

تقييم المياه الجوفية بمدينة سوسة في شرق ليبيا لبعض العناصر الثقيلة وايون النترات

www.doi.org/10.62341/gsmf1254

*جمال سعيد درياق، *محمد فتح الله الحاسي

*قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة عمر المختار-ليبيا

jamaldiryag@gmail.com

ملخص

لقد أصبح تقييم إمكانات المياه الجوفية وتقييم جودتها لأغراض الري في الآونة الأخيرة مصدر قلق كبير، وخاصة في البلدان النامية بسبب القيود المختلفة. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم جودة المياه الجوفية وتحديد ما إذا كانت آمنة للاستخدام في الري في مدينة سوسة، ليبيا. لذلك أجريت هذه الدراسة على مياه بعض الآبار الجوفية المستخدمة للري، بهدف معرفة مستويات التلوث المحتمل للمياه الجوفية من العناصر الثقيلة مثل الرصاص والكاديوم والكروم وايون النترات، لتحقيق هذا الهدف تم اختيار عدد خمس ابار عشوائيا من بعض المزارع في ضواحي المدينة، واجريت عليها التحاليل الكيميائية. تم استخدام جهاز الامتصاص الذري لتقدير تركيز العناصر الثقيلة في مياه الآبار الجوفية واستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي عند طول موجي (220-275 نانومتر) لتقدير ايونات النترات.

أوضحت النتائج المتحصل عليها ان تراكيز هذه العناصر في مياه الآبار الجوفية كانت في المتوسط (0.0037، 0.0537، 0.000185)، ملجم/لتر لكل من عناصر الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) والكروم (Cr) على التوالي، بينما كان تركيز ايون النترات (NO₃) في المتوسط (33.61) مجم/ لتر. من النتائج يلاحظ ان مياه البئر رقم (W₀₅) كان الأعلى تركيز في عنصر الرصاص والتي كانت (0.0671) مجم/ لتر في حين كانت مياه البئر رقم (W₀₁) الاقل في تركيز عنصر الرصاص والتي كانت

(0.0481) مجم/لتر، وان مياه البئر رقم (W₀₄) كان الاعلى تركيز في عنصر الكاديوم والتي كانت (0.0043 مجم/ لتر في حين كانت مياه البئر رقم (W₀₂) الاقل في تركيز عنصر الكاديوم والتي كانت (0.0025) مجم/لتر، وكان تركيز عنصر الكروم متقارب جدا في مياه الابار وان التركيز الأعلى في مياه البئر رقم (W₀₃) حيث كان تركيز الكروم (0.000257) مجم/لتر، بينما كان التركيز اقل في مياه البئر رقم (W₀₁) والتي كانت (0.000113) مجم/لتر. اما عن تراكيز ايون النترات فكانت الأعلى في مياه البئر رقم (W₀₅) بتركيز (57.13) مجم/لتر، بينما كانت الأقل في البئر رقم (W₀₃) وبتركيز (3.55) مجم/لتر. وبمقارنة هذه النتائج مع المدى المسموح به من هذه العناصر حسب ما ورد عن منظمة الأغذية والزراعة فان اغلب مياه الآبار الجوفية تعتبر خالية من التلوث من هذه العناصر باستثناء عنصر الرصاص (Pb) حيث كانت بعض الآبار ذات تركيز اعلى من المعدل المسموح بعنصر الرصاص وايون النترات. وذلك يتطلب المتابعة الجيدة لخطورة التلوث بهذه العناصر من خلال التحاليل الدورية لمصادر مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة.

الكلمات الافتتاحية: مياه الري، العناصر الثقيلة، النترات، المياه الجوفية.

Evaluation of groundwater in the city of Sousse in eastern Libya for some heavy metals and nitrate ions

*¹Jamal Saeed Diryag , ²Mohammed Fathallah El-Hasi

^{1,2}Soil and Water Science Department, Agriculture Faculty, Omer Al-Mukhtar University, Libya

jamaldiryag@gmail.com

Abstract

Evaluation of groundwater potential and its quality assessment for irrigation has recently become a major concern, especially in developing countries due to various constraints. The aim of this study is to evaluate the quality of groundwater and establish whether they are safe for irrigation usage in Sousse city, Libya. The aim of the study to evaluating of groundwater polluted with Lead, Cadmium and Chromium metals and nitrates ions. Five water samples were collected from different wells were and analyzed. For understanding the hydro chemical and polluted characteristic with some heavy metal as (Pb, Cd and Cr) respectively, and the suitability for irrigation purposes. Nine parameters were considered for calculating the irrigation water quality indices which are pH , electrical conductivity (EC), ions (cations and anions) such as Calcium, magnesium, potassium sodium, chloride ,bicarbonate, sulphate., in addition to some calculated parameters for as SAR, Adj. SAR, RSC, TDS and pHc, furthermore some heavy metals and nitrates ions were investigated.

