مجلة الجبل للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Aljabel Journal of Humanities and Applied Sciences
المجلد السادس – العدد الأول – 2025 – الصفحات: 64-55

تقييم جودة المياه الجوفية باستخدام المؤشر الكندي (CWQI) دراسة حالة - مدينة نالوت (ليبيا)

مسعود احمد البرشني*[1] ، ناجي محمد شكشم [2]
[1] القسم المدني- كلية الهندسة جادو- جامعة نالوت-ليبيا
[2] القسم المدني-كلية الهندسة-جامعة صبراته - ليبيا
* البريد الإلكتروني (للباحث المرجعي): m.albarshani@nu.edu.ly

Assessment of groundwater quality using Canadian Water Quality index for Nalut in Libya – case study

Massoud albershny [1*], Naji shaksham [2]
[1] Department of civil Engineering, College of engineering/University of Nalut, Libya
[2] Department of civil Engineering, College of engineering/University of Subrath, Libya
تاريخ الاستلام: 02-04-2025، تاريخ القبول: 17-05-2025، تاريخ النشر: 01-06-2025

الملخص
استهدف البحث تقييم جودة المياه الجوفية ومياه العيون بمدينة نالوت باستخدام المؤشر الكندي لنوعية المياه(Water quality index). جمعت العينات من اربعة مواقع من الابار وأربعة من العيون المستهدفة بالدراسة خِلال شهر اكتوبر(2023)، وتم قياس بعض الخواص الطبيعية والكيميائية لهذه العينات وهي: الأس الهيدروجيني pH، المواد الذائبة الصلبة ، التوصيلية الكهربية ، العسرة الكلية، وايونات الكالسيوم والمغنيسيوم ،الكلوريد ،البيكربونات، الكبريتات ،البوتاسيوم ،الصوديوم، النيترات، الفوسفات، الحديد وتم مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية لجودة المياه 2011 ، كما أُجريت العمليات الحسابية للمؤشر الكندي لجودة المياه (CWQI). وخلصت النتائج إلى ان تركيز الأملاح في الأبار المدروسة مرتفعا مما أثر على جودة المياه بحيث كانت بين الرديئة إلى غير صالحة للشرب.
الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، العيون، ، المؤشر الكندي لجودة المياه.

Abstract:
The research aimed to evaluate the quality of groundwater and springs water in the city of Nalut using the Canadian Water Quality Index (CWQI). Samples were collected from four well sites and four of the springs targeted by the study during October 2023, Some of the natural and chemical properties of these samples were measured, namely: pH, solid dissolved materials, electrical conductivity, total hardness, calcium and magnesium ions, chloride, bicarbonate, sulfate, potassium, sodium, nitrate, phosphate, iron, and the results were compared with World Health Organization specifications 2011. Calculations were also performed for the (CWQI). The results concluded that the concentration of salts in the wells studied was high, which affected the water quality to the point that it ranged from poor to unfit for drinking.
Keywords: Groundwater, Natural Springs, Canadian Water Quality Index.

1.1 مقدمة

الموارد المائية هي أحد ركائز التنمية المستدامة[1]. أصبح العالم اكثر وعيا واهتمام بمشاكل التلوث المائي المتزايد نتيجة النمو السكاني والاقتصادي. ان التلوث المائي اما ان يكون فيزيائي متمثل في ارتفاع درجة حرارة المياه او زيادة الملوحة او زيادة في كمية المواد العالقة، أما التلوث الكيميائي ناتج من تلوث المياه بمصادر الصرف الصحي او التسرب النفطي او المخلفات الزراعية والمبيدات الحشرية، ومما سبق يمكن تعريف تلوث المياه بأنه تدهور نوعية المياه نتيجة لإدخال الملوثات الى مصادر تلك المياه[2] ، تشكل المياه الجوفية في ليبيا المصدر الرئيسي وهي مياه غير متجددة بسبب ندرة الامطار واغلب مساحة ليبيا هي صحراوية، او شبه صحراوية، ويسود الجفاف اغلب الاراضي في ليبيا وتمثل اكثر من 97%من المياه المستخدمة مياه جوفية [3]. ولكن في غياب منظومات شبكات الصرف الصحي في اغلب المدن والمناطق النائية سادت ممارسات خاطئة بانتشار ظاهرة التخلص من مياه الصرف الصحي عن طريق حقنها في آبار بهدف التخلص منها

