# تقييم تداخل مياه البحر في المياه الجوفية باستخدام المؤشرات الكيميائية بمنطقة صبراته

د. منصور سليمان بوفارس[1] أ . ناصر ابوالقاسم امحمد عمر[2] (*)

[1] المعهد العالى للعلوم والتقنيات الطبية – القره بوللى ، ليبيا

[2] المعهد العالى لتقنيات علوم البحار – صبراته، ليبيا

**ملخص البحث:**

يحدث تسرب المياه المالحة بشكل طبيعي في طبقات المياه الجوفية فى المناطق القريبة من الساحل نتيجة حركة مياه البحر إلى المياه الجوفية ، مما يؤدي إلى تدهور جودتها ، وبالتالى إضعاف مصادر مياة الشرب الجوفية في المناطق الساحلية المأهولة بالسكان حيث يعتمد الناس عليها كليا او جزيئيا ، تمت هذة الدراسة لتقييم بعض الابار الممتدة على ساحل

(*) Email:

البحر الأبيض المتوسط بمدينة صبراتة والتى شملت 19 بئرا تراوحت اعماقها من 12 الى 75 متر ، بهدف معرفة تداخل مياة البحر نحو تلك الابار ، و أظهر نتاج التحاليل لآبار المنطقة التى اجريت ان تركيز أيون الهيدروجين تراوح من 7.4 الى 8.8 **pH**، وتركيز الأملاح الكلية الذائبة **TDS** من 975 الى 30800ملجرام / لتر ،اما تراكيز الأيونات الذائبة الموجبة $Na^{+}$ **Na** فتراوح من **107** الى 9300 ملجرام / لتر ، اما ايونات $Mg^{+2}$ **Mg** كانت من 48 الى 1239 ملجرام / لتر ، وايونات $Ca^{+2}$ **Ca** من80 الى1041 ملجرام / لتر ، وايون الكلوريد السالب $Cl^{-}$ **Cl** تراوح من **383**إلى **13235**مجم/لتر ، كما ثم حساب نسبة **Na/Cl** ، **Ca/Mg**، **BEX** كمؤشرات لتداخل ماء البحر، وتشير النسبة الجيوكيميائية **Na/Cl** إلى قيم أقل من **0,84** في معظم الابار المختبرة حيث شكلت 94% من مجموع الابار المختبرة وهو دليل قوى لتسرب مياة البحر نحو المياة الجوفية ، واعطى المؤشر **Ca/Mg** مؤشرا على تداخل مياة البحر حيث شكلت مجموع الابار المختبرة 74% والتى فاقت نسبتها 1 ، ويشبر قيمة**BEX** السالبة بالملوحة الناتجة من مياة البحر حيث شكلت القيمة السالبة 53% من الابار المدروسة ، كذلك واعطت النتائج مؤشرات للتداخل حيث ارتفاع القيم والدلالات كلما اتجهنا نحو البحر. وبعد مناقشة النتائج من التحاليل السابقة وتمثيلها بيانيا، ومن خلال النتائج اثبتت الدراسة بوضوح بتسرب ماء البحر نحو المياة الجوفية لاسيما الابار القريبة منه .

الكلمات المفتاحية : تداخل مياه البحر، الاملاح الذائبة الكلية، المياه الجوفية، **Na/Cl**، **BEX،Ca/Mg** ، صبراته.

## 1. المقدمـة

تعتبر المياه الجوفية المصدر الأساسي للمياه في ليبيا فهي لا تمتلك أي مورد مائي سطحي دائم نتيجة لانخفاض معدلات سقوط الأمطار وتذبذبها حيث لا تتعدى مساهمة المياه السطحية**5 )** **( %**من المياه المستغلة ، وبالتالى فان الاعتماد الأكبر هو على المياه الجوفية حيث تشكل **(95%)**من الموارد المائية المستغلة**[1].**

تعتبر المياه الجوفية اكبر الموارد لكافة الاستعمالات الزراعية والصناعية والشرب، ونتيجة للتوسع في حفر الابار والسحب المتكرر أدى إلى الاستنزاف الحاصل للمياه الجوفية بسبب الاستغلال المتزايد وغير المقنن لهدا المورد، الامر الذى ادى إلى زيادة الطلب على هذا المورد الطبيعي الثمين. وتتفاقم هذه العوامل بفعل التأثيرات المرتقبة لتغير المناخ على غرار عدم التأكد من هطول الأمطار وتوافر المياه ، لذلك أشارت معظم الدراسات العلمية والتقارير السابقة بان هناك خطر كبير يهدد المنطقة بالجفاف وتلوث المياه الجوفية وذلك بتداخله مع مياه البحر بسبب اختلاف التوازن بين المياه في الخزان الجوفي السطحي )وبين التغذية الطبيعية لهدا الخزان إلى جانب انخفاض منسوب المياه في الخزان الجوفي ، فمن الطبيعي أن يزداد الطلب عليها سنة تلو الأخرى تمشيا مع التطور العمراني والصناعي الدي تشهده المنطقة بالإضافة إلى ارتفاع الكثافة السكانية كما أن الاستغلال المتزايد لمياه خزان العصر الرباعي أدى إلى تداخل مياه البحر مهددا مصادر مياه الشرب للمدن الساحلية .

