

## تقييم جودة المياه الجوفية ومدى تداخلها مع مياه البحر باستخدام بعض المؤشرات الكيميائية في منطقة نعيمه- زيتين

ابراهيم محمد العساوي<sup>2</sup>

ناصر عقيل موسى<sup>1</sup>

2 جامعة مصراته - كلية العلوم - قسم الكيمياء 1

الأكاديمية الليبية - مصراته - ليبيا

[mwsn644@gmail.com](mailto:mwsn644@gmail.com)

Publishing date: 9/1/2025

**الملخص:** تعد ظاهرة تداخل مياه البحر من أهم الآثار البيئية الناجمة عن تدهور منسوب المياه الجوفية، وزيادة معدلات السحب بكميات تفوق كمية التغذية الطبيعية. مدينة زيتين تحيط بها عدة ضواحي من أشهرها المناطق الزراعية (الداقية، نعيمه، ازدو). نتيجة للتطور العمراني والزراعي زاد استهلاك المياه الجوفية والتي تعتبر من أهم مصادر المياه في هذه المنطقة مما يزيد من احتمالية تداخل المياه الجوفية مع مياه البحر. هذه الدراسة تهدف إلى حساب (تقييم) مؤشر جودة المياه (WQI) (Water Quality Index) وكذلك تهدف لمعرفة مدى تسرب مياه البحر إلى المياه الجوفية (SWI) (Sea Water Intrusion) من خلال بعض المؤشرات الكيميائية التي تدل على احتمالية تلوث المياه الجوفية بمياه البحر مثل نسبة سيمبسون (Simpson Ration) وكذلك حساب نسبة جونز (JR) وحساب نسبة Ca/Mg بالإضافة إلى التراكيز العالية من (EC, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> and TDS).

تم جمع عشرة عينات من بعض الآبار الجوفية في منطقة نعيمه. تم تقدير اثنا عشر خاصية: (الرقم الهيدروجيني pH، الأملاح الكلية الذائبة TDS، التوصيل الكهربائي EC، الصوديوم Na<sup>+</sup>، البوتاسيوم K<sup>+</sup>، الكالسيوم Ca<sup>2+</sup>، الماغنسيوم Mg<sup>2+</sup>، الكلورايد Cl<sup>-</sup>، الكربونات CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>، البيكربونات HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>، النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup>، الكبريتات SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) بالإضافة إلى الطعم والرائحة حسب الطرق المتعارف عليها، وتم كذلك حساب مؤشر جودة المياه WQI وبعض المؤشرات الكيميائية التي تدل على تداخل مياه البحر مثل نسبة SR ونسبة JR، وكذلك تم عمل تحليل إحصائي للنتائج المتحصل عليها.

معظم التراكيز المتحصل عليها كانت أعلى من الحدود المسموح بها طبقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 82: 2015. كما أظهرت نتائج الدراسة باستخدام WQI أن ما نسبته (70%) مياه رديئة (Poor Water)، وأن ما نسبته (30%) مياه رديئة جداً (Very poor water) كل العينات احتمالية تلوثها بمياه البحر كبير لأنها أعطت نتائج تدل على أنها ملوثة في معظم المؤشرات الكيميائية التي تم دراستها، أما عندما تم استخدام المؤشر SR فقد وجد أن ما نسبته 90% من الآبار تكون مياه جوفية معتدلة التلوث (Moderately contaminated)، بينما المؤشر JR فقد أظهرت النتائج أن ما نسبته 70% ملوثة بتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية أما باقي العينات التي تمثل 30% فربما يكون مصدر الأملاح هو التكوين الجيولوجي.

**الكلمات الدالة:** تداخل مياه البحر SWI، جودة المياه WQI، نسبة سيمبسون SR، نعيمه، ليبيا.

### 1. المقدمة

أن المياه الجوفية لا تتواجد بحالة نقية بل تحتوي على مواد عالقة وأخرى ذائبة بنسب متفاوتة تحدد نوعيتها، وتعتبر جميع التفاعلات التي أثرت على المياه منذ لحظة تكاثرها في الجو وحتى خروجها من باطن الأرض هي المسؤولة عن الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية [1]، من أهم الموارد المائية التقليدية هي المياه السطحية والمياه الجوفية وكلاهما يكون عرضةً للتلوث، ويُعرف التلوث بأنه كل تغير في الصفات الطبيعية والكيميائية للماء الناتج من إضافة مواد غريبة تُسبب عكارة المياه أو تُكسبها رائحة أو لون وطعم غير مقبولة. تداخل ماء البحر مع المياه الجوفية يعتبر من أكثر أنواع التلوث البيئي شيوعاً والذي ربما يكون ناتج من فقدان التوازن الطبيعي بين المياه المالحة والمياه العذبة [2].

