HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

دراسة مدى تداخل مياه البحر مع مياه الآبار الجوفية بمنطقة قصر الأخيار- ليبيا

محمد عمار المنفود[1]

[1] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، الخمس– ليبيا.

بريد الكتروني: Maelmanfud@elmergib.edu.ly

HNSJ, 2023, 4(2); https://doi.org/10.53796/hnsj42107

تاريخ النشر: 2023/02/10م تاريخ القبول: 2023/02/01م

المستخلص

تم إجراء هذه الدراسة لعدد 19 بئر بمنطقة قصر الأخيار المطلة على البحر الأبيض المتوسط، وذلك لغرض معرفة مدى تداخل مياه البحر مع مياه الآبار الجوفية بالمنطقة، ولإجراء عملية التقييم تم اجراء التحاليل الكيميائية للعينات المأخوذة من الأبار محل الدراسة وشملت هذه التحاليل عناصر الصوديوم (Na)، البوتاسيوم (k)، الماغنيسيوم (Mg)، والكلورايد (Cl)، وتم استخدام مؤشرات تداخل مياه البحر بالمياه الجوفية حيث تم لهذا الغرض استعمال مؤشر جونز (JR) ومؤشر التبادل الأساسي (BEX)، حيث كانت النتائج المتحصل عليها من مؤشر جونز تتراوح ما بين (1.38–4.24) أما بالنسبة لمؤشر التبادل الأساسي فكانت النتائج تقع ما بين (4.14–13.38)، ومن خلال النتائج المتحصل عليها عن طريق كل من مؤشر جونز ومؤشر التبادل الأساسي تم رسم خرائط توضح التوزيع المكاني للآبار بمنطقة الدراسة, ومن خلال هذه الدراسة تم التوصل الى أن المياه الجوفية بالمنطقة لا يوجد تداخل بينها وبين مياه البحر.

الكلمات المفتاحية: تداخل، مياه البحر، الملوحة، الآبار الجوفية، قصر الأخيار.

RESEARCH TITLE

Studying the extent of seawater Intrusion in groundwater wells in Qasr Al-Akhyar area – Libya

Mohammad Ammar Al-Manfoud[1]

[1] Civil Engineering Department, College of Engineering, Al-Marqab University, Al-Khums, Libya.
Email: Maelmanfud@elmergib.edu.ly