وهذا مايسهل انتشار الامراض وذلك لاحتواء مياه الصرف على بكتيريا وفيروسات وطفيليات معدية للإنسان بالإضافة الى المواد الكيميائية السامة مثل المطهرات والمبيدات وغيرها، مما يجعلها غير صالحة للاستخدام ويشكل خطرًا صحيًا كبيرًا يهدد حياة الإنسان والكائنات المائية. تتشكل المياه الجوفية في خزانات حرة (unconfined aquifer) او مقيدة (confined aquifer) إضافة معلومات مختصره، ونتيجة تدني كميات هطول الامطار وظاهرة الجفاف أين في السنوات الأخيرة زاد الطلب على المياه الجوفية لاستخدام الحضري. ونتيجة لما ذكر تعاني مناطق عدة بالجبل الغربي من تلوث مصادر المياه الجوفية كباقي معظم مناطق ليبيا كما هو الحال في مدينة نالوت وضواحيها حيث تم التركيز في هذا البحث دراسة جودة مصادر المياه والمتمثلة في الابار والعيون المنتشرة في المنطقة، واختير لهذه الدراسة الطريقة الرياضية مؤشر جودة مياه الشرب الكندي(Canadian Water quality index) ويرمز له (CWQI). يتمتع هذا المؤشر بشهرة عالية في الاوساط البحثية العلمية بعد اعتماده في عام 1995 من قبل مجلس الوزارة الكندي للبيئة[12]. لأهمية مصادر المياه سواء كانت جوفية او عيون طبيعية لهذا الامر يجب ان تخضع الى مراقبة دورية ، لأجل الحد من مخاطر التلوث ويتم ذلك من خلال الفحوصات لفهم ومعرفة صلاحية ومواصفات استخدامها في النواحي المختلفة (شرب ، زراعة ، سقاية الحيوانات)

1.2 منهجية الدراسة:

أعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي وذلك لوصف الظاهرة اعتمدا على الدراسات السابقة كمنهج للدراسة كإطار نظري، ومن ثم تحليل نتائج العينات المجمعة من الابار الجوفية والعيون في حدود منطقة نالوت ومقارنتها بالمواصفات الدولية، وأجراء الحسابات عليها لمعرفة مدي صلاحيتها للاستخدام بتطبيق نموذج جودة المياه الكندي.

1.3 الدراسة السابقة:

1- من خلال الدراسة (الفطامة ،2022) والتي هدفت إلى حساب وتقييم نموذج جودة مياه نهر العاصي بدولة سوريا بواسطة نموذج جودة المياه الكندي (CWQI)، واظهرت النتائج وفق النموذج الكندي على أنها فقيرة أي غير صالحة للشرب.

2- قام (تميمي ،2023) بدراسة جودة المياه باستخدام (CWQi) على مسار نهر دجلة عند مدينة الموصل والعمارة، فاختير موقعين بمدينة الموصل وموقعين بمدينة العمارة خلال الفترة (2011-2013) متظمناً احدى عشرة مؤشرا للمياه. اظهرت النتائج للمؤشر بين (83-94) بمواقع الموصل ثم انخفضت الى(53-59) في مدينة العمارة مما يدل على ان جودة المياه بمسار النهر عند مدينة الموصل جيدة وتراجعت جودتها بمدينة العمارة .وعزيت الاسباب الى وجود العديد من مصادر الملوثات على امتداد مسار النهر بمدينة العمارة. حيث اشارة التوصيات الى الاهتمام ومراقبة رمي الملوثات على مسار النهر بتلك المواقع.

3- بحث (أحمد ،2023) جودة مياه الآبار في منطقة بيجي شمال محافظة صلاح الدين في العراق خلال العام 2022 م، و هدفت الدراسة لتحديد مدي امكانية استخدام مياه الآبار للشرب بناء علي حسابات المؤشر الكندي (CWQI)، وخلصت النتائج الي ان 97.67% من العينات رديئة و 3.33% كانت سيئة للغاية، حيث كانت معدلات النيترات مرتفعة فى العينات المدروسة مما يشير إلى وجود مخاطر صحية للأطفال عند استخدام هذه المياه للشرب.