نظراً للأهمية البالغة للمياه الجوفية كمصدر مائي حرس الكثير من الباحثين على المستوي الدولي والإقليمي والمحلي على دراسة مشاكل التلوث لهذا المصدر وطرق معالجتها على سبيل المثال للحصر أنظر المراجع [12-1].

تعتمد بلادنا اعتماداً كبيراً على المياه الجوفية كمصدر رئيسي لجميع الأغراض ومنها مياه الشرب. ونظراً للزيادة المطردة في استهلاك تلك المياه نتيجة الزراعة والصناعة القائمة في بلادنا وما يتطلبه ذلك من استغلال لهذه المياه مما يستدعي وبشكل دوري دراسة خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، ومقارنتها مع المواصفات العالمية ومدى ملائمتها لهذه المواصفات سواء كانت مياه زراعية أو للشرب أو للأغراض المختلفة وإيجاد بدائل ومصادر جديدة وإجراء البحوث والدراسات الدورية على مصادر المياه.

مدينة زيتين تحيط بها عدة ضواحي من أشهرها المناطق الزراعية (الداقية، نعيمه، ازدو) نتيجة للتطور العمراني والزراعي زاد استهلاك المياه الجوفية والتي تعتبر المصدر الرئيسي للمياه في هذه المناطق مما يزيد من احتمالية تداخل المياه الجوفية مع مياه البحر. هذه الدراسة تهدف إلى معرفة مدى تسرب مياه البحر إلى المياه الجوفية في منطقة نعيمه من خلال بعض المؤشرات الكيميائية (Chemical Indicators) التي تدل على احتمالية تلوث المياه الجوفية بمياه البحر (SWI) (sea water intrusion) مثل نسبة سيمبسون (Simpson Ration SR) وكذلك حساب نسبة جونز (John ratio JR) وحساب نسبة Ca/Mg بالإضافة إلى التراكيز العالية من (EC, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> and TDS) وكذلك تهدف لمعرفة مدى ملائمة المياه الجوفية في منطقة الدراسة للاستهلاك البشري بناءً على توافق التراكيز المتحصل عليها مع المواصفات المحلية والدولية من عدمه، كما تهدف لتقييم مدى جودة هذه المياه من خلال (Water Quality Index WQI) المحسوبة. تقييم جودة المياه (Water Quality Index) يعتبر من أهم الأدوات المعيرة على جودة المياه ويمكن استخدامه كعامل مهم في تقييم جودة المياه وإدارة مصادر المياه معطياً فكرة جيدة عن جودة المياه وتطورها خلال فترة من الزمن.

### 2. الجزء العملي

تعتبر عملية جمع العينات Samples Collection من العمليات الهامة والحساسة جداً، تم جمع عشرة عينات من منطقة نعيمه في شهر يوليو 2019 حسب الطرق القياسية [13,14] كما هو مبين في الشكل رقم (1). حيث تم أخذ ثلاثة عينات من كل بئر وبعد إجراء التحاليل المشار إليها تم أخذ متوسط التراكيز لكل قياس (parameter).

تم تقدير pH<sup>+</sup>, EC, TDS Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup> بالإضافة إلى الطعم والرائحة حسب الطرق المتعارف عليها [14,13].

تم قياس الرائحة عن طريق حاسة الشم والطعم بحاسة التذوق. تم قياس كلا من الرقم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي والأملاح الكلية الذائبة بواسطة جهاز PH& Conductivity meter 3540 JENWAY في موقع البئر.



الشكل 1: يوضح منطقة الدراسة.

قدر الكلوريد بواسطة الطريقة الأكثر شيوعاً وهي طريقة موهر حيث تمت المعايرة بمحلول قياسي من نترات الفضة في وجود كرومات البوتاسيوم  $K_2CrO_4$  كدليل. تم تقدير أيونات الكالسيوم و الماغنسيوم و الكربونات و البيكربونات و النترات و الكبريتات في مركز البحوث الحيوية بجامعة مصراتة باستخدام جهاز Spectrophotometer palintest 8000. تم تقدير الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة جهاز الانبعاث الذري Flame photometer في مركز البحوث الحيوية بجامعة مصراتة.

تم حساب بعض المؤشرات الكيميائية المستخدمة للدلالة علي تداخل مياه البحر مثل نسبة سيمبسون (SR) من خلال نسبة الكلوريد علي مجموع الكربونات والبيكربونات بواسطة برنامج Excel 2007 حيث التركيز معبراً عنه ب (mg/l) ppm وفق المعادلة التالية:  $SR = Cl^- / HCO_3^- + CO_3^{2-}$ .