HNSJ, 2023, 4(**2**); https://doi.org/10.53796/hnsj42107

Published at 10/02/2023 **Accepted at 01/02/2023**

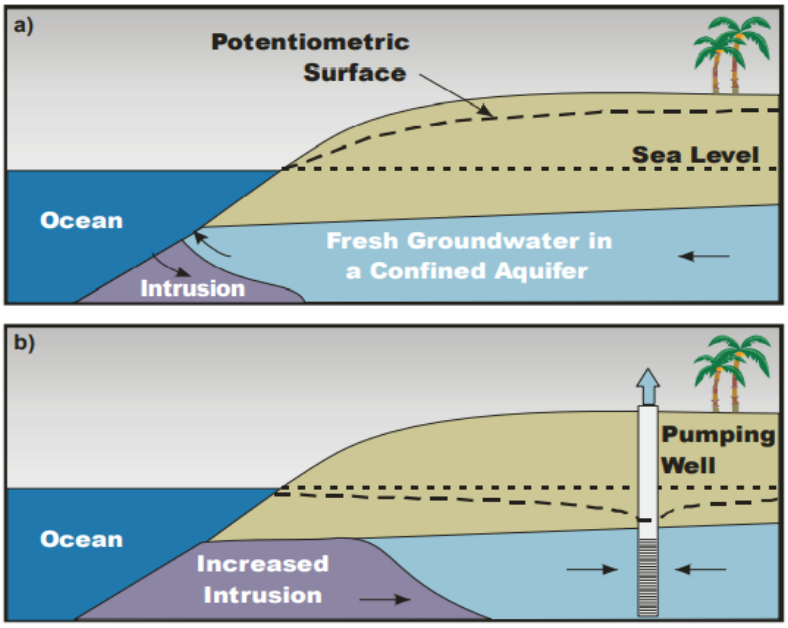
Abstract

This study was conducted for 19 wells in the Qasr Al-Akhyar area overlooking the Mediterranean Sea, for the purpose of knowing the extent to which sea water overlaps with the water of groundwater wells in the region, and for the evaluation process, chemical analyzes of samples taken from the wells under study were conducted.
These analyzes included sodium (Na), potassium (k), magnesium (Mg), and chloride (Cl), and seawater interference indicators with groundwater were used. For this purpose, the Jones index (JR) and the basic exchange index (BEX) were used, where The results obtained from the Jones index ranged between (1.38-4.24), as for the basic exchange index, the results were located between (4.14-13.38), and through the results obtained by both the Jones index and the basic exchange index, maps were drawn showing the distribution The location of the wells in the study area, and through this study it was concluded that the groundwater in the area has no overlap between it and the sea water.
We recommend the need to follow up on the problem of seawater overlap with groundwater by periodically conducting the necessary tests and analyses, because of its direct impact on the usable groundwater stock.

Key Words: interference, sea water, salinity, underground wells, Qasr Al-Akhyar.

المقدمة

تعد ظاهرة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية من أهم المشاكل التي تواجه الخزانات الجوفية الواقعة في الشريط الساحلي حيث تعرّف هذه الظاهرة على أنّها حركة دخول مياه البحار والمحيطات إلى طبقات المياه الجوفية العذبة، والتي يمكن أن تؤدي إلى تلوث مصادر المياه الجوفية، حيث أن تسرب مياه البحر يحدث بشكل طبيعي في طبقات المياه الجوفية الساحلية وذلك نظراً للاتصال الهيدروليكي بين المياه الجوفية ومياه البحر، ويزداد التسرب عند حدوث خلل في الاتزان المائي بسبب هبوط مستوى المياه الجوفية كنتيجة للاستهلاك المفرط لهذا المصدر مما يؤدى إلى تؤثر مخزون المياه الجوفية بالمنطقة كماً ونوعاً, حيث أنّ مياه البحر تحتوي على نسبة أملاح ومعادن أعلى من المياه العذبة فهي أكثر كثافة وأثقل ونتيجة لذلك يمكن أن تُدفع المياه المالحة تحت المياه العذبة كما هو موضح بالشكل رقم (1) [1].



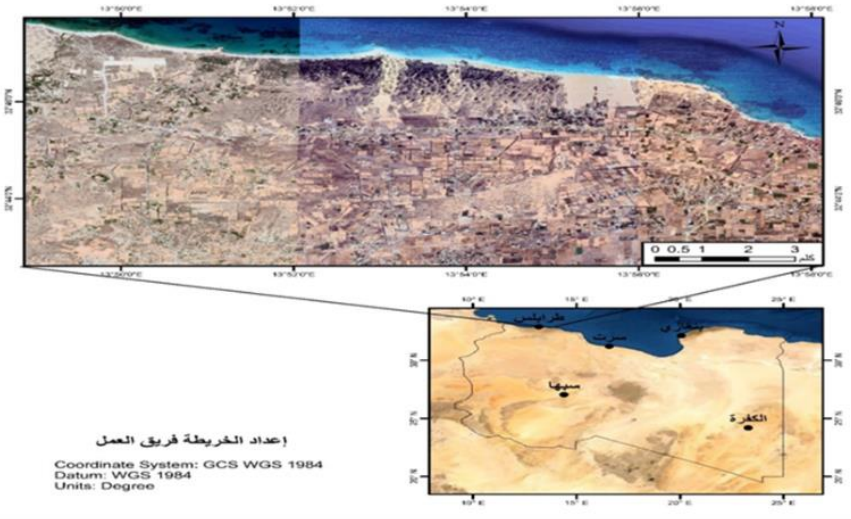
شكل (1) مدى تأثير الضخ الجائر على زيادة تداخل مياه البحر في الخزانات الجوفية الساحلية السطحية