The results of polluted with heavy metals and nitrate ion, showed that the most water samples did not exceed the maximum limit according to FAO and Libyan local standard, except W₀₅ exceeding the permissible limit for lead and nitrate ion, and W₀₂ for pb. The results of this study emphasis that routine monitoring of groundwater play a vital role in maintaining its quality and serve as guideline for sustainable management of water quality in region study.

Keywords: irrigation water, heavy metals, nitrate, ground water.

1. المقدمة

تعتمد ليبيا بشكل رئيسي على المياه الجوفية كمصدر للشرب والري، وأدت عمليات الاستنزاف المستمر للمياه الجوفية إلى انخفاض مستويات وارتفاع ملوحتها ومن ثم تدهور نوعيتها خصوصاً في المناطق القريبة من البحر، بالإضافة إلى احتمالية تلوث المياه ببعض العناصر الثقيلة. وتعد ظاهرة تلوث مياه العيون والآبار الجوفية مشكلة تعاني منها مختلف مناطق الجبل الأخضر وذلك لتضاعف نمو حجم السكان وتوسع نشاطها الصناعي والزراعي، مما نتج عنها زيادة الطلب على استخدام المياه وزاد من كميات المياه العادمة والصرف الصحي التي لم تعالج وتسرب عبر الشقوق والفوالق إلى طبقات المياه الجوفية ونتج عند ذلك زيادة مستويات التلوث في المياه الجوفية خاصة القريبة من المراكز السكانية (Al-Rawashdeh, 2012).

يشير مصطلح تلوث المياه (Water Pollution) إلى أي تغيير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه بسبب مباشر أو غير مباشر يؤثر سلباً على الكائنات الحية أو يجعلها غير صالحة للاستخدامات المطلوبة (خفاق وخضير، 2005). وتسبب بعض الأنشطة الزراعية والصناعية في تلوث المياه الجوفية والتي بدورها تتسبب في العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية (سعدى الدهان، 2015). تعرف العناصر الثقيلة بأنها العناصر التي تمتلك وزناً ذرياً مرتفعاً أكبر من "20" وكثافة نوعيه تتجاوز الكثافة النوعية للماء بخمس مرات أو أكثر وأنها سامه لأشكال المياه وليست ضرورية للحفاظ عليها. (حسيب و الجميلي، 2020)، الرصاص من المعادن الثقيلة ورمزه الكيميائي "Pb" اختصار للاسم اللاتيني للرصاص "Plumbum" والرقم الذري "82" بينما وزنه الذري "207.20" وكثافته "11.34" جرام/سم³ ويتواجد بشكل طبيعي في الأرض بقيمة تتراوح "5-50" ميكرو جرام/جرام وفي المياه السطحية بشكل طبيعي وبكميات منخفضة. و الكاديوم أحد العناصر الثقيلة غير الأساسية وقد يحتاجها النبات في عمليات الفسيولوجية الحيوية في أنسجة النبات، ولكن بكميات منخفضة جداً، والرمز الكيميائي لها "Cd" ووزنه الذري "112.411" وكثافته (8.65)

جرام/ سم³، ويسبب تراكمه في الأنسجة المختلفة أضرار في الحياة البرية للكائنات الداخلة في السلسلة الغذائية (Kosma وآخرون، 2004). كذلك الكروم احد العناصر الثقيلة يوجد في القشرة الأرضية بنسبه "1.8-2.1%" في شكل كرومات الحديد "FeCr₂O₄" ويرمز له برمز "Cr" ورقمه الذري 24 وبينما وزنه الذري "51.99" وهو من العناصر الثقيلة قليلة الذوبان في الماء وتيسره للنبات منخفضا، يوجد في الهواء والصخور والتربة والماء والمواد الحيوية (Soni,1990).

أيون النترات (NO_3^-) من الأيونات الشائعة في المياه وارتفاع تركيزها عن الحدود المسموح بها محليا وعالميا 45 مجم/لتر يعتبر ساما للكائنات الحية وينتج عنه حدوث بعض المخاطر الصحية (ديهوم وآخرون، 2016). ولذلك أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم مدى تلوث مياه الابار الجوفية لبعض المزارع في ضواحي مدينة سوسة ببعض العناصر الثقيلة والنترات.