4- قام (بلجين، 2018) بدراسة جودة مياه نهر كوروه بشرق تركيا، استخدم لذلك مؤشر الجودة (CWQI) لعدد اربعة مواقع على مدار اربعة سنوات (2011- 2014) لتحديد مواصفات وجودة المياه. وتراوحت النتائج ما بين (30- 71) وهذا يعني بان اغلبها غير صالحة للشرب.

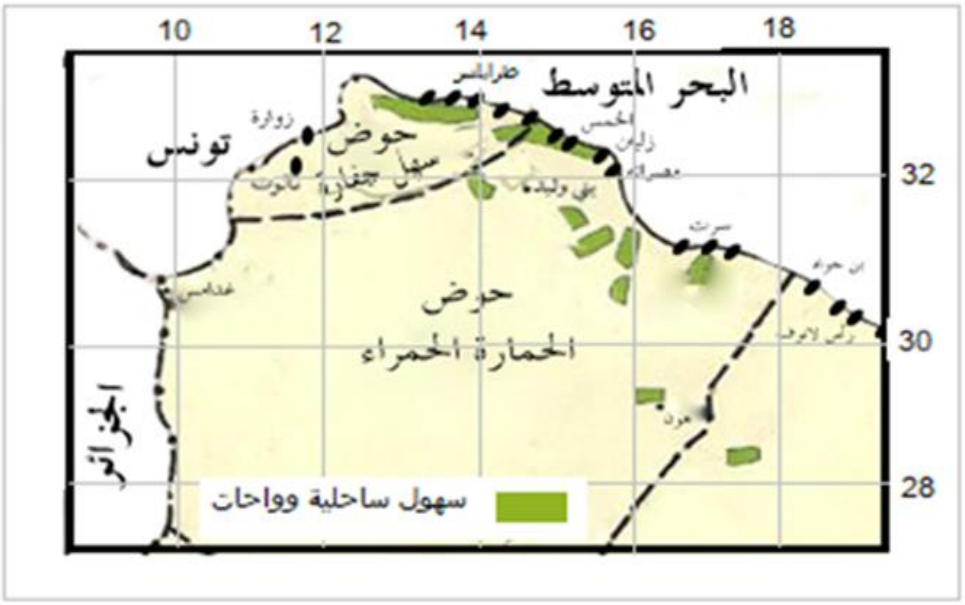
من خلال نتائج الابحاث المقدمة يمكن استنباط بان مؤشر الجودة الكندي (CWQI) ، يمكن الاعتماد على نتائجه الدقيقة والموثوقة للتعرف على جودة المياه الخاصة بالشرب.

1.4 مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة من خلال عدم وجود معلومات وبيانات سابقة على جودة المياه الجوفية بالمنطقة وفق المؤشرات العالمية مما يترتب عليه صعوبة استثمارها في الاستخدامات المختلفة.

2 **موقع منطقة الدراسة:**

تقع مدينة نالوت في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا بجبال نفوسة شكل (1) وترتفع عن سطح البحر بمقدار 610 متر، ويبلغ عدد سكانها (113886 نسمة وفق تعداد2020)، وتبعد عن مدينة طرابلس بحوالي 270 كيلومتر، ويمتاز موقعها بقربها من الحدود التونسية، وتعتبر الرابط بين الساحل والصحراء أما الموقع الجغرافي (الدرجات العشرية) بين خطي 13.25 N- 10.59 E [5].وتبعد عن ساحل البحر بحوالي 120 كيلومتر وهذا يجعل مناخ هذه المنطقة يتصف بالمناخ القاري المرجع.



شكل(1): موقع منطقة الدراسة– نالوت

2.1 جيولوجية منطقة الدراسه:

التتابع الطبقي والجيولوجي لمنطقة نالوت من الأسفل إلى الأعلى تكوينات ككلة المكونة من الحجر الرملي يليه تكوين سيدي الصيد والمكون من صخور الدولومايت ثم تكوين يفرن المتكون من المار والحجر الجيري مع تدخلات من الجبس [13].

