكن الأكثر ملائمة لاستخدامها. تناولت العديد من الدراسات السابقة تأثير بارامترات المياه الجوفية على مواد المبادل الحراري وأداء المضخة الحرارية [7]، فهي تؤثر بشكل مباشر على مردودها [8]، كما تؤدي إلى تآكل تجهيزات المضخات الحرارية [9].

تشمل منطقة الدراسة جزءاً من قرية دمسرخو بمساحة تقريبية (25Km²) بين خطي طول (35° 48', 35° 44') وخطي عرض (35° 36', 30° 33')، تم تحديد حدود منطقة الدراسة بشكل تقريبي والموضحة وفق الشكل (1)، حيث تنتمي المياه الجوفية فيها لطبقة المياه الجوفية الحرة، بأعماق قليلة تتراوح بين (2-30 m) [10].

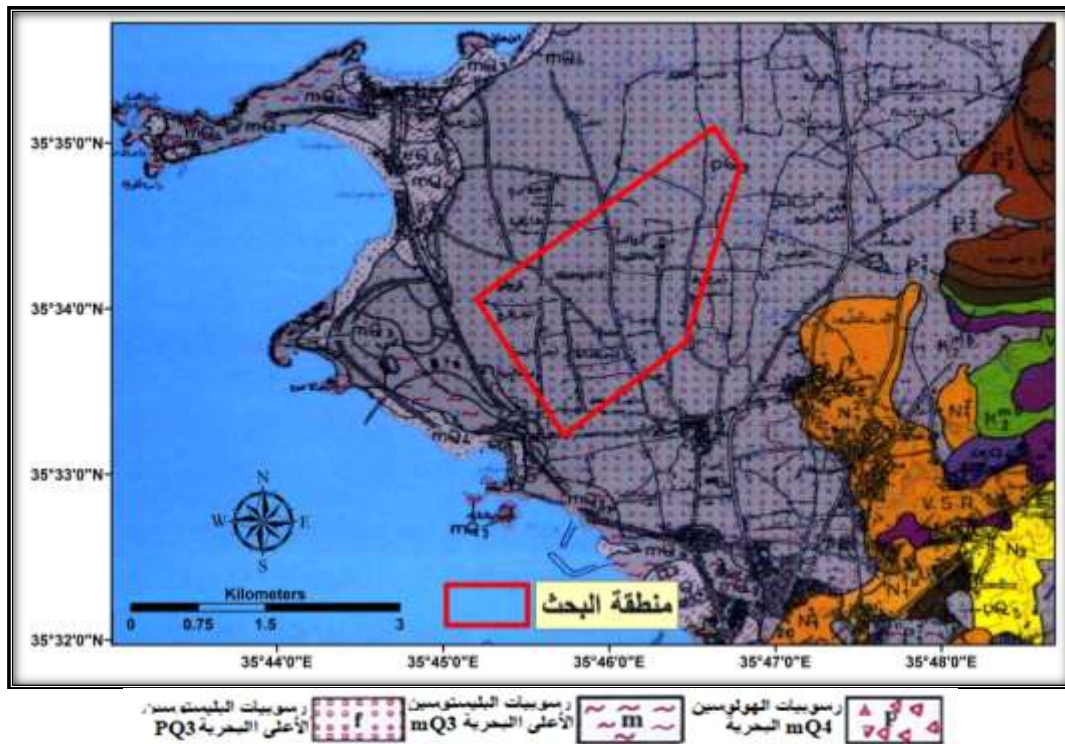


الشكل (1). حدود منطقة الدراسة.

تتميز منطقة البحث بمناخ متوسطي، معتدل ورطب شتاءً وحار صيفاً، بمعدلات حرارية وسطية شهرياً (□-28.77-23.94) صيفاً، وأدنى حدودها شتاءً خلال شهر كانون الثاني (□10)، أما الرطوبة النسبية فتتراوح بين (60-73%) وتبلغ قيمتها العظمى خلال الصيف وقيمتها الدنيا أواخر الخريف. وحسب محطة رصد الأزهرى تتراوح قيم الهطل المطري السنوي من (800-2000 mm) سنوياً.

تغطي المنطقة من الغرب وبمحاذاة الشريط الساحلي ربايات بحرية (mQ₄) في منطقة المسابح، أما في مركز منخفض دمسرخو، فتشكل اللحيات الرباعية القارية (PQ₃) معظم مساحته [10]. يتكون التطبيق الجيولوجي في المنطقة من الأعلى للأسفل: التربة الزراعية وتتجاوز سماكتها أحياناً (4m). ثم طبقة من الحجر الرملي ذو الملاط

الكلسي النفوذ والحاوي على المياه سماكتها (2-30 m)، تليها طبقة الأساس المؤلفة من المارل الغضاري والغضار المارلي بسماكة كبيرة [10]. يمثل الشكل (2) الخريطة الجيولوجية لدمسرخو.



الشكل (2). الخريطة الجيولوجية لدمسرخو مع مواقع الآبار العشرة فيها. المصدر: المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية.

إن تغذية منطقة الدراسة بالمياه تعتبر محلية، وتعتمد في جزئها الأكبر على الهطل المطري، أما الجزء الباقي يحصل نتيجة المياه الراشحة من شبكة ري سد 16 تشرين، يبين عامل الرشح لمنطقة الدراسة مدى نفوذية التربة للمياه، حيث يتراوح معامل النفاذية K لصخورها بين (0.05–10 m/day) [10]. تعتبر طبقة المياه الجوفية مستقرة نسبياً حيث لا تعاني من تغيرات موسمية كبيرة في المنسوب بسبب الوارد المائي المستمر [11,12]، حيث يمكن اعتبارها خزاناً حرارياً مستقراً.