2. مواد وطرائق البحث

بعد التحديد المبدئي لمواقع الآبار المستهدفة في الدراسة التي أخذت بشكل عشوائي، أجريت زيارة ميدانية لتلك الآبار، جمعت العينات خلال الموسم الشتوي "2020. حيث تم أخذ العينات من مياه الآبار خلال فترة الضخ لتمثل الوضع الحالي لمياه الآبار، ووضعت في قوارير بلاستيكية سعة "1.50 لتر" بعد تنظيفها بماء البئر، ووضع رقم البئر والموقع على الفنتينة. نقلت العينات إلى معمل التحاليل بقسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار. حيث أجريت عليها العديد من التحاليل الكيميائية الأولية. بالإضافة إلى المؤشرات الحسابية كما هو موضح في الجداول (01، 02) باستخدام الطرق القياسية (Black وآخرون، 1965).

1.2. تقرير الخواص الكيميائية لمياه الابار الجوفية

قدر الرقم الهيدروجيني للمياه باستخدام جهاز لتقدير الرقم الهيدروجيني باستخدام جهاز "pH-meter" نوع Jenway موديل 3310. معايرة الجهاز باستخدام محاليل منظمة ل pH. قدر محتوى الأملاح الذائبة باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي "EC-meter"

نوع 470 موديل "E/E" معبرا عنها بوحدة "dS/m" عند درجة حرارة المعمل "25 م⁰" ومعايرة الجهاز بمحلول قياسي من كلوريد البوتاسيوم (0.01N KCl).
تم تقدير تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم بطريقة المعايرة باستخدام محلول "0.01 NEDTA" الذي يكون مركبات ثابتة مع أيونات الكالسيوم و الماغنيسيوم في وجود دليل Eriochrome-black-T و دليل الميروكسيد عند تقدير الماغنيسيوم والكالسيوم على التوالي تقدير تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في المياه باستخدام جهاز اللهب الطيفي **Flame photometer** باستخدام المحلول القياسي لكل من الصوديوم والبوتاسيوم. وتقدير الكربونات والبيكربونات بطريقة المعايرة باستخدام حمض الكبريتيك المخفف "0.01 H₂SO₄N" في وجود دليل الفينول نثالينو الميثيل البرتقالي لكل من الكربونات+ والبيكربونات على التوالي. وتقدير أيونات الكلوريد طبقاً لطريقة "Mohr" بمعايرة حجم معلوم من العينة بمحلول قياسي من نترات الفضة "0.005N AgNO₃" في وسط متعادل أو قلوي بوجود دليل مناسب من ثاني كرومات البوتاسيوم.

2.2. تقدير بعض مؤشرات جودة المياه للري حسابياً

تم تقدير بعض مؤشرات جودة مياه الري حسابياً كما هو موضح في الجدول (02) كما يلي:
- الأملاح الذائبة الكلية TDS: حسبت المركبات الصلبة الذائبة الكلية (TDS) من العلاقة التالية:

$$TDS(mg/l) = EC (dS/m) \times 640 \quad (1)$$

- نسبة امتصاص الصوديوم "SAR": بمعرفة تركيز ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم بوحدة "ملي مكافئ / لتر" تم حسابها من العلاقة التالية:
(Richards 1954)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad (2)$$

نسبة إمتصاص الصوديوم المعدلة (Adjusted SAR) يتم حسابها بتطبيق المعادلة التي اقترحها (Ayers and Westcot,1994):

$$\text{AdjSAR} = \text{SAR} \{1 + (8.4 - \text{PHC})\} \quad (3)$$

وتحسب قيمة الاس الهيدروجيني المحسوبة "PHC" باستخدام جداول خاصة. (محمود عبد العزيز خليل، 1998). وتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{PHC} = (\text{Pk}_2 - \text{pK}_c) + P (\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{Palk} \quad (4)$$

حيث إن:

$-\text{Pkc}$ تمثل اللوغاريتم السالب (-log) لثابت ذوبان كربونات الكالسيوم.
 $-\text{Pk}_2$ تمثل اللوغاريتم السالب (-log) لثابت تحلل حامض الكاربونيك الثاني.
 $P (\text{Ca} + \text{Mg})$ تمثل اللوغاريتم السالب لتركيز الكالسيوم و الماغنسيوم في مياه الري.
 $-\text{Palk}$ تمثل اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لكربونات و البيكربونات في مياه الري.