2.2 الوضع المائي بمنطقة الدراسه:

تساهم المياه السطحية بنسبة بسيطة من حاجة السكان بالمدينة وخاصةً في

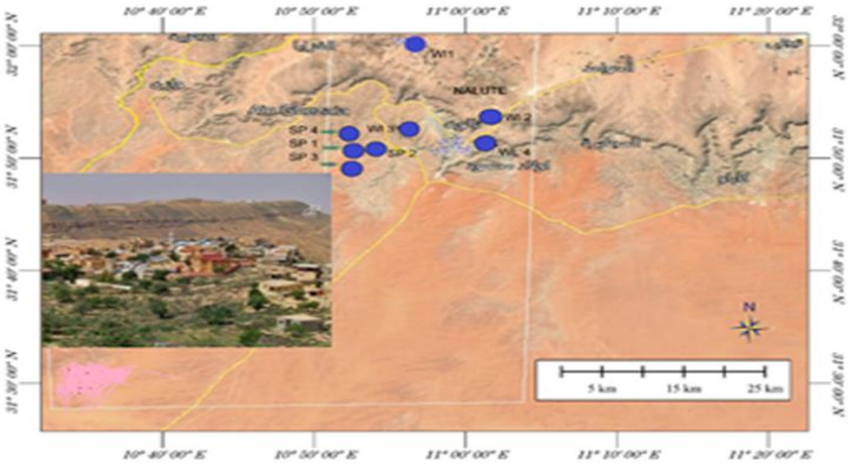
السنوات الأخيرة لندرة الأمطار، ففي السنوات المطيرة السابقة لمواسم الجفاف اعتمد أغلب السكان على الخزانات الأرضية (الفساكي والماجن) والاستفادة منها أثناء سقوط الأمطار ، أما عند أطراف المدينة واماكن الرعي توجد صهاريج يستفاد منها في سقي الحيوانات. كما تساهم العيون 1% من حاجة المنطقة من المياه. الخزان الجوفي المستفاد منه في تغذية المنطقة (خزان الحمادة الحمراء)، من خلال الدراسة الحقلية للموقع وجد عدد من الابار الجوفية موزعة في حدود المنطقة لتغذية المدينة بالمياه.

2.3 المنــاخ:

منطقة الدراسة تقع في النطاق شبه الصحراوي، الطقس حار صيفاً وتتباين درجات الحرارة فيما بين (30-40 درجة مئوية) وبفصل الشتاء تتراوح بين (10-20 درجة مئوية)، وتتساقط الامطار في اواخر فصل الخريف حتى فصل الربيع وتتباين كمية الأمطار من (80–180 ملم/سنة)، وتسود المنطقة الرياح الشمالية الغربية الموسمية والشمالية الشرقية الجافة[6] . في السنوات الاخيرة ومع التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة وانحسار موسم الأمطار، مما زاد من تفاقم مشكلة ندرة المياه حيث عرض البلاد لخطر التصحر والجفاف الحاد.

2.4 حدود الدراسة

جمعت العينات من أربعة مواقع لأبار جوفية منتشرة في انحاء المنطقة كما جمعت عينات لمياه العيون وعددها أربعة، مبين في الشكل (2). كما يوضح الجدول (1) احداثيات مواقع الابار والعيون بالمنطقة.



الرمز	الاسم	N	E
W1	بئر غنيم	°32.005833	°10.938611
W2	بئر وادي نالوت	°31.853889	°11.023333
W3	بئر الباردة	°31.876111	°10.938611
W4	بئر وادي نالوت2	°31.858889	°11.014167
SP1	عين بانون	°31.512800	°10.582900
SP2	عين تاله	°31.510000	°10.592100
SP3	عين جويبيه	°31.490200	°10.584000
Sp4	عين دبوس	°31.584000	°10.593400

شكل(2): موقع الابار والعيون

جدول (1):احداثيات مواقع الابار والعيون(الدرجات العشرية

3 المواد وطرق العمل :

تم تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات المائية بتقنيات معيارية في الموقع وفي المختبر , حيث في الموقع، تم قياس الأس الهيدروجيني (pH) باستخدام جهاز pH-meter، كما تم تقدير الأملاح الذائبة الكلية (TDS) بواسطة جهاز TDS Tester. أما في المختبر فقد تم تقدير تركيزات الكبريتات، الكلوريد، والكالسيوم باستخدام جهاز Spectrophotometer.وتم تحديد تركيزات النترات، الفوسفات، والحديد بواسطة تقنية Spectrophotometry. أخيرًا، تم قياس تركيز البيكربونات عبر المعايرة الحمضية القاعدية (Acid-Base Titration). كما تم تحديد العسرة الكلية، وتركيزات الصوديوم، والمغنيسيوم باستخدام معايرة المعقدات بمركب EDTA.