طرائق البحث ومواده:

تم إجراء مجموعة من القياسات لمدة سنتين (مرة شهرياً) في منطقة دمسرخو باستخدام جهاز Reeloger (من كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين)، والتي شملت قياس: درجة حرارة المياه الجوفية للآبار والأس الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC. حيث أخذت عينات من المياه الجوفية بعبوات خاصة سعة (1) ليتر من عشرة آبار، وتم إجراء مجموعة من التحاليل الكيميائية للعينات في مخابر مديرية إدارة الموارد المائية في اللاذقية، شملت التحاليل البارمترات التالية: (شوارد البيكربونات، الكبريتات، المغنيزيوم، الصوديوم، الكلور والقساوة العامة)، وبعد الحصول على النتائج، تم وباستخدام برنامج Excel، حساب قيمها الوسطية بهدف تحديد الأماكن الأكثر ملائمة لتنفيذ المضخة الحرارية.

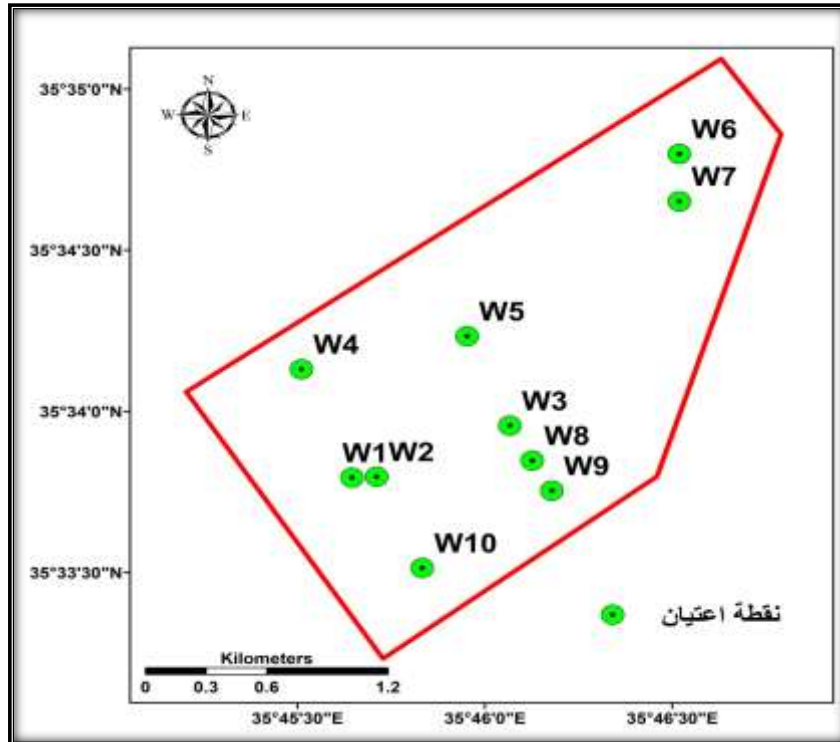
النتائج والمناقشة:

تم اعتماد عشرة آبار موزعة في محيط دمسرخو وموضحة في الشكل (3)، وجمع المعلومات الأولية عنها من حيث عمقها، ارتفاعها الطبوغرافي وإحداثياتها الديكارتية (X,Y) والتي تم تحويلها إلى الإحداثيات (Universal UTM Transverse Mercator) ثم ترتيبها في الجدول (1).

الجدول (1). إحداثيات الآبار المحددة وعمقها.

| العمق البئر (m) | الارتفاع الطبوغرافي Z (m) | Y UTM (m) | X UTM (m) | البئر |
|-----------------|---------------------------|-----------|-----------|-------|
| 12 | 3.4 | 3940335 | 206403 | W1 |
| 12 | 3.7 | 3940337 | 206502 | W2 |
| 13 | 6.5 | 3940612 | 207049 | W3 |
| 9 | 4.9 | 3940964 | 206219 | W4 |
| 16 | 6.7 | 3941132 | 206893 | W5 |
| 18 | 9.9 | 3942150 | 207784 | W6 |
| 24 | 10.4 | 3941877 | 207775 | W7 |
| 7 | 6 | 3940439 | 207168 | W8 |
| 17 | 6 | 3940266 | 207288 | W9 |
| 8 | 3.4 | 3939798 | 206667 | W10 |

ويوضح الشكل (3) نقاط الإعتيان ضمن منطقة الدراسة.



الشكل (3). مواقع نقاط الإعتيان في منطقة الدراسة.

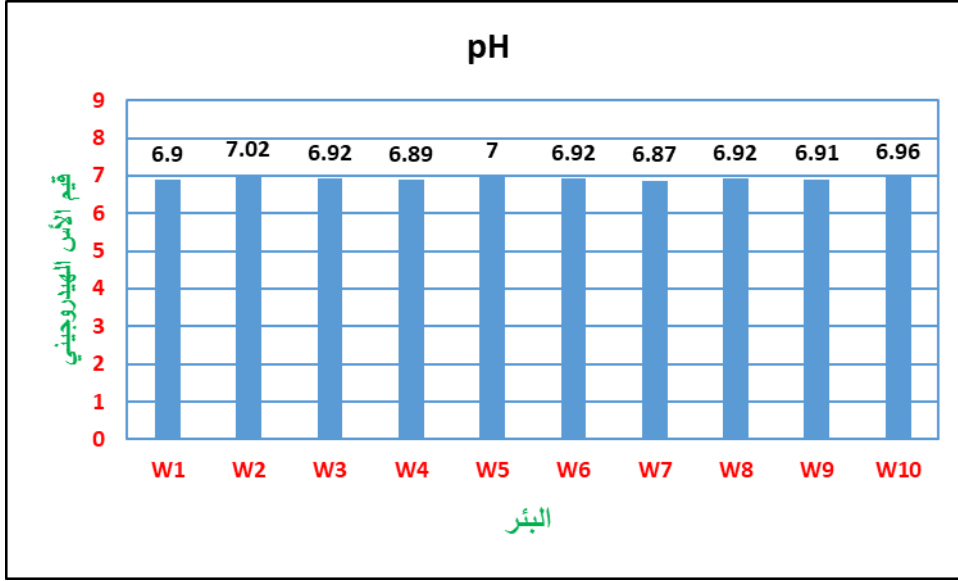
تم إجراء قياسات حقلية فيزيائية شملت: (درجة حرارة المياه الجوفية، الأس الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC) وأخذت عينات إلى المخبر لإجراء التحاليل الكيميائية لتحديد البارامترات: (شوارد البيكربونات، الكبريتات، المغنيزيوم، الصوديوم، الكلور والقساوة العامة). يمثل الجدول (2) القيم الوسطية للبارامترات المقاسة.