نسبة جونز (JR) من خلال نسبة (تركيز الصوديوم / تركيز الكلوريد) بواسطة برنامج Excel 2007 حيث التراكيز معبراً عنها M (مول/لتر) وفق المعادلة التالية:  $JR = [Na^+ / Cl^-]$  نسبة Ca/Mg بواسطة برنامج Excel 2007 حيث التراكيز معبراً (ppm).

تم استخدام البرنامج الإحصائي Spss إصدار (22)، والذي من خلاله تم عمل تحليل إحصائي للنتائج المتحصل عليها مثل الأساليب الإحصائية الوصفية، والمتوسطات والأخطاء المعيارية، والتحليل العنقودي. تم تطبيق مؤشر جودة المياه WQI لتقييم عينات المياه الجوفية في المناطق المشار لها بواسطة برنامج Excel [15].

### 3. النتائج والمناقشة:

جدول 1: يوضح نتائج (متوسط) الخصائص Parameters لعينات مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة.

رقم البئر	pH	TDS	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	EC
	mg/l											μS/cm
1	8.34	2636	257.01	63.25	390.46	185.86	415.87	Nil	117.12	19.2	932.11	4832
2	8	2867	248.26	68.25	378.45	202.86	503.84	Nil	136.64	12	866.25	3948
3	7.01	2606	275.76	73.25	382.45	227.16	519.84	Nil	122.00	28.3	811.17	4353
4	6.65	2585	225.76	33.25	346.41	163.99	511.84	Nil	117.12	26.3	881.02	4620
5	7.18	2534	278.76	78.25	374.44	217.44	495.84	Nil	146.40	42.4	737.34	4487
6	8.24	1843	85.76	13.25	310.37	146.98	311.9	Nil	136.64	42.4	448.00	3781
7	7.36	2447	300.76	88.25	338.40	151.84	455.85	Nil	136.64	34.3	767.73	4025
8	7.45	2156	280.76	83.25	338.40	154.27	511.84	Nil	136.64	44.2	277.81	3919
9	8.13	2127	249.51	68.25	366.43	207.72	527.84	Nil	146.40	28.7	350.47	4228
10	7.89	2425	200.76	63.25	380.45	179.78	599.81	Nil	131.76	43.6	393.59	3934

(1) الرقم الهيدروجيني pH: أظهرت نتائج التحليل الموضحة في الجدول (1) أن قيم الرقم الهيدروجيني تقع في الحد المسموح به (6.5 – 8.5) حسب مواصفات المنظمة العالمية WHO.

(2) الأملاح الكلية الذائبة TDS & التوصيل الكهربائي EC: من خلال النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) تركيز الأملاح الكلية الذائبة جميعها تجاوزت الحد المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية WHO والمواصفة الليبية م ق ل 2015:82 (1000 mg/l) حيث كان أقل تركيز تم الحصول عليه هو (1843 mg/l) في البئر رقم (6) وأعلى تركيز هو (2867 ملجم/لتر) في البئر رقم (2) ويمكن أن يكون السبب هو لكونه قريب إلى سطح البحر أو ربما معدل السحب في هذا البئر أعلى من معدلات التغذية [16].

إن قيم التوصيل الكهربائي وصلت إلى أعلى تركيز في البئر رقم (1) حيث سجلت (4832 μS/cm) وأقل تركيز كان في البئر رقم (6) حيث سجلت (3781 μS/cm). التوصيل الكهربائي هو المؤشر الأساسي لتحديد ما إذا كانت طبقة المياه الجوفية ملوثة بمياه البحر أم لا. إذا كانت EC أقل من 1000 μS/cm فإن المياه الجوفية في حالة طبيعية [20] ولكن عند تحديد الحالة الطبيعية للمياه الجوفية، يجب إجراء المراقبة بشكل شامل.

(3) الصوديوم Na<sup>+</sup> & الكلوريد Cl<sup>-</sup>: تشير النتائج في الجدول رقم (1) إن تركيز الصوديوم والكلوريد في جميع الآبار قد تجاوزت الحد المسموح به حسب WHO والمواصفة الليبية م ق ل 2015:82 (200, 250 mg/l) علي التوالي وربما يرجع هذا التجاوز علي الأغلب لتداخل مياه

البحر وزيادة السحب وقلة التغذية أو تركيبة المنطقة الجيولوجية. أعلى تركيز للكوريد والصوديوم (599.81, 300.76 mg/l علي التوالي) في البئر رقم (7,10) علي التوالي) وأقل تركيز كان (200.76, 311.9 mg/l علي التوالي) في البئر رقم (6, 10). لتحديد تسرب مياه البحر، ينبغي أخذ جميع المؤشرات الكيميائية في الاعتبار، مثلا المحتوى العالي من الكلوريد في المياه لجوفية يشير إلى حدوث تسرب لمياه البحر [19].