يعتبر تسرب مياه البحرمن أكثر ملوثات المياه الجوفية في ليبيا ، وقد حدثت على ساحل الأجزاء الشرقية والغربية من البلاد نتيجة السحب المفرط للمياه الجوفية ، هناك العديد من

الدراسات العلمية المحلية والتى اجريت على عدة مناطق على الساحل الليبي مما أدى إلى تقدم مياه البحر لتعويض المياه الجوفية العذبة الذى تسبب في زيادة ملوحة مياه هذه الخزانات ، وتعتبر منطقة طرابلس أكثر المناطق تأثراً حيث زحفت المياه المالحة من 1 إلى10 كيلو متر ، مع ارتفاع فى نسبة الاملاح والتى وصلت الى 18000 ملغرام / لتر **[2]** ، واظهرت نتائج دراسة اخرى قام بها **[3]** ان تداخل مياة البحر بلغ 6 كم فى جنوب قرقارش ، 7 كم شرق طرابلس ، 6 كم فى تاجوراء ، ولم تتعدى نسبة المواد الصلبة الذائبة فى منطقة سهل جفارة على1000 ملغم/لتر ، فى حين تراوحت فى منطقة العزيزية من 2000 الى 5000 ملغم /لتر، وقد تاثرت المناطق الواقعة على طول الساحل بين صبراتة والزاوية ومحيط طرابلس المباشر بتسرب مياه البحر، مما ادى إلى زيادة ملوحة المياه الجوفية بأكثر من 5000 ملغم/ لتر **[4]** .

وفى دراسة قام **[5]** بدراسة حول ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بمنطقة شمال غرب حوض سهل الجفاره الجوفي –بليبيا تبين وجود تركيز عالي لبعض العناصر التي تمثل مؤشر قوي على تداخل مياه البحر في المياه الجوفية في البار القريبة من ساحل البحر مما يعني تلوث هده المياه، كما ذكرت **[6]** بدراسة تلوث المياه الجوفية وآثارها في منطقة الزاوية و التى تتميز مياهها بارتفاع ملوحتها في الأجزاء الساحلية ، واكد **[7]** بإرتفاع ملحوظ في تركيز الاملاح الذائبة الكلية فى ساحل منطقة الزاوية حيث وصل في بعض العينات الى ( **2571 ppm** واظهرت دراسة **[8]** حول تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار ان جميع الابار المدروسة غير صالحة لمياة الشرب ، وفى دراسة اخرى اثبت **[9]** بتسرب مياة البحر نحو المياة الجوفية فى منطقة القره بوللى ، واكد الباحثان كذلك

**[10]** بتداخل مياه البحر مع المياة الجوفية بمنطقة القره بوللى، وفى دراسة بمنطقة القره بوللى اثبت **[11]** بتسرب مياة البحر نحو المنطقة ، وعن مدى تداخل مياة البحر باليابسة ففي منطقة الزاوية كان تداخل مياه البحر بنحو **5** كيلومترات جنوباً، وفي جنزور كان التداخل في حدود **3** كيلومترات، وفي قرقارش **9** كيلومترات و **7** كيلومترات جنوب مدينة طرابلس، و **6** كيلومترات بتاجوراء، وفى القره بوللي **2** كيلومترات**[12]**.

**مشكلة البحث** : تتلخص مشكلة البحث في تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية و ارتفاع نسبة الاملاح فى المياه الجوفية القريبة من البحر بمنطقة صبراته

**أسباب إختيار مشكلة البحث** :نظرا لأهمية المياه في الحياة العامة، اضافة الى كثرة شكوى المواطنين من ملوحة المياة والشائعات عن إختلاط مياه البحر بمياه الابار الجوفية تم اختيار هذة الدراسة .

**أهداف البحث** : تهدف هذه الدراسة إلى تقييم بعض مياه الابار القريبة من البحرومعرفة تراكيز العناصر الفيزيائية والكيميائية للابار المختبرة .

**أهمية البحث** تفيد هذه الدراسة في مساعدة أصحاب الشأن من المختصين في مجال المياة لمعرفة الاسباب الحقيقية لمشكلة ملوحة المياه ، وتنمية وعي المواطنين بعدم إستخدام المياه الملوثة للأغراض الزراعية.

**فروض البحث** : تحتوي مياه الآبار على مواد عالقة و أخرى ذائبة بنسب متفاوتة ، وتختلف نسب تراكيز الأملاح التي تحتويها المياه الجوفية والتي تعطي مذاق غير مناسب.

**منهجية البحث** : اجراء التجارب العملية اعتمادا على المنهج التجريبي ثم اتباع المنهج التحليلى لمناقشة النتائج وتفسيرها

## 2. الجانب العملي و المنهجية:

### منطقة الدراسة

تقع منطقة صبراته على البحر الأبيض المتوسط في الشمال الغربي للبلاد، تبعد عن مدينة طرابلس العاصمة 70 كيلومتر، وتحدها صرمان شرقاً، مدينة العجيلات غرباً، شاطئ البحر شمالاً و سلسلة جبل نفوسة جنوبا ، ويبلغ عدد سكانها 65.000 الف نسمة ، الشكل (1) يوضح منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها

**شكل رقم (1): يوضح منطقة صبراته والمناطق المحيطة بها**

### جمع وتجهيز العينات

تم جمع العينات من منطقة صبراته في شهر 1 /2021 م ، والشكل (2) يوضح الموقع العام لمنطقة الدراسة و اماكن الابار المدروسة، حيث كانت عدد العينات 19 عينة كلها من

المياة الجوفية من أعماق مختلفة تراوح عمقها من 12الى 70 متر كما مبين في جدول رقم (1) ، جهزت العينات بعد غسل القنينة بماء البئر وبعد ذلك تم تعبئتها وتم توثيق العينة وذلك بكتابة رقم البئر وحفظها في مكان بارد .