جدول (2). القيم الوسطية لتراكيز شوارد المياه الجوفية في الآبار المحددة منطقة الدراسة ودرجة حرارتها.

| HCO ⁻³ | SO ₄ ⁻² | القساوة العامة | Mg ⁺² | Na ⁺ | Cl ⁻ | T.D.S | EC | pH | T | البئر |
|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|--------|------|------|-------|
| | | | | | | | | | C° | |
| mg/l | | | | | | | μS/cm | | | |
| 573 | 90 | 370 | 21.6 | 115 | 190 | 956 | 1471 | 6.9 | 20 | W1 |
| 512 | 90 | 360 | 19.2 | 112 | 130 | 978 | 1196 | 7.02 | 21 | W2 |
| 488 | 69 | 320 | 16.8 | 52 | 190 | 878 | 1350 | 6.92 | 20.2 | W3 |
| 610 | 170 | 660 | 9.6 | 180 | 270 | 1245 | 1805 | 6.89 | 23.6 | W4 |
| 549 | 43 | 500 | 28 | 95 | 120 | 754 | 1160 | 7 | 20.3 | W5 |
| 500 | 52 | 850 | 96 | 80 | 150 | 682 | 1050 | 6.92 | 20.3 | W6 |
| 549 | 50 | 370 | 21.6 | 54 | 140 | 734 | 1128 | 6.87 | 21.3 | W7 |
| 525 | 70 | 900 | 41 | 430 | 500 | 1534 | 2360 | 6.92 | 20.6 | W8 |
| 530.5 | 79.5 | 345 | 19.2 | 113.5 | 190 | 917 | 1410.5 | 6.91 | 20.1 | W9 |
| 521.25 | 84.75 | 352.5 | 19 | 112.75 | 160 | 947.5 | 1303.2 | 6.96 | 20.5 | W10 |

من المعلوم أن أسباب الفشل في تصميم المضخة الحرارية يعود لانهايار المبادل الحراري نتيجة التآكل [13]. لذلك بعد أن تم إجراء التحاليل السابقة تم مقارنة النتائج مع القيم المسموح بها لحصر أغلب أنواع التآكل التي قد تتعرض لها مواد مبادلات المضخة الحرارية تبعاً للتركيب الكيميائي للمياه [14]. يتم عادة اختيار مواد مبادل حراري مقاومة للصدأ وذات موصولية حرارية عالية كالمعادن، أو مواد مقاومة للصدأ ومنخفضة التكلفة والوزن لكنها ذات موصولية حرارية أقل كالبوليميرات. أغلب هذه المواد عرضة للتآكل مع فترات تشغيل متوسطة أو طويلة، حتى البوليميرات يظهر تآكلها على شكل تغير في خصائص البوليمير أو تغير في لونه [9,15].

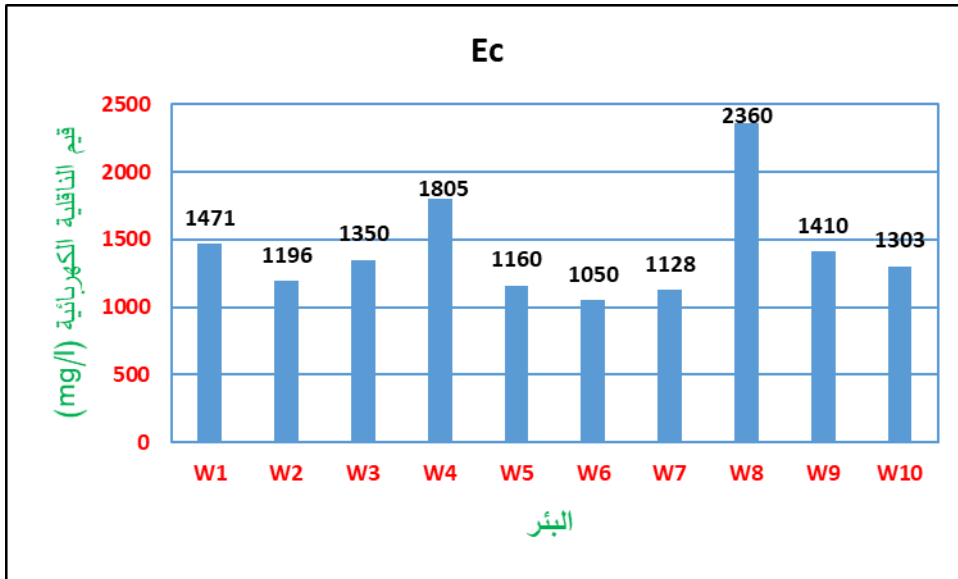
يُعبّر تركيز الأس الهيدروجيني pH عن درجة الحموضة أو القلوية للمياه، ويبيّن الباحث Lund أن الخل في قيم pH يؤدي إلى تراكم ترسبات ثقيل بشكل كبير من قدرة التحمل الهيدروليكية للأنايب التي تمر عبرها المياه، وقد تتلفها [16]. وبحسب الباحث Kaya فإن استمرار الترسبات في أنابيب المضخات الحرارية يسبب حدوث التآكل المنتظم [9] Uniform Corrosion. وحدد الباحث Mitric خلال دراسته أن المجال المقبول للأس الهيدروجيني في المضخات الحرارية يتراوح بين (6.8-8.5)، تظهر عدوانية المياه تجاه معظم المواد المعدنية للأنايب والمبادلات الحرارية عند قيم pH < 6.8، أما عند قيم pH > 8.5 يتعزز ترسيب كربونات الكالسيوم على المواد [15]، ثم تمثيل قيم pH المقاسة كما في الشكل (4).