وبحكم موقع ليبيا ضمن الأقاليم المصنفة مناخياً بأنها جافة وشبه الجافة، والذي تزداد فيه مشاكل ندرة الموارد المائية، بمختلف أنواعها ابتداء من ندرة الأمطار والظروف المناخية القاسية التي تساعد على زيادة معدلات فقد المياه بالبخر نتيجة لارتفاع درجات الحرارة والاستهلاك المفرط للمياه في المناطق الساحلية بشكل عام نظراً لتركز الكثافة السكانية بهذه المناطق بحوالي 84.3% من اجمالي سكان ليبيا **Invalid source specified.**، وذلك بسبب توفر سبل العيش بهذه المناطق وكذلك بسبب الزيادة في ممارسة النشاط الزراعي, وكل ذلك يزيد من معدلات استنزاف المياه المتاحة، ونظراً للأسباب السالف ذكرها تعتمد ليبيا اعتمادا كبيرا على المياه الجوفية في توفير احتياجاتها المائية حيث تشكل المياه الجوفية حوالي 98 % من مواردها المائية **Invalid source specified.**، مما أدى إلى حدوث خلل في الميزان المائي لمعظم الخزانات الجوفية خاصة في المدن الواقعة في المناطق الساحلية حيث أنّ معدل استهلاك المياه الجوفية يفوق بكثير معدل التغذية الطبيعية مما نتج عنه حدوث خلل في الاتزان المائي للخزانات الجوفية السطحية الأمر الذى أدى إلى حدوث هبوط حاد في مناسيب المياه وتدهور الوضع المائي كما ونوعا بسبب زحف مياه البحر نحو اليابسة لتعويض الفاقد في المياه العذبة وأصبحت هذه المشكلة تهدد الخزانات الجوفية الواقعة على الشريط الساحلي.

الموقع العام والوصف الهيدروجيولوجي لمنطقة الدراسة

1. موقع منطقة الدراسة

تقع بلدية قصر الأخيار على الشريط الساحل الليبي شرق مدينة طرابلس بمسافة 80 كيلومتر كما هو مبين في الشكل (2)، ويمتد طول ساحلها لحوالي 20 كيلومتر وتقدر مساحتها بحوالي 213 كيلومتر مربع تقريباً، وهى تقع بين خطي طول (’49 °13 –’58 °13) شرقاً وخطي عرض (’43 °32 –’47 °32) شمالاً، ويبلغ تعداد سكانها حوالي 60000 نسمة [4].



شكل (2) الموقع العام لمنطقة الدراسة

2. هيدروجيولوجية منطقة الدراسة

أجريت العديد من الدراسات والأبحاث لتحديد الطبقات الجيولوجية التحت سطحية الحاملة للمياه في حوض سهل الجفارة حيث لخّص كرومينشير سنة 1982 [5] خزانات المياه الجوفية بالحوض كما هو موضح بالجدول (1). حيث يعتبر خزان المياه الجوفية الغير المحصور من العصر الميوسيني – الرباعي المصدر الرئيسي والمهم للمياه الجوفية في سهل الجفارة الواقع في شمال صدع العزيزية ويعتبر من أهم الخزانات السطحية الممتدة على الشريط الساحلي بحوض سهل جفارة، وبالتالي يشكل المصدر الرئيسي للري والإمدادات المنزلية في سهل الجفارة, حيث يتألف هذا الخزان الجوفي من الحجر الجيري والحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الدولوميت والطين, ويتراوح سمك طبقة المياه الجوفية في هذا الخزان من بِضع عشرات من الأمتار في الشرق بالقرب من مدينة القره بوللي إلى عدّة مئات من الأمتار في الغرب بالقرب من مدينة صبراتة [6] .