**جدول رقم (1): يوضح احداثيات الابار وعمقها وبعدها**

| ت | الاحداثيات(N) | الاحداثيات( E) | عمق البئر | البعد عن البحر بالمتر |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 32.7817 | 012.4390 | 23 | 4010 |
| 2 | 32.7957 | 012.4524 | 17 | 4960 |
| 3 | 32.8091 | 012.4629 | 20 | 160 |
| 4 | 32.8059 | 012.4623 | 25 | 500 |
| 5 | 32.7703 | 012.4667 | 18 | 4500 |
| 6 | 32.7919 | 012.4958 | 15 | 1450 |
| 7 | 32.7952 | 012.5148 | 12 | 700 |
| 8 | 32.7927 | 012.5203 | 18 | 1050 |
| 9 | 32.7846 | 012.5149 | 20 | 1850 |
| 10 | 32.7860 | 012.4959 | 18 | 2100 |
| 11 | 32.7981 | 012.4008 | 15 | 1900 |
| 12 | 32.8084 | 012.4028 | 12 | 80 |
| 13 | 32.8026 | 012.4036 | 12 | 1400 |
| 14 | 32.7970 | 012.3766 | 15 | 1500 |
| 15 | 32.7986 | 012.4291 | 14 | 1100 |
| 16 | 32.730 | 012.463 | 45 | 8300 |
| 17 | 32.745 | 012.485 | 70 | 6400 |
| 18 | 32.709 | 012.454 | 75 | 8400 |
| 19 | 32.732 | 012.433 | 65 | 8750 |

**شكل رقم (2):الموقع العام لمنطقة الدراسة يوضح اماكن الابار المدروسة**

**التحاليل المعملية:** تم اجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية في مختبر فرع الاصحاح البيئى ( صبراته) والتحاليل هي: قياس مجموع الاملاح الذائبة الكلية( **T.D.S** ) ، تقدير الرقم الهيدروجيني( **pH** ) ، و تم قياسها بواسطة جهاز **Hanna h12300** ، وتم تعيين العسرة الكلية، و ايونات الكالسيوم و الماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، و نسبة الصوديوم والبوتاسيوم، و ايون الكلوريد، وذلك حسب الطرق القياسية المتبعة**[19]** .كما تم حساب اهم المؤشرات الدالة على تداخل مياه البحر .

**3.النتائج والمناقشة :**

اوضحت النتائج المبينة في الجدول (2) ان هناك ارتفاع فى قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات مياة الابار المختبرة .

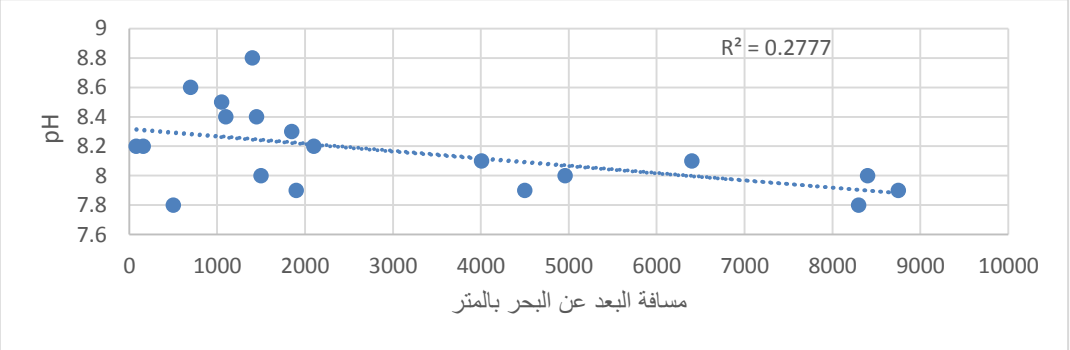
**الدالة الحامضية( الأس الهيدروجيني):** تعبّر قيمة **pH** عن مقدار تركيز أيونات الهيدروجين **(+H)** في سائل ما ويشير إلى درجة حموضة ذلك المحلول، ويُلاحظ من خلال نتائج

إنَ جميع قيم **pH** متقاربة فى عينات الابارالمختبرة وتراوحت من 7.4 الى .8**8** ومعظم العينات المختبرة عدا البئر رقم 7، 13 ضمن الحدود المسموح حسب منظمة الصحة العالمية **[15,14]**والتى اوضحت ان قيم الدالة الحامضية تقع بين (6.5–8.0 ) وهى صالحة لاغراض الشرب وكذلك الري من حيث تركيز ايون الهيدروجين ، واغلب المياة الطبيعية تميل الى القاعدية قليلا نتيجة وجود الكربونات والبيكربونات ، ويلاحظ من الشكل (1) كما هومبين ان تركيز ايون الهيدروجين يقل فى اتجاه الجنوب .

جدول رقم (2): يبين نتائج قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات مياه الآبار الجوفية و المؤشرات الكيميائية لتداخل مياة البحر