الشكل (4). الرسم البياني لقيم الأس الهيدروجيني في الآبار العشرة.

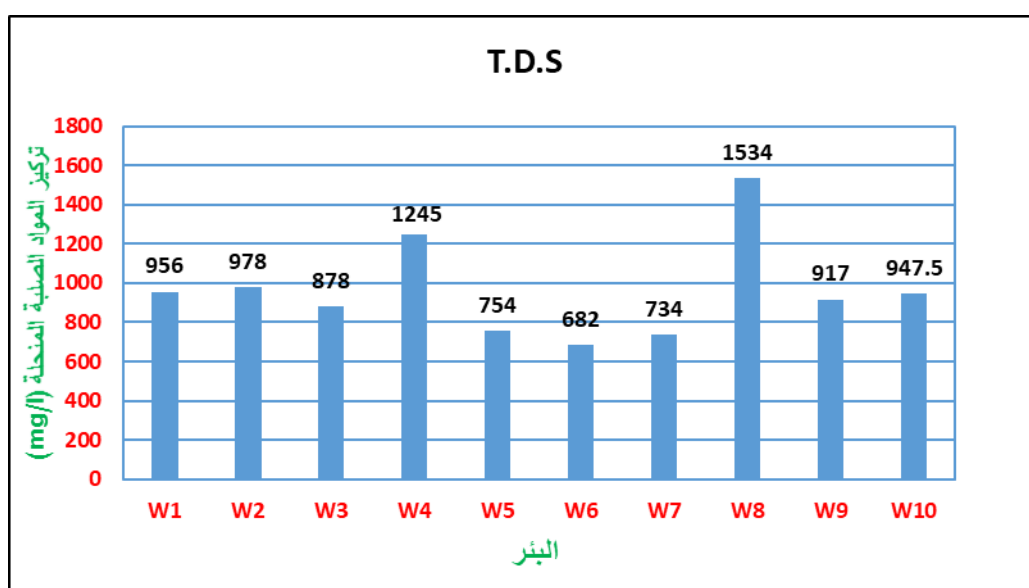
تظهر النتائج أن قيم الأس الهيدروجيني تغيرت في الآبار بشكل بسيط من أعلى قيمة لها في W2 ($pH=7.02$)، لأدنى قيمة في W4 ($pH=6.8$) حسب الشكل (4)، أي أن منطقة الدراسة لا تعاني لا من الحموضة ولا من القلوية، وبالتالي القيم الناتجة مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15].

إن انحلال الأملاح في المياه يكسبها خاصية الناقلية الكهربائية Ec ، وبحسب الباحث Kaya فإن القيم العالية للناقلية الكهربائية ستؤدي إلى حدوث عدة أنواع من التآكل في المبادل الحراري، خاصة التآكل الغلفاني [9]. بين الباحث Mitric أن خاصية الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية، ستزداد مع ازدياد كمية الأملاح المنحلة فيها عندما تزيد عن القيمة المسموحة ($2500 \mu S/cm$) وتؤدي بدورها إلى زيادة سرعة تآكل مواد المضخة الحرارية [15]. تم تمثيل قيم الناقلية الكهربائية المقاسة كما في الشكل (5).



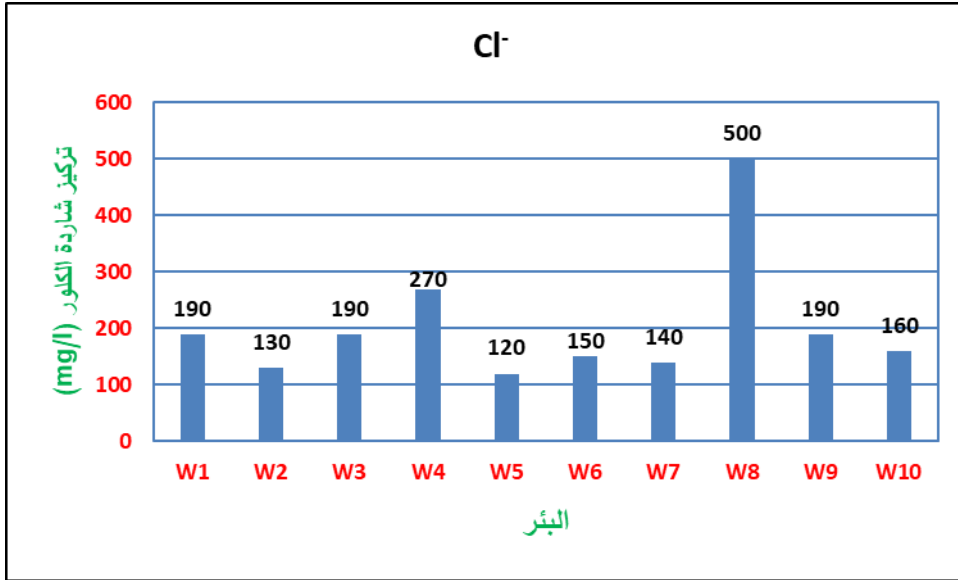
الشكل (5). الرسم البياني لقيم الناقلية الكهربائية في الآبار العشرة.