3.1 تحليل النتائج والمناقشة:

الجدول (2) يبين الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه الجوفية المجمعة من الآبار الواقعة في نطاق الدراسة،

جدول رقم (2): الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه الجوفية المجمعة من منطقة الدراسة

ويتضح من النتائج أن تركيز بعض الخصائص او المتغيرات أعلى من قيم المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية [16]. ومن الامثلة على ذلك نتائج التوصيل الكهربي (EC) لعينات الماء إذ تراوحت ما بين (1131-6060 µs/cm) مقارنة مع المواصفات القياسية (2300 µs/cm) ومن الجدول يتضح بان مياه ابار بن زايد ، بئر وادي نالوت وعين بنون ضمن المواصفات القياسية اما باقى الابار او العينات اذا كانت النتائج تشمل العيون فلوحظ ارتفاع درجة التوصيل الكهربي وهذا اشارة الى ارتفاع تركيز الاملاح الذائبة (TDS) في العينات، ويعود ارتفاع قيمTDS في مياه ابار الدراسة الي ان كميات سحب المياه من هذه الابار تفوق كميات التغذية [11] ، كما بينت نتائج الرقم الهيدروجيني(pH) انها تقع في حدود القاعدية[9] عدا مياه

parametres	WHO مواصفات قياسية	Units	بئر بن زايد	عين تاله	بئر طاهر شلوك	بئر وادي نالوت	عين الجوبية	عين خليفة	بئر الباردة	عين بانون
pHاس هيدروجيني	6.5-8.5		7.5	7.5	7.9	7.9	6.9	8.3	4.9	7.9
EC.توصيل كهربي	2300	µs/cm	1131	2573	6060	2188	2892	3474	4497	1425
مواد صلبة ذائبة T.D.S	000	mg/L	736	1673	3940	1422	1871	2253	2921	923
T.Hardعسر كلي	500	mg/L	390.39	830	1971	650	1582	1051	1171	440.5
+Naصوديوم	200	mg/L	100	310	1000	360	168	453	801	190.5
+Kبوتاسيوم	20	mg/L	6	14.9	19.1	11.7	1.6	7.8	13	2.2
Ca+2كالسيوم	200	mg/L	88	172	550	152	452	248	232	112
Mg+2ماغنيسيوم	150	mg/L	41.3	97.28	229	66	104.4	104.5	143.5	51.1
-Clكلوريدات	250اقل من	mg/L	192	550	1210	477	255.6	710	781	300
HCO-3بيكربونات	200	mg/L	160	250	255	215	168	216	258	230
SO4 -2كبريتات	400	mg/L	240	380	1750	440	1200	630	1400	165
NO-3نيترات	50	mg/L	19	14	22	7	19.5	13.5	99	30
PO4 -3فوسفات	اقل من 3	mg/L	0.15	0.15	0.28	0.1	0.21	0.23	0.36	0.29
Feالحديد	0.3	mg/L	0.01	0.02	0.03	0	0.01	0	0	30