| BEX (meq/L) | K mg/l | Ca/mg mg/l | Na/Cl mg/l | Na mg/l | Mg mg/l | Ca mg/l | T.H ,as $CaCO_3$ mg/l | Cl mg/l | TDS mg/l | PH | رقم البئر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16.73024 | 11 | 0.85 | 0.326039 | 298 | 380 | 323 | 2402 | 914 | 2600 | 8.1 | **1** |
| −12.007 | 15 | 1.697183 | 0.3379 | 518 | 142 | 241 | 1201 | 1533 | 3200 | .08 | **2** |
| −2.46305 | 39 | 1.068702 | 0.496479 | 1410 | 262 | 280 | 1802 | 2840 | 6400 | .28 | **3** |
| −6.4154 | 9.9 | 1.684211 | 0.336957 | 310 | 95 | 160 | 801 | 920 | 2040 | 7.8 | **4** |
| −2.83207 | 8.1 | 3.333333 | 0.279373 | 107 | 48 | 160 | 600 | 383 | 1050 | 7.9 | **5** |
| 12.95768 | 9 | 1.12028 | 1.056818 | 465 | 71.5 | 80.1 | 500 | 440 | 975 | 8.4 | **6** |
| −7.92238 | 16.7 | 1.889764 | 0.284858 | 380 | 190.5 | 360 | 1701 | 1334 | 3140 | 8.6 | **7** |
| −0.72513 | 10 | 0.610687 | 0.191781 | 196 | 262 | 160 | 1501 | 1022 | 2070 | 8.5 | **8** |
| −21.5492 | 16.8 | 1.881188 | 0.2256 | 423 | 202 | 380 | 1801 | 1875 | 4070 | 8.3 | **9** |
| 8.438816 | 10.3 | 1.118881 | 0.481579 | 183 | 143 | 160 | 1001 | 380 | 1416 | 8.2 | **10** |
| 16.30901 | 30.6 | 2.184874 | 0.660455 | 1595 | 238 | 520 | 2302 | 2415 | 5450 | 7.9 | **11** |
| −93.7959 | 40.9 | 2.827684 | 0.290161 | 2023 | 354 | 1001 | 4003 | 6972 | 12320 | 8.2 | **12** |
| −5.01942 | 13.5 | 1.395349 | 0.278351 | 297 | 172 | 240 | 1802 | 1067 | 2350 | 8.8 | **13** |
| 110.4118 | 250 | 0.840194 | 0.702682 | 9300 | 1239 | 1041 | 7807 | 13235 | 30800 | 8 | **14** |
| 12.58429 | 9 | 0.540541 | 0.319343 | 350 | 370 | 200 | 1201 | 1096 | 2740 | 8.4 | **15** |
| −5.47714 | 8 | 2.6 | 0.285714 | 280 | 145 | 377 | 750 | 980 | 1800 | 7.8 | **16** |
| 46.31909 | 8.5 | 2.228571 | 0.286364 | 315 | 175 | 390 | 1301 | 1100 | 2270 | 8.1 | 17 |
| 36.32113 | 8.3 | 2.6 | 0.302326 | 260 | 145 | 377 | 810 | 860 | 1700 | 8 | 18 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11.90608 | 8 | 1.148148 | 0.215054 | 200 | 135 | 155 | 650 | 930 | 1400 | 7.9 | 19 |



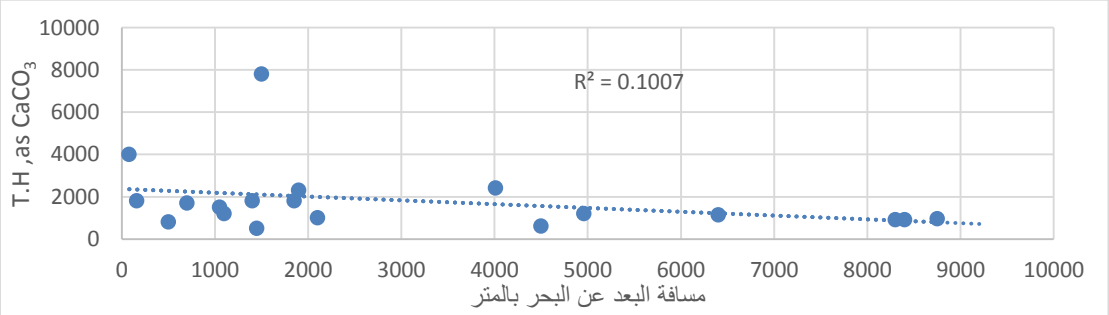

**شكل رقم (3): يوضح العلاقة بين تركيز ايون الهيدروجين مع البعد عن البحر**

**تركيز الأملاح المُذابة الكلية :** هي إحدى الخصائص الرئيسية التي تحدد الملوحة وجودة مياه الشرب ، بينت النتائج كما اظهرها الشكل (4) و الجدول (2) نسبة الاملاح الذائبة فى الابارالمختبرة ان اعلى تركيز لها 30800 ملجم/ لتر فى البئر رقم 14 الذى يبعد عن البحر 1500 متر تقريبا ، بينما كانت اقل تركيز 975 فى البئر رقم 6 ، اما المعايير الليبية لمياه الشرب فاقصى حد مسموح به لايتعدى1000 ملجم/ لتر.

**شكل رقم (4): يوضح زيادة تركيز الاملاح الذائبة فى الماء فى الابار نحو اتجاه نحو البحر**

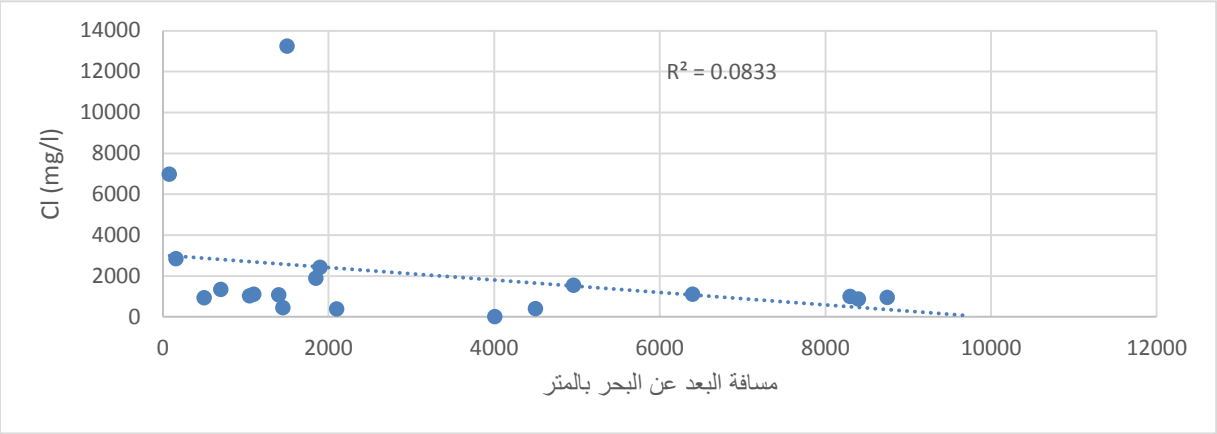
ويلاحظ كما فى الشكل (4) ارتفاع نسبة الاملاح الذائبة فى الماء فى الابار القريبة من البحر وتقل تلك النسبة كلما اتجهنا الى الجنوب وهذا يدل على تداخل مياة البحر بالمياة الجوفية بنسب مختلفة ويمكننا القول ان تداخل مياة البحر وصل ما بعد 8 كم حيث لا يختلف كثيرا عن باقى مدن الساحل الغرب الليبي حيت تراوح من( 4 الى9) [12] ، كما وجد ان هناك ارتباط إيجابي قوى جدا بين نسبة الاملاح الذائبة والتوصيل الكهربائى 0.97.