تغيرت قيم الناقلية الكهربائية للآبار من أعلى قيمة في W8 ($2360 \mu\text{S/cm}$) لأدنى قيمة في W6 (1050 $\mu\text{S/cm}$) حسب الشكل (5)، وبالتالي الآبار مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15]. يتضمن تركيز المواد الصلبة المنحلة T.D.S بشكل أساسي شوارد الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والبيكربونات والكلوريدات والكبريتات، وبعض الكميات الصغيرة من المواد العضوية، وأملاح غير عضوية. أكد الباحثون Allan, Mcquillan, Tihansky أن ارتفاع إجمالي المواد الصلبة الذائبة T.D.S في المياه الجوفية يؤدي إلى تآكل وتقصير عمر المضخة الحرارية [17,18,19]، وبحسب الباحث Davis تصنف المياه الجوفية اعتماداً على قيمة تركيز المواد الصلبة المنحلة إلى مياه عذبة ($0-1000 \text{ mg/l}$)، مياه شبه عذبة ($1000-10.000 \text{ mg/l}$) مياه مالحة ($10.000-100.000 \text{ mg/l}$) أما القيم الأعلى من ذلك فهي شديدة الملوحة [20]. حدد الباحث Mitric القيمة المسموح بها للمضخات الحرارية (1000 mg/l) [15]. تم تمثيل القيم المقيسة كما في الشكل (6).



الشكل (6). الرسم البياني لتراكيز المواد الصلبة المنحلة في الآبار العشرة.

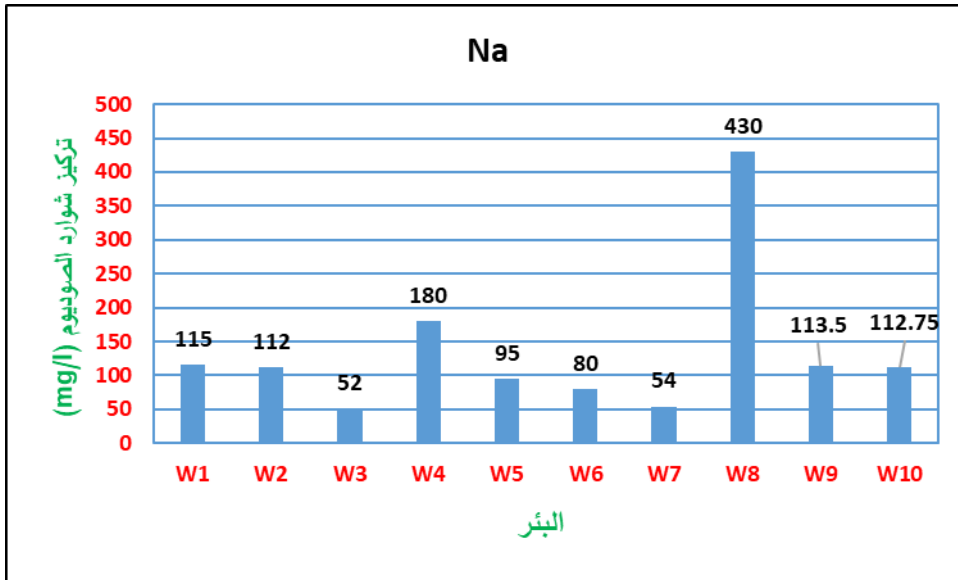
تغيرت قيم T.D.S من أعلى قيمة لها في W8 (1534 mg/l) لأدنى قيمة في W6 (682 mg/l) حسب الشكل (6)، لقد ظهر تجاوز للقيمة المسموحة في الآبار W4, W8. أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15]. وتعتبر المياه الجوفية شبه مالحة في الآبار W4, W8 وعذبة في باقي الآبار حسب المرجع [20]، وتفسر ملوحتها لكون التكوينات الجيولوجية هي رسوبات بحرية. أما شاردة الكلور فبحسب الباحثين Knipe, Lund عندما يزيد تركيزها تسبب تآكلاً شديداً لمكونات المضخة الحرارية [16,21]. وأشار الباحث Kaya إلى أن أشهر أنواع التآكل الناتجة عن شاردة الكلور تآكل الإجهاد Stress Corrosion Cracking (SCC)، التآكل المنتظم Uniform Corrosion وتآكل التنقر Pitting Corrosion [9]. حدد الباحث Mitric القيمة المسموح بها للمضخات الحرارية (250 mg/l) [15]. تم تمثيل قيم شاردة الكلور المقيسة كما في الشكل (7).



الشكل (7). الرسم البياني لتراكيز شوارد الكلور في الآبار العشرة.

تغيرت قيم تركيز شاردة الكلور للآبار من أعلى قيمة لها في W8 (500 mg/l) لأدنى قيمة في W5 (120 mg/l) حسب الشكل (7)، لقد ظهر تجاوز للقيمة المسموحة في الآبار W4, W8، أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15].