بئر الباردة فان (pH<7.5) وهذا دليل على حامضية المياه ، ويرجع ذلك الى ايونات الهيدروكسيد في الماء اقل من ايونات الايدروجين، تتصف مياه معظم المواقع بالعسرة (TH) بسبب زيادة في تركيز أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه ماعدا موقع بئر بن زايد وعين بنون ضمن الحدود المسموح بها وفق مواصفات [16]. وتظهر النتائج ان قيم تركيز الماغنيسيوم كانت ضمن حدود المواصفات ماعدا موقع بئر الطاهر شلوق. تفاوت بعض نتائج العينات القيم المسموح بها في تركيز الكبريتات (SO_4^{-2})، يدل ذلك على وجود تركيب جبسي للتكوين الجيولوجي للخزان الجوفي لهذه الابار [8] ، حيث يؤدي ارتفاع التركيزات للكبريت في الماء مرارة في الطعم ويؤثر على الجهاز الهضمي للإنسان [17]. أما نتائج تحليل الكالسيوم (Ca^{+2}) تشير الي انها في حدود المواصفات عدا بئر شلوك وعين الجويبية فكميات الكالسيوم بهما اعلي من تلك المسموح بها في المواصفات ، ويرجع سبب وجود الكالسيوم الى تكون احجار الجبس في التكوين الجيولوجي للخزانات الجوفية [9]. ارتفاع تركيز ايونات الصوديوم عن الحدود المسموح بها بالمواصفات في معظم مواقع الدراسة عدا ثلاثة مواقع وهي بئر بن زايد وعين الجويبية وعين بانون. كما لوحظ ارتفاع تركيز أيون الكلوريد(Cl) في جميع المواقع باستثناء "بئر بن زايد"، وقد يُعزى هذا الارتفاع إلى تأثير المياه البحرية القديمة المحصورة في مسامات الصخور والطبقات الحاملة للمياه، بالإضافة إلى ذوبان معدن الهالايت وعمليات التبخر لمياه الأمطار [8] . كما تجاوزت تراكيز البيكربونات (HCO_3^{-1}) الحدود المسموح بها في كافة المواقع عدا "بئر بن زايد"، ويرجع ذلك بشكل أساسي إلى عمليات التجوية الكيميائية لصخور الحجر الجيري والدولومايت الغنية بكربونات الكالسيوم والماغنسيوم [9]. من ناحية أخرى، كانت تراكيز النترات (NO_3^{-1}) ضمن النطاق المسموح به في معظم المواقع، باستثناء "بئر الباردة" الذي أظهر تركيزًا مرتفعًا، مما قد يشير إلى احتمال تأثره بمصادر تلوث قريبة، مثل مياه الصرف الصحي[4]. وبالمثل، سجلت تراكيز الحديد(Fe) قيمًا ضمن الحدود القياسية في جميع المواقع ما عدا "عين بانون"، حيث يُحتمل أن يكون الارتفاع ناتجًا عن وجود ترسبات لخام الحديد في المنطقة. أما تراكيز الفوسفات (PO_4^{-3})، فقد كانت مطابقة للمواصفات في جميع عينات الدراسة.

3.2 النموذج الكندي لدراسة جودة المياه Canadian Water Quality Index

يعتبر مؤشر جودة المياه الكندي (CWQi) نموذج رياضي مهم ويستخدم في تقييم جودة المياه لغرض الشرب والاستخدامات الاخرى[14] ، ويعطي دقة في تحليل دقيق لنوعية المياه وله الخطوات التالية: تمثل المعادلة العامة التالية بما يعرف بالنموذج الرياضي الكندي لجودة المياه، وتتضمن مجموع مربعات ثلاثة عوامل مهمة **(F_1,F_2,F_3)**

$$C\ WQI = 100 - \left[\frac{\sqrt{{F_1}^2 + {F_2}^2 + {F_3}^2}}{1.732}\right] \dots\dots\dots\dots 4$$

العامل الأول: F_1 المدى (Scope): يُمثل النسبة المئوية لعدد المتغيرات المتجاوزة للحدود القياسية مقارنةً بالحدود الكلية للمتغيرات.

$$F_1 = \left[\frac{\text{عدد المتغيرات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للمتغيرات}}\right] \times 100 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 1$$

العامل الثاني: F_2 (frequency) التردد: النسبة المئوية للفحوصات الفردية المتجاوزة للحدود القياسية مقارنةً بالعدد الكلي للفحوصات:

$$F_2 = \left[\frac{\text{عدد الفحوصات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}}\right] \times 100 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 2$$

العامل الثالث: F_3 (Amplitude) السعة: يمثل الاختبارات المتجاوزة، ويحسب على مرحلتين:

المرحلة الأولى: عدد مرات تجاوز التراكيز الفردية للحدود القياسية، ويطلق عليه (Excursion) ويتم حسابه كما كالتالي:

$$Excursion = \left[\frac{\text{قيمة الفحص المتجاوزة}}{\text{القيمة القياسية}}\right] - 1 \quad \dots\dots\dots\dots 3a$$