العسرة الكلية : ترجع عسرة الماء بشكل رئيسي إلى كاتيونات الكالسيوم و الماغنسيوم الذائبة بالماء وهما عبارة عن الايونات متعددة الشحنة الموجبة ألأكثر شيوعا في المياه الطبيعية المسببة للعسرة ، وقد تراوحت العسرة الكلية كما فى الجدول ( 1 ) لمياه آبار هذه الدراسة من 7807 ملجم/ لتر فى البئر ( 14) و 500 ملجم/ لتر فى البئر(6)، وبالتالى تكون قد تجاوزت الحد المسموح به وهو 500 مجم/لتر حسب المواصفات الليبية والعالمية ، والشكل (5) يظهر انخفاض تركيز العسر الكلية كلما ابتعدنا عن البحر ، وتعتبر مياة هذة الابار مياها عسرة جدا حسب التصنيف المعتمد لمنظمة الصحة العالمية[16]




**رقم (5):يوضح زيادة تركيز العسر الكلية فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر**

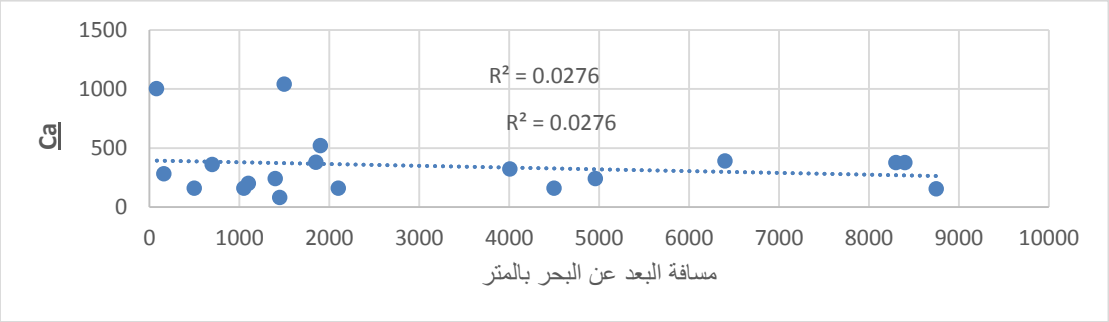
**الكلوريد:** يوجد الكلوريد في معظم المصادر المائية تحت الظروف الطبيعية نتيجة لذوبان الصخور الرسوبية والنارية في الماء ، وبالنسبة لنتائج الايونات السالبة في مياه الآبار المدروسة والموضحة في الجدول رقم (2) فقد تبين إن محتوي الكلوريد للعينات المدروسة مرتفع جدا ، حيث بلغ تركيز الكلوريد في آبار منطقة الدراسة من 383 مجم/لتر عند البئر ( 5) إلى 13235 مجم/لتر عند البئر ( 14)، وبالتالى فان جميع العينات المختبرة قد تجاوزت الحد المسموح به لمياه الشرب والري ألا وهو 250 مجم/لتر طبقا للمواصفات الليبية والعالمية .




**شكل رقم (6):يوضح زيادة تركيزالكلوريد فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر**

فاحتواء مياة الابار على نسبة مرتفعة من الكلوريد دلالة على تداخل ماء البحر [17] ، ومن خلال الشكل ( 6) نلاحظ زيادة تركيز ايون الكلوريد كلما اقترينا من البحر ويقل التركيز كلما اتجهنا جنوبا وهذا يعتبر مؤشر لتداخل مياة البحر بمياة الابار ، حيث تحتوى مياه البحر على اكثر من 19.000 ملجم / لتر من الكلوريد [3] .

**الكالسيوم:** تعتبر ايونات الكالسيوم مؤشر مهم لتسرب مياة البحر الى المياة الجوفية (SWI) [18] ، ومن خلال الجدول ( 2) اظهرت النتائج ان اقل تركيز لايونات الكالسيوم كان 80 مليغرام لكل لتر فى البئر رقم 6 بينما البئر رقم 14 سجل اعلى محتوى للتركيز ايونات الكالسيوم 1041 مليغرام لكل لتر.

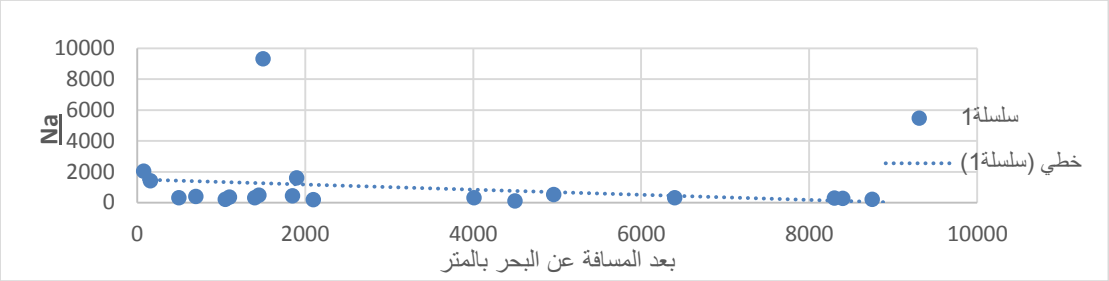



**شكل رقم (7):يوضح زيادة تركيز الكالسيوم فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر**

ومن خلال الشكل (7) نلاحظ زيادة تركيز الكالسيوم كلما اقترينا من البحر وهو مؤشر لتداخل مياة البحر اضافة الى طبيعة المكان الجيولوجية حيث يقل التركيز كلما اتجهنا جنوبا ، حيث تحتوى مياة البحر على 600ملجرام / لتر من الكالسيوم .