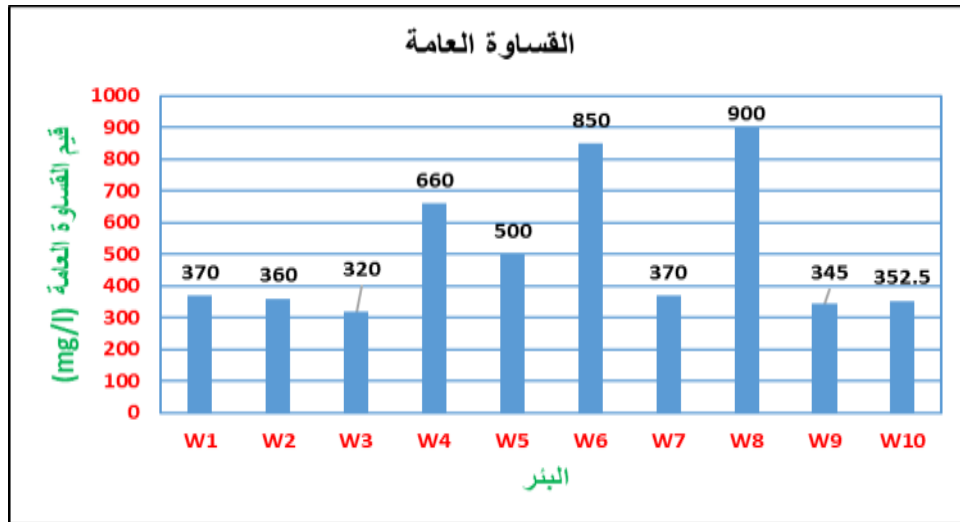
حدد الباحث Huang أن التركيز المسموح به لشوارد الصوديوم لأغراض صناعية يجب أن يكون أصغر أو يساوي (300) mg/l [22]. وأكد الباحث Krishan أنه عندما تتحد شاردة الصوديوم مع شاردة الكلور وتترسب على شكل أملاح، فإنها ستزيد تركيز المواد الصلبة المنحلة T.D.S وبالتالي تؤدي إلى نفس مخاطر التآكل الناتجة عن ارتفاع تركيز المواد الصلبة المنحلة [23]، تم تمثيل قيم شاردة الصوديوم المقاسة كما في الشكل (8).



الشكل (8). الرسم البياني لتراكيز شوارد الصوديوم في الآبار العشرة.

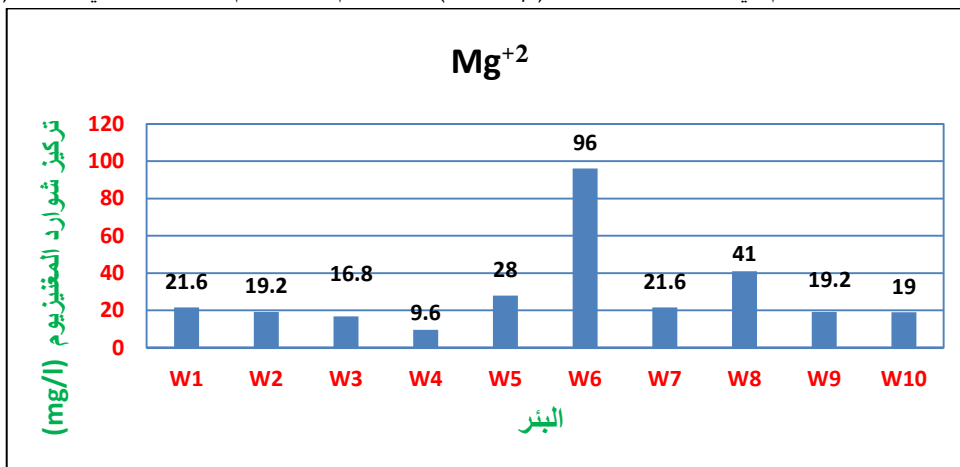
تغيرت قيم تركيز شاردة الصوديوم للآبار من أعلى قيمة لها في W8 (430 mg/l) لأدنى قيمة في W3 (52 mg/l) حسب الشكل (8)، ظهر تجاوز للقيمة المسموحة في W8، أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [22].

إن عسر المياه الجوفية أو (القساوة) هي خاصية إبطال عمل الصابون للمياه، حدد الباحث Ravikumar، Somashekar القيمة المسموحة لعسر المياه في المضخات الحرارية (600 mg/l) [24]. كما أكد الباحثان Uliasz، Winid أن عسر المياه الجوفية يؤدي إلى ترسب القشور، حيث تتشكل طبقة رقيقة تتشبث بالجزء الداخلي للمبادل مؤدية إلى انخفاض ضغط المياه وضياح التدفق، ومع مرور الزمن تتراكم القشور أكثر مسببة انسداد أنابيب المبادل [25]. تم تمثيل القيم المقاسة كما في الشكل (9).



الشكل (9). الرسم البياني لقيم القساوة العامة في الآبار العشرة.

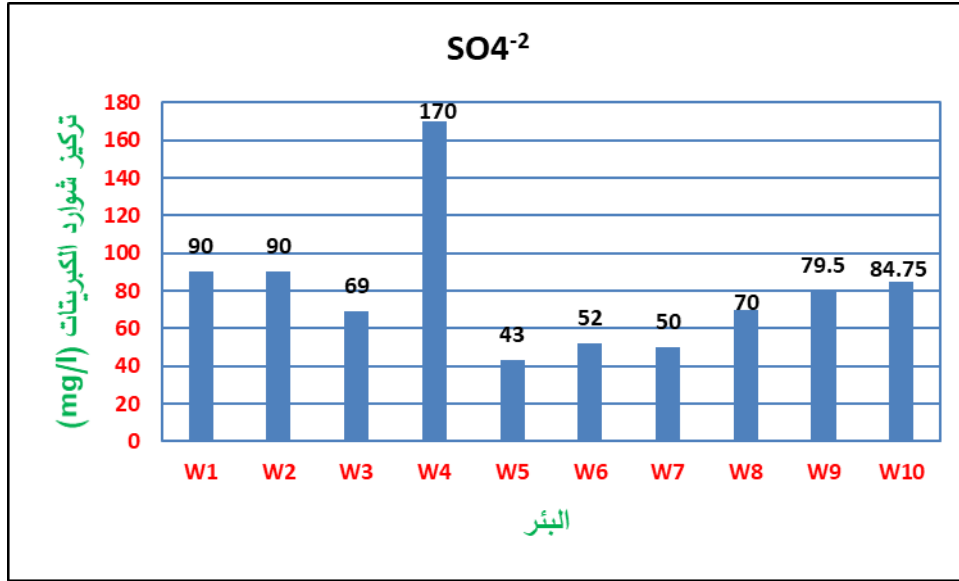
تغيرت قيم القساوة العامة من أعلى قيمة في W8 (900 mg/l) لأدنى قيمة في W3 (320 mg/l) حسب الشكل (9)، وظهر تجاوز للقيمة المسموحة في W4, W6, W8، أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [25].
 وبما أن مشكلة الماء العسر تنتج عن ارتفاع مستويات الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه، فقد حدد الباحث Mitric القيمة المسموحة لتركيز شاردة المغنيزيوم في المضخات الحرارية (50 mg/l) [15]. تم تمثيل القيم المقاسة كما في الشكل (10).