أساس هذا النهج هو أن المحتويات الكيميائية لمياه البحر تختلف من مكان إلى آخر. ومع ذلك ووفقاً لـ [21] يوجد ما لا يقل عن 11 نوعاً من الأيونات الموجودة في مياه البحر (بالجرام لكل كيلوغرام من مياه البحر)، وهي الكلوريد (19.135)، الصوديوم (10.76)، الكبريتات (2.712)، الماغنيسيوم (1.294)، الكالسيوم (0.413) اليوتاسيوم (0.387)، النيكربونات (0.142)، البروميدي (0.067)، السترونتيوم (0.008)، البورون (0.004) والفلورايد (0.001). من خلال النتائج يتضح أن الكاتيون المسيطر هو الصوديوم والانيون المسيطر هو الكلوريد في جميع العينات وهذا ربما يشير لتداخل مياه البحر في جميع العينات التي تم دراستها.

**(4) الكبريتات  $SO_4^{2-}$ :** تفيد النتائج الواردة في الجدول رقم (1) إن أعلى تركيز للكبريتات كان في البئر رقم (1) بمتوسط (932.11 mg/l). وأقل تركيز في البئر رقم (8) بمتوسط (277.81 mg/l) حيث كانت جميع العينات أعلى من الحد المسموح به ويمكن أن يعزى السبب علي الأغلب لتداخل مياه البحر وزيادة السحب وقلة التغذية أو تركيبة المنطقة الجيولوجية.

**(5) اليوتاسيوم  $K^+$  & النترات  $NO_3^-$ :** من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (1) نجد ان أعلى تركيز لليوتاسيوم كان في البئر رقم (7) بمتوسط (88.25 mg/l) وأقل تركيز لليوتاسيوم كان للبئر رقم (6) بمتوسط (13.25 mg/l) كانت جميع العينات أعلى من الحد المسموح به وهو 12 mg/l حسب المواصفات القياسية العالمية WHO.

من خلال الجدول (1) نجد أن تركيز النترات في جميع العينات المدروسة تقع ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO والذي يقدر فيه تركيز النترات 45 mg/l، حيث كان أعلى تركيز للعينات المدروسة في البئر رقم (8) بمتوسط (44.2 mg/l) وأقل تركيز للبئر رقم (2) بمتوسط (12 mg/l).

**(6) الكالسيوم  $Ca^{+2}$  & الماغنسيوم  $Mg^{+2}$ :** يوجد الكالسيوم بكثرة في المياه الجوفية بسبب الصخور النارية ويلعب دور كبير في زيادة العسرة الكلية للمياه، من الجدول رقم (1) نجد ان أعلى تركيز للكالسيوم كان للبئر رقم (1) بمتوسط (390.46 mg/l) أما أقل تركيز كان للبئر رقم (6) بمتوسط (310.9 mg/l)، بالمقارنة مع المواصفات القياسية العالمية نجد أن جميع العينات كانت أعلى من الحد المسموح به وهو 200 mg/l.

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (1) نجد أن تركيز الماغنيسيوم في العينات كانت أعلى من الحد المسموح به وفق WHO وهو 50 mg/l، حيث كان أعلى تركيز للماغنيسيوم في البئر رقم (3) بمتوسط (227.16 mg/l) وأقل تركيز كان للبئر رقم (6) بمتوسط (146.98 mg/l).

**(7) الكربونات  $CO_3^{2-}$  & البيكربونات  $HCO_3^-$ :** تراكيز الكربونات للعينات المدروسة كان أقل من حساسية الطريقة (Not Detection) (ND) وهو ما يعني أن تراكيز الكربونات في العينات قليل جدا والتي ربما يكون السبب أن pH للعينات يقع في مدى (6.5-8.5). من النتائج المتحصل عليها لتركيز البيكربونات في الجدول (1) وجد أن أعلى تركيز للبيكربونات كان للبئر رقم (5، 9) بمتوسط (146.4 mg/l) وأقل تركيز كان للبئر رقم (1،4) بمتوسط (117.12 mg/l)، من خلال النتائج المتحصل عليها نجد ان جميع النتائج للعينات المدروسة تقع ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO وهو 200 mg/l. بشكل عام كانت قيم تراكيز TDS و EC وبعض الأيونات الرئيسية مثل الكلورايد و الصوديوم عالية أي أن معظمها أعلى من الحدود المسموح بها لمعايير WHO والمواصفة الليبية م ق ل 2015:82.

تظهر نتائج تصنيف المياه الجوفية للأبار التي تم دراستها باستخدام طريقة WQI أن ما نسبته (70%) مياه رديئة Poor Water وأن ما نسبته (30%) مياه رديئة جداً Very poor Water كما في الجدول (2). جدول رقم (3) والذي يمثل البئر رقم 1 كنموذج لحساب WQI في العينات المدروسة [15,16].