المرحلة الثانية: مجموعة الاختبارات الفردية المتجاورة، ويتم حسابها بجمع الانحرافات الفردية وتقسيمها على العدد الكلي للفحوصات (المتجاوزة وغير المتجاوزة)، ويطلق على هذا المتغير (مجموع الانحرافات المعدلة) (Normalization of excursion)، ويرمز له (nse):

$$nse = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} \text{انحراف كل عنصر}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}}\right] - 1 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 3b$$

وتحسب F_3 السعة عبر المعادلة التالية:

$$F_3 = \left[\frac{nse}{0.01nse+0.01}\right] \times 100 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 3$$

الجدول (2) يبين تصنيف النتائج المتحصل عليها من النموذج (CWQI) [15]

جدول(3): التصنيف العام لمياه الشرب حسب نتائج المؤشر

مؤشرCWQI	100-95	94-80	-60 79	69-45	44-0.0
التصنيف	Excellent ممتازة	Good جيدة	Fair مقبولة	Marginal رديئة	Poor غير صالحة
الدرجة	1	2	3	4	5

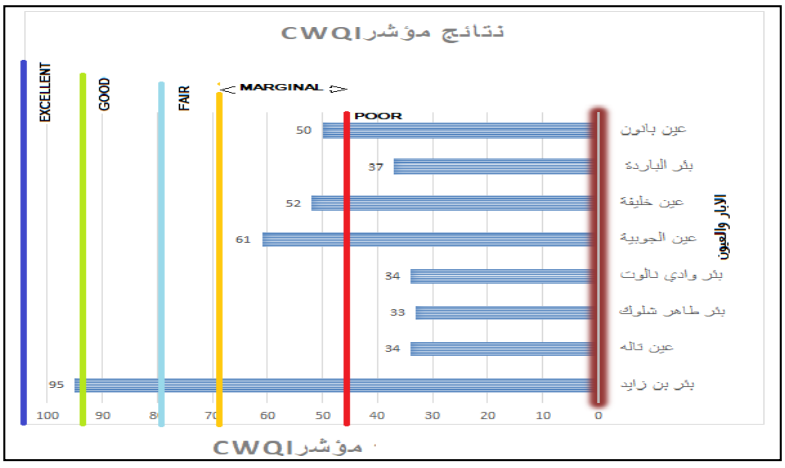
3.3 نتائج مؤشر الجودة للمياه:

الجدول (4) يسرد نتائج مؤشر الجودة (CWQI) ، حيث تم الاستعانة ببرنامج اكسل لاتمام الحسابات وذلك بإدخال نتائج اربعة عشرة عنصر(Parameters) لكل مصدر من مصادر المياه للحصول على المتغيرات التالية (المدى F_1)،(التردد F_2)،(السعة F_3) وفق المعادلات المبينة والمفصلة في الشرح .

جدول(4):نتائج مؤشر الجودة (CWQI)

مصدر الماء	F_1	F_2	F_3	مؤشرCWQI
بئر بن زايد	0	0	0	95
عين تاله	64	64	70	34
بئر طاهر شلوك	57	57	85	33
بئر وادي نالوت	64	64	70	34
عين الجوبية	40	40	39	61
عين خليفة	53	53	36	52
بئر الباردة	71	71	47	37
عين بانون	21	21	88	50

وبجمع المتغيرات والمبينة في المعادلة رقم 4 نحصل على قيم المؤشر لكل مصدر كما موضح في العمود الاخير بالجدول (4) من خلال نتائج حسابات المؤشر(CWQI) والجدول (2) لتصنيف مياه الشرب تم تلخيص النتائج النهائية في المخطط التالي:



الشكل (3): مخطط يبين قيم المؤشر والتصنيف لمياه الابار والعيون بمنطقة الدراسة

*المصدر: عمل البحاث اعتماد على نتائج (CWQI)

المخطط يبين أدني قيم(CWQI) سجلت لمياه بئر شلوك وعين تاله وبئر نالوت وبئر الباردة حيث تصنف وفق الجدول (2) بانها مياه رديئة (Poor) ومن الدرجة الخامسة، كما يتبين ان مياه عين نالوت وعين خليفة وعين الجوبية تصنف بانها هامشية(Marginal) من الدرجة الرابعة، اما مياه بئر بن زايد تعتبر الافضل في هذه الدراسة وتصنف بانها جيده جدا من الدرجة الاولي. يجب مقارنة نتائج النموذج مع دراسات اخرى . يتبين من هذه الدراسة ان اغلب مصادر المياه المدروسة تصنف بانها (رديئة الجودة) وتبلغ نسبة هذه الابار في حدود 87% وعددها سبعة مصادر، والمتبقي بئر بن زايد يعتبر الأفضل للاستهلاك البشرى ويمكن الاستفادة منه في الشرب. وتُعزى رداءة معظم مياه الابار والعيون التي تم دراستها الي ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة فيها مقارنة مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية [16].