**الصوديوم :** تظهر النتائج الموضحة في الجدول (2) ان قيم ايون الصوديوم تراوحت من 107ملجرام / لتر ( البئر 5) الى 2023ملجرام / لتر ( البئر 12) ووصلت الى اعلى قيمة فى البئر ( 14) فكانت 9300 ملجرام / لتر ، ويرجع السبب إلى تداخل مياه ا لبحر وقلة التغذية ، و الشكل (8) يوضح ارتفاع تركيز الصوديوم فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر، وتحتوى مياه البحارعلى تراكيز عالية تصل الى اكثر من 1000 ملجرام/لتر.

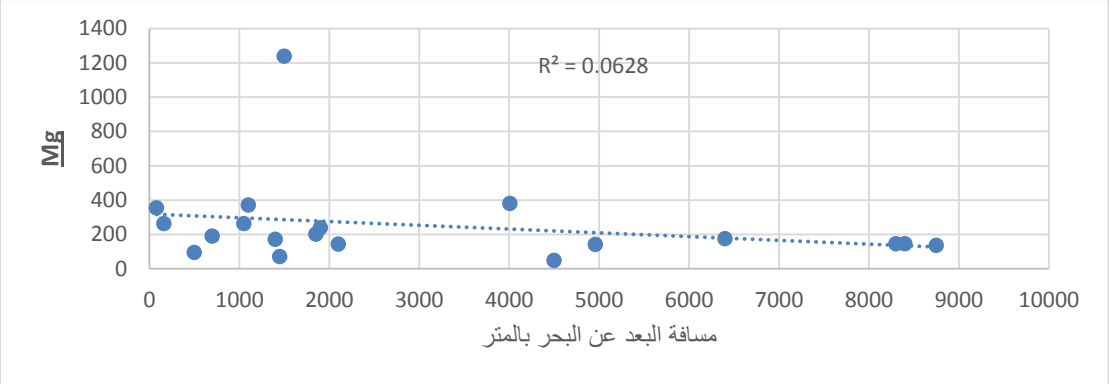
ويعتبر قياس تركيز الصوديوم من أهم العوامل المستخدمة في تحديد نوعية المياه وصلاحيتها للأغراض الحياتية خاصة إذا كانت التراكيز عالية [19] .




**شكل رقم (8):يوضح زيادة تركيز الصوديوم فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر**

**الماغنسيوم :** تفيد النتائج الواردة في الجدول ( 2) ان قيم ايون الماغنسيوم وصلت الى اعلى قيمة فى البئر ( 5 ) فكانت 48 ملجرام / لتر وسجلت اقل قيمة فى البئر رقم ( 14 ) حيث كانت 1239 ملجرام / لتر

ويعتبر قياس تركيز الماغنسيوم من أهم العوامل المستخدمة في تحديد نوعية المياه وصلاحيتها ، بينما تحتوى مياة البحار تحتوي على تراكيز عالية تصل الى اكثر من 1300 ملجرام/لتر، وسجلت التراكيز المرتفعة فى الابار القريبة من البحر كما فى الشكل (9) وقد تكون راجعة لقرب الموقع نسبيا من البحر.

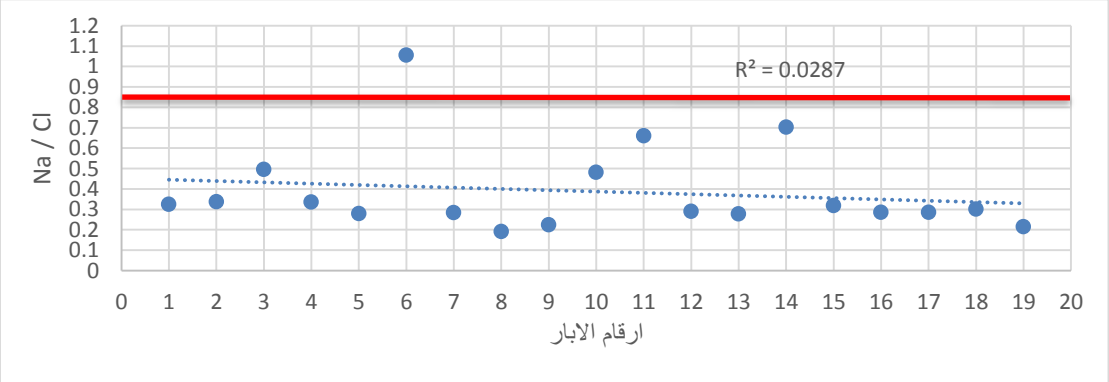



**شكل رقم (9): يوضح زيادة تركيز الماغنسيوم فى مياة الابار نحو اتجاه نحو البحر**

**مؤشرات تداخل مياه البحر بالمياة الجوفية**

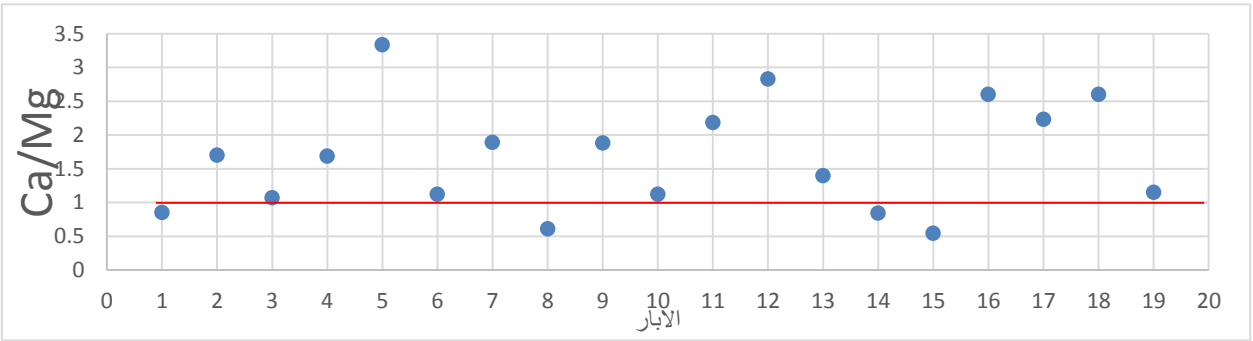
هناك العديد من المؤشرات التى تدل على مصادر الملوحة فى المياة الجوفية وتسرب مياة البحر نحوها [20] ، والجدول رقم (1) يوضح بعض المؤشرات التى تدل على ذلك .