جدول (1) خزانات المياه الجوفية بحوض سهل الجفارة

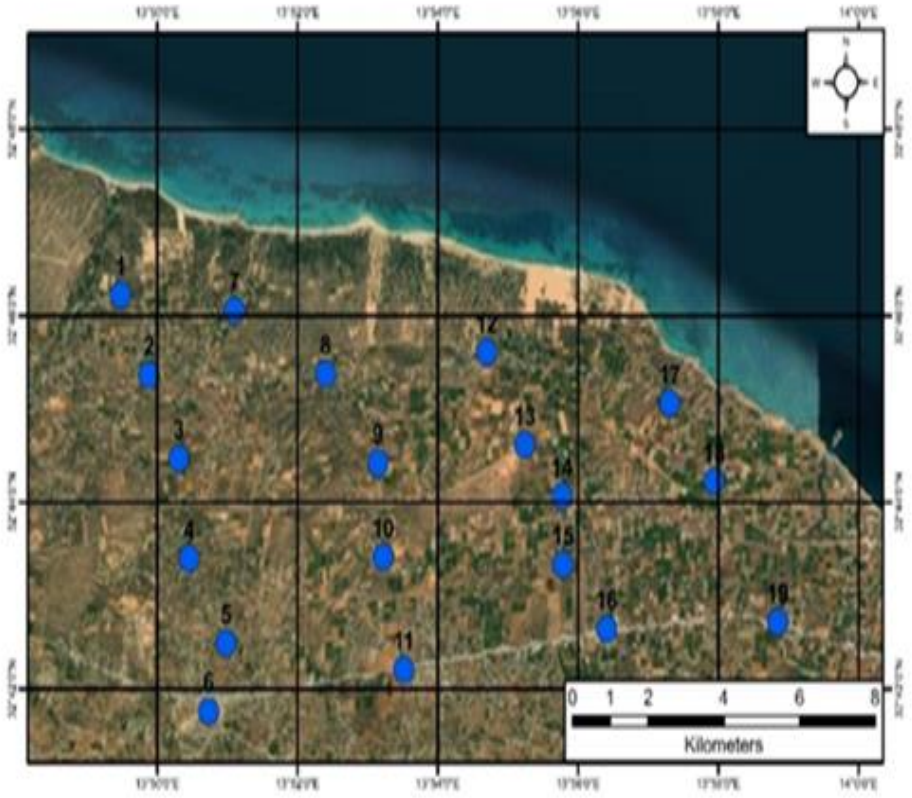
التتابع الطبقي للطبقات الحاملة للمياه	الوصف	ملاحظات
ميوسين– الرباعي Miocene – Quaternary	يتألف من رمال، حجر رملي وحجر جيري مع نسبة من الرمل.	يعتبر الخزان الرئيسي في الحوض سهل الجفارة، ويصنف من الخزانات المائية الغير محصورة.
أوليغو – ميوسين Oligo – Miocene	يتألف من الحجر الرملي والجيري.	يعتبر من الخزانات الجوفية المحصورة في شمال الحوض.
الكريتاسي Cretaceous	يتألف من الحجر الرملي والحجر الجيري.	يعتبر من الخزانات الجوفية الغير محصورة، ومن اهم هذه الخزانات في هذه الوحدات الخزان الجوفي سيدي الصيد.
الجوراسي Jurassic	يتألف من الحجر الجيري المفتت والحجر الرملي.	يعتبر من المصادر الهامة للمياه الجوفية في مناطق قدم جبل نفوسة.
الترياسي Triassic	يتألف من الحجر الجيري والحجر الرملي.	يعتبر من المصادر الهامة بصفة عامة بالحوض سهل جفارة ومن اهم الخزانات في هذه الوحدات خزان الحجر الجيري العزيزية وخزان الحجر الرملي أبوشيبة.

3. دراسة الحالة

1.3 العمل الحقلي والتحاليل المخبرية

من خلال العمل الحقلي تم أخذ عينات مياه من 19 بئر جوفي داخل نطاق بلدية قصر الأخيار، حيث دوّن على كل عينة إحداثيات كل بئر والمأخوذة عن طريق جهاز GPS كما هو موضح بالجدول (2)، وكذلك تم كتابة اسم البئر على كل عينة بحيث تكون إحداثيات هذه الآبار ممثلة لمنطقة الدراسة إلى حد بعيد كما هو مبين في الشكل (3)، والذي يوضح مواقع الآبار التي تم آخذ العينات منها بمنطقة الدراسة.

أخذت هذه العينات في نهاية شهر ديسمبر سنة 2021 م، وتم إرسال عينات المياه الى المركز الليبي المتقدم للتحاليل الكيميائية، وذلك لغرض تحليلها كيميائياً وتحديد تركيز عناصر كلاً من الصوديوم (Na)، والكلوريد (CL)، البوتاسيوم (K)، الماغنيسيوم (Mg)، حيث تم تقدير عناصر الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهاز (Flam photometer) أما بالنسبة للمغنيسيوم فقدر بواسطة جهاز (Spectrophotometer)، والجدول (3) يوضح القيم المتحصل عليها من التحاليل المخبرية.