الشكل (10). الرسم البياني لتركيز شوارد المغنيزيوم في الآبار العشرة.

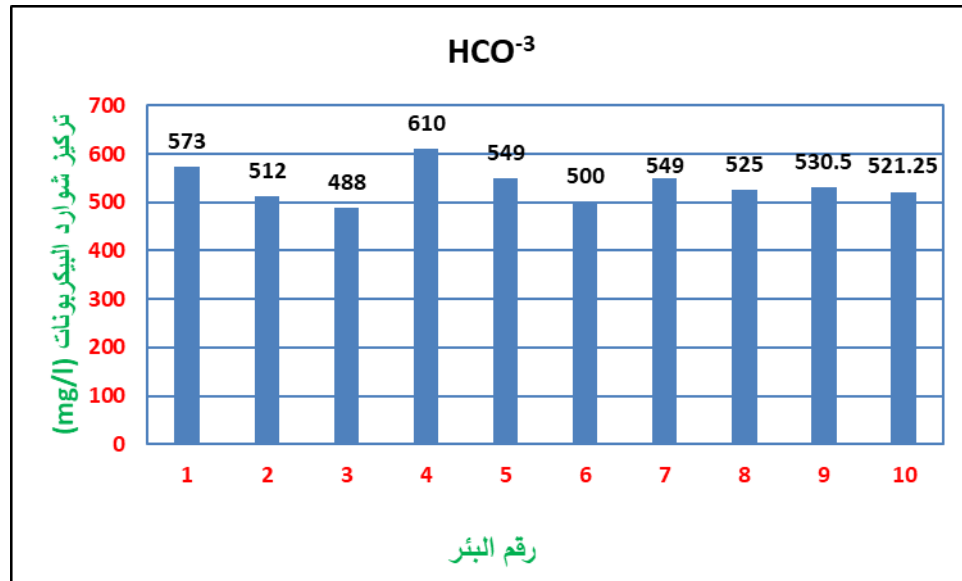
تغيرت قيم تركيز شاردة المغنيزيوم للآبار من أعلى قيمة لها في W6 (96 mg/l) لأدنى قيمة في W4 (9.6 mg/l) حسب الشكل (10)، ظهر تجاوز للقيمة المسموحة في البئر W6 أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15].

في حين وجد الباحثان Lee, kang أن المستويات العالية من الكبريتات تسبب تآكل إجهاد الكبريتيد Sulfide Stress Corrosion Cracking (SSC) [26,27]. حدد الباحث Mitric أن ازدياد الكبريتات عن (200 mg/l) يسبب مشاكل تآكل لتجهيزات المضخات الحرارية [15]. تم تمثيل قيم شاردة الكبريتات المقيسة كما في الشكل (11).



الشكل (11). الرسم البياني لتراكيز شوارد الكبريتات في الآبار العشرة.

تغيرت قيم تركيز شاردة الكبريتات للآبار من أعلى قيمة لها في W4 (170 mg/l) لأدنى قيمة في W5 (43 mg/l) حسب الشكل (11)، وبالتالي القيم المقيسة مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15]. يرتبط ارتفاع مستويات البيكربونات (HCO^{-3}) في المياه بارتفاع درجة الحموضة فيها، وبما أن المنطقة لا تعاني من الحموضة كما وجدنا سابقاً، فهذا يعني أن البيكربونات ضمن الحد المقبول للآبار فيها، أكد الباحث Zhang أن أشهر أنواع التآكل الناتجة عن ارتفاع مستويات البيكربونات في المياه هو تآكل الفولاذ الكربون [28]. وجد الباحث Mitric أن ازدياد البيكربونات عن (600 mg/l) يسبب مشاكل تآكل لتجهيزات المضخات الحرارية [15]. تم تمثيل قيم البيكربونات المقيسة كما في الشكل (12).



الشكل (12). الرسم البياني لتراكيز البيكربونات في الآبار العشرة.

تغيرت قيم تركيز شاردة البيكربونات للآبار كان من أعلى قيمة لها في W4 (610 mg/l) لأدنى قيمة في W3 (488 mg/l) حسب الشكل (12)، لقد ظهر تجاوز بسيط للقيمة المسموحة في البئر W4، أما باقي الآبار فهي مقبولة لاستخدامها في المضخة الحرارية [15].

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- إن نوعية المياه في الآبار في دمسرخو مياه معتدلة، لا تعاني من الحموضة ولا من القلوية وهي بين العذبة وشبه العذبة.
- 2- تعد المياه الجوفية في دمسرخو صالحة لتشغيل مضخة حرارية حيث لم يظهر تجاوز للقيم المسموحة إلا لكل من عسر المياه، تركيز المواد الصلبة المنحلة، شوارد الكلور والبيكربونات في البئر الرابع W4، عسر المياه وشوارد المغنيزيوم في البئر W6، تركيز المواد الصلبة المنحلة وشوارد الكلور والصوديوم في البئر الثامن W8.
- 3- التنبؤ بأغلب أنواع التآكل التي يمكن أن تتعرض لها المضخة الحرارية في بيئة المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

التوصيات:

- 1- المراقبة الدورية لنوعية المياه الجوفية المستخدمة لأغراض التبريد والتدفئة من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية.
- 2- دراسة وتحديد مشاكل المياه التي تمنع استغلالها في المضخات الحرارية للتدفئة والتكييف ومعالجتها.