الخلاصة :

- يتأثر تلوث المياه الجوفية لمنطقة الدراسة بالتكوين الجيولوجي للخزانات الحاملة للمياه فالتتابع الطبقي، خاصة صخور الدولومايت والجبس ضمن تكوينات سيدي الصيد ويفرن، هو سبب زيادة الملوحة وعسر المياه في الخزانات الجوفية بالمنطقة .

- المياه الجوفية في المواقع المدروسة تعتبر ذات تركيزات عالية من الاملاح الذائبة الكليه واستناداً لمواصفات الصحة العالمية] ووفقاً لمؤشر الجودة (CWQI) صُنفت بأن اغلبها غير ملائمة الشرب.

بناء على نتائج الدراسة الحالية نوصي باجراء التحاليل الدورية المستمرة لمراقبة جودة المياه الجوفية في المنطقة للتأكد من التغيرات في خصائصها التي تؤثر في جودتها وبالتالي تنعكس سلبا على صحة مستخدمي هذه المياه.

المراجع العربية:

[1] عمار فطامة منهم (2022) تقييم جودة المياه باستخدام الموديل الكندي CQWI لنهر العاصي في محافظة حماة – سوريا ،مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات ، المجلد6 ، العدد 3، 2022

[2] محمود السلاوي (1986) المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق. منشورات كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا. صفحه

[3]صالح الصادق من هم (2020)،الموارد المائية في ليبيا، https//Frank water.com

[4] سلوى هادي من هم(2023)،تقييم جودة المياه الجوفية ومخاطر التعرض للنترات،شمال محافظة صلاح الدين ، العراق،مجلة تكريت للعلوم الهندسية ،عدد 9 ،هل هذه صفحه ام سنه

[5] عبدالعزيز شرف(1971)، جغرافيا ليبيا،دار المعارف الاسكندرية،الطبعة الثانية،1971

[6]المهدوي(1998) ، جغرافيا ليبيا البشرية،منشورات جامعة قاريونس،بنغازي،1998

[7]عمر أحمد(2008)، دراسة خصائص المياه الجوفية في منطقة وادي الشاطئ وتقييم التأثيرات لتدهور نوعيتها، كلية العلوم الهندسية والتقنية-جامعة سبها، ليبيا.

[8]خيري العماري وعبد العزيز(2018)،استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم جودة الماه الجوفية في النواحي الاربعة في ليبيا، مجلة علوم البحار والتقنية البيئية، المجلد4، العدد2

[9]عبد العزيز الصفاوي(2018. تطبيق المؤشر الكندي (CCME WQI) لتقييم جودة المياه لأغراض الشرب. دراسة حالة

[10] زينب تميمي،راشد(2023)،نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل والعمارة باستخدام المؤشر الكندي(CWQi)، Jornal of engineering,University of Baghdad,V(2),No.(3),2023

[11]الهيئة العامة للمياه ،2002 .تقارير فنية دراسة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية مدينة طرابلس، ليبيا.

المراجع الاجنبية:

[12]Ammar.M(2020),Assessment of water quality,CQWI,jornal of engineering scince,V(6),2022.

[13]**(Ex**planatory booklet,1975),Geological Map of Libya,industrial research centre,1975

[14]Akbar, (2022),Assessment of the supplied water quality for sulaimani,Iraq, sulimani journal for engineering science, v(2),2022

[15]Bilgin, A. (2018). Evaluation of surface water quality by using Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CWQI) method and discriminant

analysis method: a case study Coruh River Basin. Environmental Monitoring and Assessment, 190(9). https://doi.org/10.1007/s10661-018-6927-5
[16] WHO(2011) ,WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2011), Guidelines for drinking Water quality, Volume 1.Geneva. Vol.1.Geneva.