شكل (3) مواقع مسارات الآبار في منطقة الدراسة

جدول (2) إحداثيات الأبار وبعدها عن شاطئ البحر

رقم البئر	خط الطول	خط العرض	بُعد الآبار عن شاطئ البحر (المتر)
1	13.8246	32.77039	2220
2	13.83132	32.75606	3610
3	13.8384	32.74116	4978
4	13.84088	32.72329	8339
5	13.84964	32.70814	8426
6	13.84553	32.69597	9822
7	13.85161	32.76758	1783
8	13.87331	32.75624	2826
9	13.88576	32.74036	4672
10	13.88697	32.72354	6410
11	13.89192	32.70342	8508
12	13.91164	32.76017	1872
13	13.92069	32.7436	3591
14	13.92951	32.73437	4466
15	13.92977	32.72216	5818
16	13.94016	32.71068	6951
17	13.95514	32.75104	1000
18	13.96573	32.73706	1905
19	13.98086	32.71192	3107

جدول (3) نتائج التحاليل المخبرية

رقم البئر	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	CL (mg/L)
1	95.2	39	6.4	47
2	165.3	64.3	10	45
3	161.3	64.3	9.1	38
4	85	20.7	5.2	46
5	123.9	36.3	8.4	46
6	181.2	42.7	8.9	48
7	135.6	60	7.8	48
8	98.3	41.7	5.3	47
9	94.9	39	5.4	50
10	153.9	89	12.1	40
11	92.4	39.7	4.7	49
12	103.3	54.7	5.4	51
13	71.7	54	5.2	52
14	86.6	39.7	7.1	50
15	143.4	60.3	7.5	47
16	162.3	60.7	7.9	42
17	124.4	52.3	6.9	44
18	150.5	94.3	8.9	38
19	168.8	49.7	11.6	47

2.3 تقييم مدى تداخل مياه البحر مع مياه الآبار الجوفية بمنطقة الدراسة

لغرض اجراء عملية التقييم تم استخدام بعض المؤشرات الكيميائية لتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية حيث تم استعمال مؤشرين هما موشر جونز (JR)، وموشر التبادل الأساسي (BEX).

1.2.3 مؤشر نسبة جونز (JR):

هو مؤشر يعبر عن تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية [7] ويتم حسابه باستعمال المعادلة التالية:

$$JR = \frac{Na}{Cl} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث أنّ :

JR : يمثل نسبة جونز.

Cl، Na: تمثل تركيز عنصري الكلوريد والصوديوم في عينات المياه، على التوالي.

ويتم تقيم نتائج مياه الابار باستخدام نسبة جونز، حيث أنه إذا كانت النسبة أقل من 0.86 فهذا يدل على تداخل

مياه البحر مع المياه الجوفية، وإذا كانت النسبة أكبر من 0.86 فهذا يدل على أن مصدر الأملاح هو من التكوين الجيولوجي.

2.2.3 مؤشر التبادل الأساسي (BEX):

يتم حساب مؤشر التبادل الأساسي (BEX) [8] بتطبيق المعادلة التالية:

$$BEX = Na + K + Mg - 1.0716\ Cl \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (2)$$

حيث أنّ :

Na، K، Mg: تمثل تركيز عناصر كلا من الصوديوم، البوتاسيوم, والماغنيسيوم في عينات المياه على التوالي.

إذا كانت قيمة BEX سالبة دل ذلك على أن سبب تلوث مياه البئر بالملوحة ناتج من تداخل مياه البحر، أما اذا كانت القيمة موجبة فهذا يعني انه لا يوجد تداخل بين مياه البحر والمياه الجوفية بالمنطقة.