References:

1. MARINI, D. Optimization of HVAC systems for distributed generation as a function of different types of heat sources and climatic conditions, *Applied Energy* Volume 102, February 2013, Pages 813-826.
2. ZHU, N. Performance analysis of ground water-source heat pump system with improved control strategies for building retrofit, *Renewable Energy* Volume 80, August 2015, Pages 324-330.
3. NAM, Y. Development of dual-source hybrid heat pump system using groundwater and air, *Energy and Buildings* Volume 42, , June 2010, Pages 909-916.
4. PARK, D. K. Development of a simulation-optimization model for sustainable operation of groundwater heat pump system, *Renewable Energy* Volume 145, January 2020, Pages 585-595.
5. CHEN, T. Impacts of boundary conditions on reservoir numerical simulation and performance prediction of enhanced geothermal systems, *Energy* Volume 181, 15 August 2019, Pages 202-213.
6. GAO, B. Operation performance test and energy efficiency analysis of ground-source heat pump systems, *Journal of Building Engineering* Volume 41, September 2021, 102446.
7. LI, J. YANG, Z. HU, S. DUAN, Y. Influences of fluid corrosivity and heat exchanger materials on design and thermo-economic performance of organic Rankine cycle systems, *Energy* Volume 228, 1 August 2021, 120589.
8. LUO, J. PEI, K. LI, P. Analysis of the thermal performance reduction of groundwater source heat pump (GWHP) system, *Engineering Failure Analysis* Volume 132, February 2022, 105922.
9. KAYA, T. RUKDQ, P. Proceedings World Geothermal Congress, Conference: Proceedings World Geothermal Congress Antalya, Turkey, Volume: 1, Pages 24-29 April 2005.
10. ZAINAB, A. Duration of Soil Reclamation in the Lands of Damsarkho Region, Master Thesis, Faculty of Civil Engineering - Tishreen University, Lattakia - Syria, 2000.
11. ABESSER, C. Schincariol, R. Raymond, J. GIL, A. Drysdale, R. Piatek, A. Giordano, N. Jaziri, N. Molson, J. Case studies of geothermal system response to perturbations in groundwater flow and thermal regimes, Special Issue on Advances in Thermal Use of Groundwater Volume 61, March/April 2023, Pages 255-273.
12. BAQUEDANO, C. GIL, A. MARAZUELA, M. CARNICER, A. AGUILERA, A. SANTAMARTA, J. FERNANDEZ, A The Efficiency Loss in Groundwater Heat Pump Systems Triggered by Thermal Recycling ,*Renewable Energy* Volume 200, November 2022, Pages 1458-1468.
13. ISHIYAMA, M. William, R. Paterson, Wilson, D. Optimum cleaning cycles for heat transfer equipment undergoing fouling and ageing, *Chemical Engineering Science* Volume 66, 15 February 2011, Pages 604-612.
14. KEHR, A. The Corrosion of Polymeric Materials, *CORROSION PEDIA*, August 24, 2017.
15. MITRIC, M. Impact of groundwater quality on heat pump operation, *Journal Rehva*, 2020, Pages 72 – 79.
16. LUND, J.W. CULVER, G. and LIENAU, P.J. Groundwater characteristics and corrosion problems associated with the use of Geothermal Water in Klamath Falls, Oregon, Geo-Heat Utilization Center Oregon Institute of Technology Notes, 1990
17. ALLAN, R. JOHN, A. Groundwater book, Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1979.

18. MCQUILLAN, R.G. SPENST, P.G. The addition of chemicals to apartment water supplies. J. Am. Water Works Assoc, Journal Awwa Volume 68, August 1976, Pages 415-419.
19. TIHANSKY, D.P. Economic damages from residential use of mineralized water supply, Water Resources research, Volume10, April 1974, Pages 145-154.
20. DAVIS, DEWIEST, N. Hydrogeology. John Wiley & Sons, New York, 1966, page 463.
21. KNIPE, E. RAFFERTY, K. Corrosion in low-temperature geothermal applications. ASHRAE Transactions, Environmental Science, 1985.
22. HUANG, G. Groundwater quality in aquifers affected by the anthropogenic and natural processes in an urbanized area, south China, Environmental Forensics Volume 17, 2016
23. KRISHAN, G. SEJWAL, P. BHAGWAT, A. Role of Ion Chemistry and Hydro-Geochemical Processes in Aquifer Stagnation-A Case Study from a Semi-Arid Region of Haryana, India, Journals Water Volume 13, February 2021.
24. RAVIKUMAR, P. SOMASHEKAR, R. Assessment and Modelling of Groundwater Quality Data and Evaluation of Their Corrosiveness and Scaling Potential Using Environmetric Methods in Bangalore South Taluk, Karnataka State, India. Water Resources, July 2012 Pages 446-473.
25. ULIASZ, B. WINID, M. Perspectives of using the Quaternary groundwaters in the low-temperature geothermal systems in Poland, Geothermic Volume 87, September 2020, 101842.
26. KANG, F. SHI, B. BAI, Y. SUN, H. LYTLE, D. WANG, D. Effect of sulfate on the transformation of corrosion scale composition and bacterial community in cast iron water distribution pipes, Water Research Volume 59, 1 August 2014, Pages 46-57.
27. LEE, J. WON, J. HAHN, J. Evaluation of hydrogeologic conditions for groundwater heat pumps: analysis with data from national groundwater monitoring stations, Geosciences Journal volume 10, pages 91–99, 2006.
28. ZHANG, S. LIFENG, H. HUAYUN, D. HUAN, W. BAOSHENG, L. YINGHUI, W. An electrochemical study on the effect of bicarbonate ion on the corrosion behavior of carbon steel in CO₂ saturated NaCl solutions, Vacuum Volume 167, September 2019, Pages 389-392.