**Na/CL:** ويطلق عليها نسبة جونز (JR) وتعطى النسبة Na / Cl مؤشرا قوى لتسرب مياة البحر بالمياة الجوفية اذا كانت النسبة اقل من 0.86 [21]، وان كان النسبة اكثر من ذلك فيدل على ان مصدر الاملاح يرجع الى التكوين الجيولوجى ، وتراوحت نسبة الصوديوم الى الكلور فى جميع الابار كما هو موضح فى الجدول(3) من 0.19 الى 0.70 حيث شكلت 94% من مجموع الابار المختبرة كما هو موضح فى الشكل (10 ) والتى بينت ان الابار المختبرة عدا البئر 6 كانت اقل من 0.86 مما يعطى مؤشرا قوى بتسرب مياه البحر .




**شكل رقم (10): يمثل نسبة Na / Cl فى الابار**

**Ca / Mg :** تعتبر النسبة Ca / Mg مؤشر على تداخل ماء البحر بالمياة الجوفية ، فتجاوز نسبة Ca / Mg أكبر من 1 تشير إلى حدوث تسرب لمياه البحرنحوه المياة الجوفية [21]، ويظهر الشكل رقم (11)الابار التى تفيد بتسرب ماء البحر نحوها حيث شكلت مجموع الابار 74% من الابار المدروسة والتى فاقت نسبتها 1 ، وهى دلالة على تسرب مياة البحر فى المنطقة المدروسة .



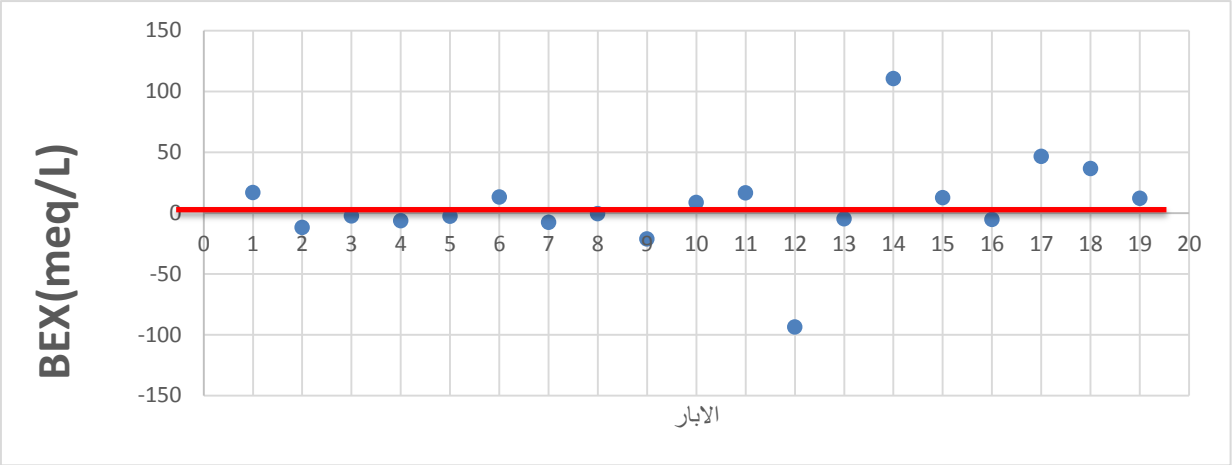

**شكل رقم (11): يمثل نسبة Ca / Mg فى الابار**

**BEX** : وهو مؤشر التبادل الاساسى Base Exchange indicesوهو احد المؤشرات المستخدمة للتمييز بين تملح طبقة المياه الجوفية وتجديدها **[22]** ، ويمكن حسابه من خلال المعادلة الاتى

$$BEX = Na + K + Mg - 1.0716Cl \ (meq/L).$$

ويشير قيمةBEX السالبة بالملوحة الناتجة من مياة البحر، فى حين تعتبر قيمة BEX الموجبة بعذوبة المياة ، وBEX الصفر بعدم وجود تبادل

**20-23]**، ومن خلال الجدول (3) و الشكل ( 12 ) اظهرت النتائج ان قيمة BEX للابار 2،3،4،5،6،7،8،9،12،13،16 سالبة ، وشكلت قيمة BEX السالبة للابار المدروسة 57% .




**شكل رقم (12): يمثل قيمة BEX فى الابار**

وبالتالى فان عدد الابار التى اشتركت فى 3 مؤشرات بلغت نسبتها 47% اما التى اشتركت فى مؤشرين شكلت 33% .