جدول 2: يوضح مدى مؤشر جودة مياه الشرب في منطقة الدراسة

Sample	WQI	Type of Water
1	195.496	Poor
2	203.274	very poor
3	209.612	very poor
4	180.811	Poor
5	207.791	very poor
6	136.438	Poor
7	190.162	Poor
8	177.131	Poor
9	186.867	Poor
10	187.241	Poor

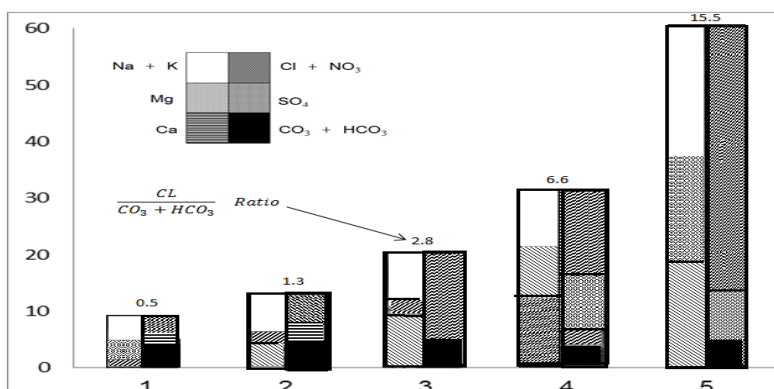
بالنظر إلى الشكل رقم (2) ومن خلال الجدول رقم (4) والذان يوضحان نوعية المياه عن طريق نسبة الكلوريد علي مجموع الكربونات والبيكربونات (نسبة سيمبسون SR)، لوحظ أن المياه الجوفية في البئر رقم (6) تكون مياه جوفية قليلة التلوث Slightly contaminated بينما بقية الابار تكون مياه جوفية معتدلة التلوث Moderately contaminated كما هو موضح في الجدول رقم (5) [5,17,18].

جدول 3: يمثل البئر رقم 1 كنموذج لحساب WQI في العينات المدروسة [15].

	Con	Wi	Wi	Si	Q	Wi*Q
PH	8.34	4	0.105	8.5	98.118	10.328
TDS	2636	4	0.105	1000	263.600	27.747
Na <sup>+</sup>	257.01	5	0.132	200	128.505	16.909
K <sup>+</sup>	63.25	1	0.026	12	527.083	13.871
Ca <sup>+2</sup>	390.46	3	0.079	200	195.230	15.413
Mg <sup>+2</sup>	185.86	3	0.079	50	371.720	29.346
Cl <sup>-</sup>	415.87	5	0.132	250	166.348	21.888
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	932.11	4	0.105	400	233.028	24.529
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19.2	3	0.079	45	42.667	3.368
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	117.12	3	0.079	200	58.560	4.623
TH	1740	3	0.079	500	348.000	27.474
		38				195.496
						Poor

جدول 4: يوضح نوعية المياه الجوفية وفق نسبة SR [5 , 18]

نوعية المياه الجوفية	مدى تحديد نوعية المياه
مياه جوفية عادية	(1.3- 0)
مياه جوفية قليلة التلوث	( 2.8- 1.3)
مياه جوفية معتدلة التلوث	(6.6 - 2.8)
مياه جوفية متلوثه بدرجة عالية	(15.5 – 6.6 )
مياه جوفية شديدة التلوث	(200 -15.5)
مياه البحر	أكثر من 200



الشكل 2 : مخطط يوضح نوعية المياه عن طريق نسبة سيمبسون SR

جدول 5: يوضح نوعية المياه الجوفية للعينات وفق نسبة سيمبسون SR.

رقم العينة	-Cl	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub>	SR	
1	415.87	Nil	117.12	3.55	معتدلة التلوث
2	503.84	Nil	136.64	3.69	معتدلة التلوث
3	519.84	Nil	122.00	4.26	معتدلة التلوث
4	511.84	Nil	117.12	4.37	معتدلة التلوث
5	495.84	Nil	146.40	3.39	معتدلة التلوث
6	311.9	Nil	136.64	2.28	قليلة التلوث
7	455.85	Nil	136.64	3.34	معتدلة التلوث
8	511.84	Nil	136.64	3.75	معتدلة التلوث
9	527.84	nil	146.40	3.61	معتدلة التلوث
10	599.81	nil	131.76	4.55	معتدلة التلوث

**نسبة جونز (JR) :** تستخدم هذه النسبة للتمييز بين تداخل مياه البحر وغيرها من مصادر المياه المالحة، وذلك من خلال معرفة قيمتها فإذا كانت القيمة أقل من (0.86) فإن هذا يدل على أن أصل الأملاح الموجودة في مياه الآبار المدروسة هي مياه بحر وإن كانت أكثر من ذلك دل على أن مصدر الأملاح إما التكوين الجيولوجي أو غيرها من المصادر الأخرى. بالرجوع للجدول رقم (6) وجد أن القيم تتراوح ما بين (-0.42-

(1.02) من خلال النتائج يتضح أن 7 عينات من منطقة نعيمه أي ما نسبته 70% ملوثة بتداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية حسب نسبة جونز أما باقي العينات التي تمثل 30% فربما يكون مصدر الأملاح هو التكوين الجيولوجي.