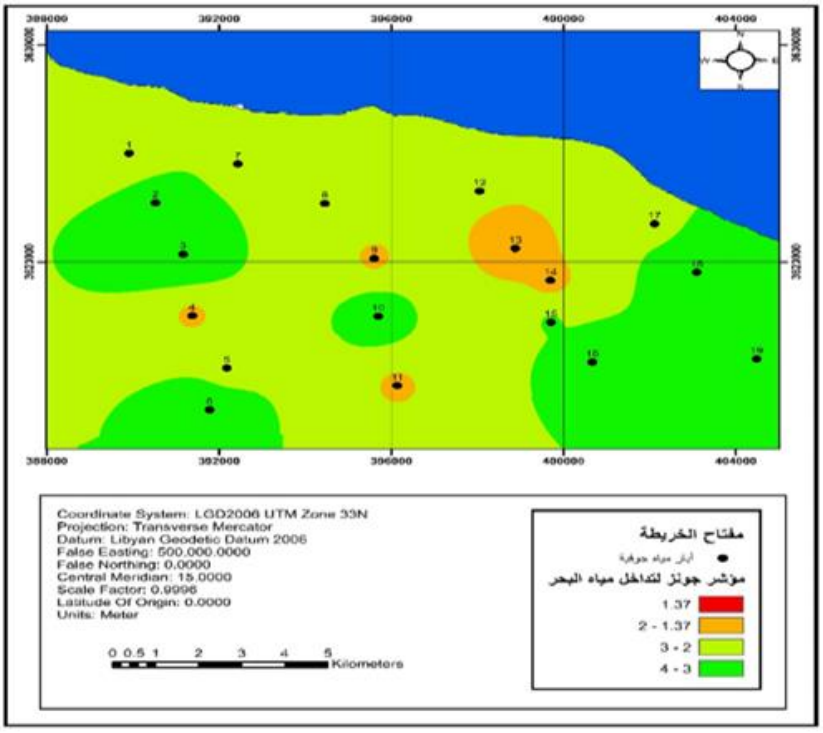
النتائج

1 مؤشر نسبة جونز (JR):

بتطبيق المعادلة (1) تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (4)، ومن خلال هذه النتائج المتحصل عليها تم رسم خريطة التوزيع المكاني لمؤشر جونز كما هو مبين في الشكل (4).

جدول(4) مؤشر نسبة جونز لآبار المياه الجوفية المدروسة

رقم البئر	Na (mg/L)	CL (mg/L)	Na/CL
1	95.2	47	2.02
2	165.3	45	3.67
3	161.3	38	4.24
4	85	46	1.85
5	123.9	46	2.69
6	181.2	48	3.78
7	135.6	48	2.82
8	98.3	47	2.09
9	94.9	50	1.9
10	153.9	40	3.85
11	92.4	49	1.89
12	103.3	51	2.03
13	71.7	52	1.38
14	86.6	50	1.73
15	143.4	47	3.05
16	162.3	42	3.86
17	124.4	44	2.83
18	150.5	38	3.96
19	168.8	47	3.59



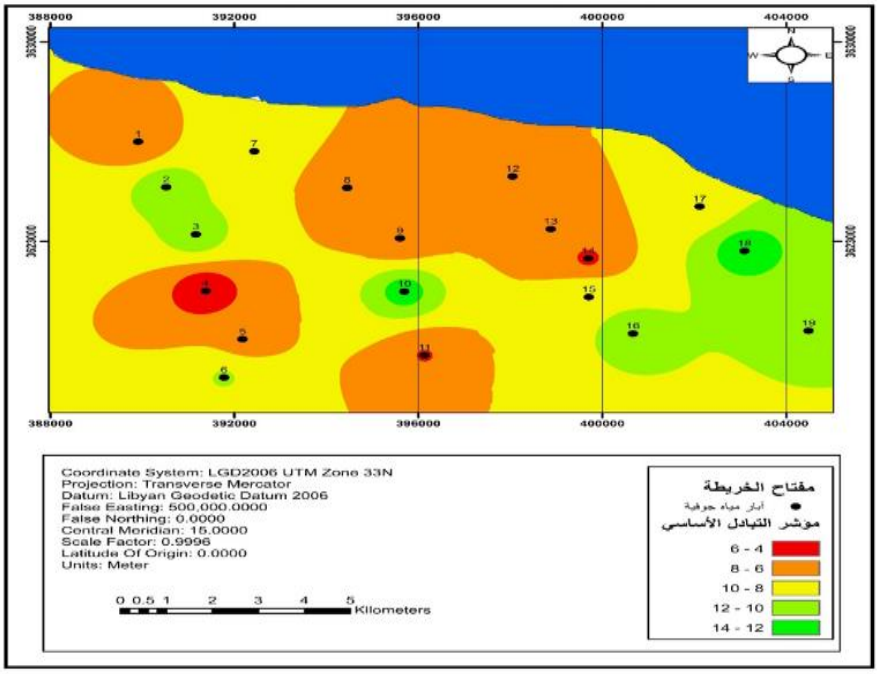
شكل (4) التوزيع المكاني لمؤشر جونر لتداخل مياه البحر

2 مؤشر التبادل الأساسي (BEX):

بتطبيق المعادلة (2) تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (5) ومن خلال هذه النتائج المتحصل عليها تم رسم خريطة التوزيع المكاني لمؤشر جونز كما هو مبين في الشكل (5).