**التحليل الاحصائى :** تم استخدام برنامج Microsoft Excel للحصول على قيمة (r) ، ومعامل الارتباط (r) يقيس درجة الارتباط الموجودة بين متغيرين ، أحدهما يؤخذ كمتغير تابع، وكلما زادت قيمة معامل الانحدار كلما كانت متغيرات الانحدار مناسبة وأكثر فائدة **[24]**، ، ويلاحظ من نتائج التحليل ان هناك ارتباط قوى جدا بلغ 30 معاملة فى حين كان 6 معاملات ارتباطها قوى . حيث يعنى ( 0.9–1 قوى جدا) ،( 0.70–0.89 ارتباط قوى ) ، (–0.69 0.50 ارتباط متوسط )، (–0.49 0.30 ارتباط قليل )،( 0.00–0.29 ارتباط قليل جدا )

**الاستنتاج:** من خلال نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب بمنطقة الدراسة اتضح تلوث المياه الجوفية بماء البحر ، واشارة التحاليل الى ارتفاع نسبة الملوحة بشكل عام فى الابار ودلت جميع المؤشرات المستخدمة بتداخل مياة البحر وتسربه بالمياة الجوفية ، كما بين التحليل الاحصائى ان هناك ارتباط قوى بين التراكيز المختلفة ، ويمكننا القول ان تداخل مياة البحر وصل ما بعد 8 كم حيث لا يختلف كثيرا عن باقى مدن الساحل الغرب الليبي حيت تراوح من 4 الى 9 كم .

## 4. التوصيات

ومن خلال نتائج البحث نوصي بالآتي:

1- البحث على مصادر مياه جديدة مثل انشاء محطات تحلية مياه البحر.

2- الاهتمام ببناء السدود والاستفادة من مياه الامطار.

3- اقامة خزانات لحصد مياه الأمطار.

4- اقامة دراسات شاملة واجراء تحاليل اخرى .

5- استخدام التقنيات الحديثة لمعالجة المياة المالحة .

## 5.المراجع


[1] السلاوي محمود 1986 ( م ) المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق ,*الدار الليبية للنشر والتوزيع والإعلان*.

[2] *Sadeg, Saleh. (1996). Numerical Simulation of Saltwater Intrusion in Tripoli, Libya, Ph.D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, (1996),191 p.*

[3] *USGS 2000 Is Seawater Intrusion Affecting Ground Water on Lopez Island , Washington water center ? Has Seawater Intruded Into Lopez Island ' S the Source of Lope*

[4] *Pallas, Ph. "Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya." (1980). The Geology of Libya, Second Symposium, Volume 2.*

[5] الشكل ،الهادى ، دراسة ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بمنطقة شمال غرب حوض سهل الجفاره الجوفي– بليبيا ، *المجلة الدولية للعلوم والتقنية* ، العدد 12 ديسمبر (2017).

[6] زايد، ليلى ) 2018 ( تلوث المياه الجوفية وآثارها في منطقة الزاوية ، *مجلة كليات التربية* ، العدد نوفمبر (2018).

[7] ابوراس، غسان ، تداخل مياه البحر فى المياه الجوفية بمنطقة الزاوية , *رسالة ماجستير* , *الاكاديمية الليبية*, طرابلس _ ليبيا،(2005) .

[8] عبد العزيز ، ع . عبد السلام ، ن .( 2020 ) تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتةإلى منطقة عقار ،،، *Vol. 65, No 1 Alex. J. Agric. Sci.* , pp. 15–27, 2020.

[9] *Krair ،Ali , Interference between sea water and groundwater International Journal of Fauna and Biological Studies 2020; 7(2): ، 46-57*

[10] *Salem AH, Mountasir MA. Studying seawater intrusion in Algarboulli area using Geoelectric method. 1st National Conference on Marine and Groundwater Pollution. ( 2017)*

[11] *Shadia Said Ali . Interference between sea water and groundwater, International Journal of Fauna and Biological Studies (2020)7(2): 46-57*

[12] الهيئة العامة للمياة دراسة تداخل مياه البحر بشمال غرب الجماهيرية، طرابلس، ليبيا ) . 2008 ).

[13] *Sadeg, Saleh ،S Salem M Rashrash(2002)tudy of Seawater Intrusion North West Libya , Seawater Intrusion Study in the Jifara Plain, NW-Libya, Unpublished Report, General Water Authority, 2002, ERCB.*

[14] *WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Incorporating ,First Addendum to Third Edition. (2006).*

[15] المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية 2015 *( المواصفة الليبية القياسية رقم (82)*الخاصة بمياه الشرب العامة .طرابلس، ليبيا،(2015).

[16] غازي، ع . ( 2010 ) .البيئة الصناعية تحسينها وطرق حمايتها .دار دجلة، جمهورية العراق

[17] Kennedy GW. Development of a GIS-based approach for the assessment of relative seawater intrusion vulnerability in Nova Scotia, Canada. InNova Scotia Department of Natural Resources. IAH 2012 Congress, Niagara Falls 2012.

[18] Panno, S.V., Hackley, K.C., Hwang, H.H., Greenberg, S.E., Krapac, I.G., Landsberger, S. and O'Kelly, D.J.O. "Characterization and identification of Na-Cl sources in ground water". Ground Water 44(2): 2006, pp 176-187

[19] .الحياني، عبد الستار جبير، . 1991 تقييم المياه الجوفية لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظه الأنبار، *مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة*(1991) (2)(3).

[20] Das A, Kumar M (2015) Arsenic enrichment in the groundwater of Diphu, Northeast India: coupled application of major ion chemistry, speciation modeling, and multivariate statistical techniques. CLEAN Soil Air Water 43(11):1501–1513

ABD-ELHAMID, H & JAVADI, A. An investigation into control of 1]2 [ saltwater intrusion considering the effects of climate change and sea level rise. Proceedings of 20th Saltwater Intrusion meeting, 2008. 4-7

[22 Bear J, Cheng A H-D, Sorek S, Ouazar D and Herrera I Seawater intrusion in coastal aquifers - concepts, methods and practises Geophys. Investig(1999). 9-50

*[23] Stuyfzand, P.J.Base exchange indices as indicators of salinization or freshening of (coastal) aquifers. In Proceedings of 20th Salt Water Intrusion Meeting. Florida, June 23- 27, 2008.pp. 262-265*

*[24] Sami G. Daraigan , Ahmed S. Wahdain , Ahmed S. BaMosa and Manal H. Obid 2011"Linear correlation analysis study of drinking water quality data*