جدول 6: يوضح حساب نسبة جونز JR

رقم العينة	CL <sup>-</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	CL <sup>-</sup> g/l	Na <sup>+</sup> g/l	CL <sup>-</sup> mol/l	Na <sup>+</sup> mol/l	JR
1	257.01	415.87	0.26	0.42	0.0112	0.0117	0.95
2	248.26	503.84	0.25	0.50	0.0108	0.0142	0.76
3	275.76	519.84	0.28	0.52	0.0120	0.0146	0.82
4	225.76	511.84	0.23	0.51	0.0098	0.0144	0.68
5	278.76	495.84	0.28	0.50	0.0121	0.0140	0.87
6	85.76	311.9	0.09	0.31	0.0037	0.0088	0.42
7	300.76	455.85	0.30	0.46	0.0131	0.0128	1.02
8	280.76	511.84	0.28	0.51	0.0122	0.0144	0.85
9	249.51	527.84	0.25	0.53	0.0108	0.0149	0.73
10	200.76	599.81	0.20	0.60	0.0087	0.0169	0.52

**نسبة Ca/Mg** : يمكن استخدام إثراء الكالسيوم كمؤشر. قد تشير النسب العالية (أكبر من واحد) من Ca/Mg إلى بداية التلوث بمياه البحر SWI وبالرجوع للجدول رقم (7) وجد أن القيم تتراوح ما بين (1.72 – 2.23) حيث يتضح أن جميع العينات في منطقة نعيمه ملوثة بتداخل لمياه البحر لأن القيم المتحصّل عليها أكبر من واحد بحسب [22].

جدول 7: يوضح حساب نسبة Mg/Ca.

رقم البئر	Ca <sup>+2</sup> mg/l	Mg <sup>+2</sup>	Ca / Mg
1	390.46	185.86	2.10
2	378.45	202.86	1.87
3	382.45	227.16	1.68
4	346.41	163.99	2.11
5	374.44	217.44	1.72
6	310.37	146.98	2.11
7	338.40	151.84	2.23
8	338.40	154.27	2.19
9	366.43	207.72	1.76
10	380.45	179.78	2.12

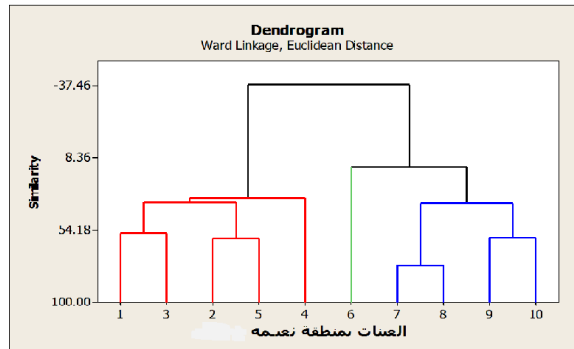
جدول 9: يوضح بعض المؤشرات الكيميائية الدالة على تداخل مياه البحر.

رقم البئر	SR	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	TDS	EC	Mg/Ca	JR
1	Moderately contaminated	*	*	*	*	*	
2	Moderately contaminated	*	*	*	*	*	*
3	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	*
4	Moderately contaminated	*	*	*	*	*	*
5	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	
6	Slightly contaminated		*	*	*	*	*
7	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	
8	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	*
9	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	*
10	Slightly contaminated	*	*	*	*	*	*

من ناحية إحصائية الشكل رقم (3) يوضح الاختبار العنقودي وهو يهدف إلى تجميع الآبار المتشابهة في التركيب على صورة مجموعات تسمى عناقيد، الشكل رقم (3) يوضح الشجرة العنقودية (Dendrogram) وهي مخطط شجرة يظهر العلاقات التصنيفية، التي توضح أوجه التشابه في التركيب ما بين الآبار لكل العناصر قيد الدراسة. من خلال الشكل رقم (3) لوحظ أنه في منطقة نعيمه الآبار في المنطقة المدروسة قسمة إلى ثلاثة



مجموعات حيث كانت المجموعة الأولى تتكون من الآبار رقم (1, 2, 3, 4, 5) بحيث كانت أقرب لبعضها في التركيبة المتمثلة في البئر رقم 1) (3, والبئر رقم 2) (5) تميزت بمجموعات مختلفة في حين أن بقية الآبار الأخرى تشابهت في التركيب بالإضافة للبئر رقم 2 ، المجموعة الثانية تتضمن البئر رقم 6 فقط والذي كان يختلف كلياً في محتوى العناصر عن بقية الآبار الأخرى ، أما المجموعة الثالثة فتكوّنت من الآبار (7, 8, 9, 10) بحيث كانت أقرب إلى بعضها في التركيبة المتمثلة في البئر رقم (7, 8) و البئر رقم (9, 10).