جدول (5) مؤشر التبادل الأساسي للآبار المياه الجوفية المدروسة

رقم البئر	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	CL (mg/L)	BEX
1	4.13	0.16	3.21	1.33	6.08
2	7.19	0.25	5.29	1.27	11.38
3	7.02	0.23	5.29	1.07	11.39
4	3.7	0.13	1.7	1.3	4.14
5	5.39	0.21	2.99	1.3	7.2
6	7.88	0.22	3.51	1.35	10.17
7	5.9	0.2	4.94	1.35	9.58
8	4.28	0.13	3.43	1.33	6.42
9	4.13	0.14	3.21	1.41	5.96
10	6.69	0.3	7.32	1.13	13.11
11	4.02	0.12	3.26	1.38	5.92
12	4.5	0.14	4.5	1.44	7.59
13	3.12	0.13	4.44	1.47	6.12
14	3.77	0.18	3.26	1.41	5.7
15	6.24	0.19	4.97	1.33	9.97
16	7.06	0.2	4.99	1.18	10.98
17	5.41	0.17	4.31	1.24	8.56
18	6.55	0.22	7.76	1.07	13.38
19	7.34	0.29	4.09	1.33	11.72



شكل (5) التوزيع المكاني لمؤشر التبادل الأساسي لتداخل مياه البحر

الاستنتاجات

1. من النتائج المتحصل عليها ووفق نسبة جونز لا يوجد تداخل بين مياه الآبار الجوفية ومياه البحر بمنطقة قصر الأخيار، حيث أن جميع النتائج كانت أكبر من (0.86).
2. لا يوجد تداخل بين مياه الآبار الجوفية ومياه البحر بمنطقة قصر الأخيار اعتماداً على مؤشر التبادل الأساسي، حيث أن جميع قيم النتائج كانت موجبة.
3. وبناءًا على المؤشرات السابقة لتداخل مياه البحر نستنتج أنّ جودة المياه الجوفية بالخزانات السطحية بمنطقة الدراسة ذات امتداد 10 كم عمق وعرض حوالي 25 كم غير ملوثة بتداخل مياه البحر.

التوصيات

1. نوصى بضرورة متابعة مشكلة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية وذلك بعمل الاختبارات والتحاليل اللا زمة بشكل دورى.
2. نوصي بالمتابعة الدورية لجودة المياه بمنطقة الدراسة وذلك من خلال تفعيل آبار المراقبة التابعة للمؤسسات ذات الصلة بالموارد المائية، وذلك نظرا لوجود ظاهرة زيادة الملوحة بالمناطق المجاورة وعلى سبيل المثال منطقة القره بوللي.
3. نظراً للصعوبات التى واجهتنا فى إجراء التحاليل الكيميائية لعينات المياه، نوصى بضرورة توفير المشغلات للمعامل المتخصصة والمواد اللازمة لذلك حتى يسهل على المهتمين والمختصين فى هذا المجال إجراء البحوث والدراسات المتعلقة بهذا الأمر.

قائمة المراجع العربية

[3] سليمان. الباروني، "الوضع المائي في ليبيا،" تأليف المؤتمر الوطني للمياه – آفاق و إمكانيات، طرابلس – ليبيا، 2013.

[4] بلدية قصر الاخيار، "مصلحة الاحصاء والتعداد السكاني،" 2020.

References

[1] T. Johnson, "Battling seawater intrusion in the central & west coast basins," WRD Technical Bulletin, 13, 2007.

[2] N. H. Kaalouh, L. B. Fathi and M. M. Yu, "Hydrochemical Water Quality of the Main Traditional Sources of Water / Derna ,the Current Status and Future," in The First International Conference on Water Resources of Al Jabal Al Akhdar, Derna - Libya, 2012.

[5] K. "groundwater resources of Jifarah plain," Tripoli-Libya, 1982.

[6] G. "Soil and Water Resources Survey for Hydro-agriculture Development, Western Zone," Groupment D Etude Francais en Libye, Paris, Tripoli, 1972.

[7] B. Jones, A. Vengosh, E. Rosenthal and Y. Yechieli, "Geochemical investigations , in Bear, Jacob, and others, eds., Seawater intrusion in coastal aquifers Concepts, methods and practices," Kluwer Academic , Netherlands, 1999.

[8] . P. J. Stuyfzand,, "Base exchange indices as indicators of salinization or freshening of (coastal) aquifers," in the 20th salt water intrusion meeting, Naples,Florida, USA., 2008.