الشكل 3: يوضح الاختبار العنقودي للعينات المدروسة في منطقة نعيمه.

#### 4. التوصيات

من خلال النتائج هناك معظم الآبار تعطي مؤشر قوي علي تلوثها بمياه البحر والذي يؤدي إلى الحد من إمكانية استغلال هذه المياه في الكثير من أوجه الحياة مثل الزراعة والصناعة.... الخ. وعليه نقترح إجراء المزيد من الأبحاث في هذا المجال وذلك لمحاولة الحد من تفاقم هذه الظاهرة، كما نقترح تقليل كميات سحب المياه من الخزانات الجوفية السطحية بقدر الإمكان وذلك للسماح لمنسوب المياه الجوفية بالرجوع التدريجي إلى ما كان عليه. التركيز علي المحاصيل الزراعية التي لا تتطلب احتياجات مائية عالية. الاختيار الصحيح لطرق الري والوقت المناسب للري من خلال إدخال نظم الري الحديثة.

هذا وقد لوحظ في الآونة الأخيرة ارتفاع في منسوب المياه الجوفية في مدينة زليتن والتي أصبحت تشكل تهديدا حقيقيا على حياة السكان و ممتلكاتهم وعلى البنية التحتية للمدينة و تلوث البيئة من حيث التربة و المياه السطحية بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية ، مما يتطلب جهود حثيثة للباحثين في دراسة هذه الظاهرة و إيجاد الحلول اللازمة للحد من ارتفاع منسوب المياه الجوفية .

#### المراجع

- [1] منظمة الصحة العالمية. دلالات جودة مياه الشرب, ( الجزء الثاني ) المعايير الصحية ومعلومات المساعدة, الطبعة العربية, عن المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط, الإسكندرية, مصر (1989).
- [2] الهادي أحمد عبد الله الشكل, دراسة ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بمنطقة شمال غرب حوض سهل الجفاره الجوفي. المجلة الدولية للعلوم والتقنية, العدد 12, ديسمبر (2007).
- [3] إبراهيم محمد العصاوي. دراسة تحليلية لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب متعددة المصادر بمدينة مصراتة. رسالة ماجستير غير منشورة, مصراتة, ليبيا (1999).
- [4] عبد الرزاق مصباح, خيرى محمد العماري, محمد النويجي. تأثير بعض بؤر التلوث على الخصائص الكيميائية والجرثومية للمياه الجوفية بمنطقة تاجوراء في ليبيا. مجلة الإسكندرية, العدد 40, ابريل (2019).
- [5] غسان محمد أبوراس. دراسة تداخل مياه البحر في الخزان الجوفي بمنطقة الزاوية باستخدام الطرق الكيميائية والرياضية. رسالة ماجستير غير منشورة, الأكاديمية الليبية, جنزور, ليبيا (2007).
- [6] Ahmed Ekhmaj, Younes Ezlit, and Mukhtar Elaalem. The situation of sea water Intrusion in Tripoli, Libya. International Conference on Biological, Chemical and Environmental sciences June 14-15,(2014) Penang (Malaysia).
- [7] Rober D.; pirro L. Evaluation of water quality index for drinking water. Pol. J. Environ. Stud.vol,22,No. 4(2013), pp 1045-1051.
- [8] محمد بطة ، سامر البب، هبة عثمان. تقييم تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية في منطقة البصة الساحلية لعام 2014 باستخدام الرصد الكيميائي. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد 40 العدد 6 (2018).
- [9] Dinelli, et al. Comparative study between bottled mineral and tap water in Italy, Journal of Geochemical Exploration, 112,(2012), pp 368 – 389.
- [10] El moujabber, M.; Bousamra B.; Darwish, T; and Atallah, T. Comparison of Different Indicators for Groundwater Contamination by Seawater Intrusion on the Lebanese Coast. Water Resources Management Springer (2006) 161–180.
- [11] Zenhom, S.; Osman, O. Use of major ions to evaluate the hydrogeochemistry of groundwater influenced by reclamation and seawater intrusion, West Nile Delta, Egypt. Environ Sci Pollut Res. (2017) 24:3675–3704.
- [12] ونيس عبد القادر الشركسي، حسين مسعود أبو مدينة. جغرافية مصراتة - باب الموارد المائية مكتبة الشعب للطباعة والنشر والتوزيع, مصراتة, ليبيا(2010).

- [13] American Public Health Association. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association 21<sup>st</sup> ed.(2005) Washington, D.C.
- [14] American Public Health Association. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association 14<sup>th</sup> ed.(1975) Washington, D.C.
- [15] Asit, Kumar, B.; Surajit, C. Hydrogeochemistry and Water Quality Index in the Assessment of Groundwater Quality for Drinking Uses. Water environment Research. 87 (7), July (2015), pp.607-617.
- [16] Abdulaziz, A. ; Alamari, K. ; and Saber, A. Evaluation of Groundwater for Drinking Purpose in Sorman City-Libya Using Water Quality Index. International Journal of Environmental & Water.vol.8, Issue 2,(2019), pp.106-119.
- [17] P. Sarada, P; Bhushanavathi, p. Ratio to Evaluate Salt Water Intrusion: A Case Study of Gnanapuram Area of Visakhapatnam, AP, India. International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 4 Issue 11, November (2015), pp. 1311-1313.
- [18] Abdulaziz, A.M and Abdussalam, N.M. Evaluation of Water Status in the Area between Mediterranean Coast and Agar-Sabrata City, Libya. Alex. J. Agric. Sci. Vol. 65, No.1,(2020),pp.15–27,.
- [19] J. Klassen, D.M. Allen and D. Kriste " Chemical Indicators of Salt water Intrusion for the Gulf Island", British Columbia , SFU (2014).
- [20] Carreira, Paula M. Jose M. Marques D N "Source of groundwater salinity in coastline aquifers based on environmental isotopes (Portugal): Natural vs. human interference". A review and reinterpretation Appl. Geochemistry 41 163 – 75 (2014).
- [21] Sudaryanto , Wilda Naili "Ratio of Major Ions in Ground water to Determine Salwater Intrusion in Coastal Areas" IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 118(2018)012021.
- [22] Bear J, Cheng A ., Sork S, Ouazar D and Herrera I "Seawater Intrusion in Coastal Aquifers" (1999).

### **Assessment of Water Quality Index (WQI) and Sea Water Intrusion With Ground Water by Using Some Chemical Indicators in Naima Region, Zeleten City, Libya.**

1Naser Aqeei Mousa

2Ibrahim M. Al-assawi

1Libyan Academy for Postgraduate Studies

2 Chemistry Department/ Faculty of science/ Misurata University

#### **Abstract:**

Libya has no rivers or lakes that constitute an important tributary to groundwater. Ground water is withdrawn in large quantities without any scientific studies or legal controls.

The phenomenon of sea water interference is one of the most important environmental effects resulting from the low level of groundwater, and the increase in withdrawal rates in quantities that exceed the amount of natural nutrition. The city of Zeleten is surrounded by several agricultural suburbs, Among the most famous agricultural areas (Addafnia, Naima and Ezdu). As a result of urban and agricultural development, the consumption of groundwater has increased, which is one of the most important sources of water in this region. This increases the possibility of groundwater intrusion with sea water.

This study aims to calculate (evaluate) the Water Quality Index (WQI), as well as to find out the extent of seawater intrusion into groundwater by some chemical indicators that indicate the possibility of groundwater contamination with seawater, i.e, the Simpson ratio, Jones ratio (JR) and calculating the Ca/Mg ratio, in addition to the high concentrations of TDS, EC, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>.

Ten samples were collected from some ground wells in the Naima area. Twelve parameters were estimated i.e: (pH, total dissolved solids TDS, electrical conductivity EC, sodium Na<sup>+</sup>, potassium K<sup>+</sup>, calcium Ca<sup>+2</sup>, magnesium Mg<sup>+2</sup>, chloride Cl<sup>-</sup>, carbonate CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, bicarbonate HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and sulfates SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) in addition to the taste and smell according to standard methods. WQI and some Chemical Indicators such as SR , JR were done. and a statistical analysis of the obtained results was also done.

Most of the obtained concentrations were higher than the permissible limits according to the World Health Organization (WHO) and the Libyan Standard Specifications for Drinking Water LLS, 82: 2015. WQI of the study showed that (70%) is poor water. Most of the samples are likely to be contaminated with sea water, because they gave results indicating that they are polluted in most of the chemical indicators that were studied . When the indicator SR was used , it was found that 90% of the wells were found to be moderately contaminated groundwater. While the JR ratio showed that a percentage of 70% contaminated seawater interferes groundwater , As for the remaining samples , which represent 30% the source of the salts may be the geological formation .

**Key words:** Sea Water Intrusion SWI, Water quality index WQI, Simpson Ratio SR, Naima, Libya.