-كربونات الصوديوم المتبقية "RSC": كربونات الصوديوم المتبقية "RSC" يتم حسابها من المعادلة التالية: (Eaton,1950)

$$\text{RSC} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) \text{ meq / l} \quad (5)$$

3.2. تقدير العناصر الثقيلة في مياه الآبار (المياه الجوفية)

تم تقدير تركيز العناصر الثقيلة الرصاص والكاديوم والكروم، (Pb,Cd,Cr) حسب الطريقة المعتمدة من (APHA, 1985)، وذلك بأخذ 50 ملي من المياه ووضع في دورق سعة (100 ملي)، أضيف له (5 مل) من حمض النتريك المركز، ومن ثم سخن الدورق، ثم أضيف (5 مل) من حامض النتريك المركز (للحصول على راسب) ومن ثم أكمل الحجم بالماء المقطر، ويرشح باستخدام المرشح (Filtration Membrane) $(\mu\text{m } 0.20)$ بحيث أصبحت جاهزة لتقدير تركيز العناصر الثقيلة باستخدام جهاز

الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) و تقدير
أيونات النترات NO_3 في مياه الآبار الجوفية باستخدام جهاز Spectrophotometer
عند طول موجي (220، 275 نانومتر). في مختبر مركز البحوث والاستشارات
العلمية التابع لجامعة عمر المختار. نفذت التجربة باستخدام التصميم العشوائي
التام بثلاث مكررات وأجريت عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها
الدراسة بعد جدولتها إحصائياً باستخدام برنامج Gnestat 7، والمقارنة بين المتوسطات
باستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية % 0.5 (Gomez و
Gomez، 1984). هذا البحث ونتائجه مستل من رسالة ماجستير في قسم التربة
والمياه.

جدول(01): الخصائص الكيميائية لمياه الآبار لمدينة سوسة

الصفة ←	pH	EC	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄
رقم البئر ↓	///////	dS/m	meq/l						
W ₀₁	7.79	13.11	7.0	12.40	67.70	0.80	0.19	95.0	7.98
W ₀₂	7.71	7.21	7.93	8.0	54.21	0.82	0.16	56.0	14.81
W ₀₃	8.01	10.17	7.0	12.73	63.07	0.74	0.20	75.0	8.33
W ₀₄	7.37	3.92	8.0	4.40	26.03	0.45	0.19	23.33	15.36
W ₀₅	7.67	5.62	6.83	8.20	9.45	0.26	0.17	38.0	1.57
اقل قيمة	7.37	3.92	6.83	4.40	9.45	0.26	0.16	23.33	1.57
اعلي قيمة	8.01	13.11	8.0	12.73	67.70	0.82	0.20	95.0	15.36
المتوسط	7.71	8.0	7.35	9.14	44.09	0.61	0.18	57.47	9.61

جدول(02): المؤشرات الحسابية لجودة مياه الآبار الجوفية

الصفة ←	TDS	SAR	RSC	Adj SAR	PHc
رقم البئر ↓	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	/////////
W ₀₁	10488	22.0	-19.59	26.42	8.20
W ₀₂	5768	19.23	-16.03	19.23	8.40
W ₀₃	8136	20.09	-19.94	24.11	8.20
W ₀₄	2510	10.48	-12.59	10.48	8.40
W ₀₅	4496	3.45	-15.20	3.91	8.20

8.20	3.91	-19.94	3.45	2510	اقل قيمة
8.40	26.42	-12.59	22.0	10488	اعلي قيمة
8.28	16.83	-16.70	15.05	6280	المتوسط

3. النتائج والمناقشة

1.1. تركيز عنصر الرصاص في المياه الآبار الجوفية

أظهرت النتائج المتحصل عليها في الجدول (3) وجود تلوث مياه الآبار الجوفية بعنصر الرصاص. حيث كان تركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية في المدى "0.048-0.0671" مجم/لتر بمتوسط عام قدره "0.0537" ملجم/لتر حيث كان أقل قيمه لتركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية في البئر رقم "W01" بينما كانت أعلى قيمه لتركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم "W05" من خلال هذه النتائج يلاحظ أن تركيز عنصر الرصاص في مياه بعض الآبار الجوفية تجاوز الحدود المسموح بها في مياه الري وذلك حسب تصنيف منظمة الأغذية و الزراعة (FAO، 1994) والتي أشارت أن الحد المسموح به لعنصر الرصاص في مياه الري يجب أن لا يزيد "0.05" ملجم/لتر حسب ما ذكره Naser و Abdlateef (2021)، بالاستعانة بما ذكرته منظمة الأغذية والزراعة (FAO، 1994). ولكنها تعتبر أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات الليبية والتي أشارت إلى أن الحد الأقصى للرصاص في المياه الجوفية لا تزيد عن "0.095" ملجم/لتر (محمد ابوروي، 2018) وكذلك ما أشارت إليه منظمة الصحة العالمية (WHO, 2005) بأن أعلى مستوي مقبول أو مسموح به لعنصر الرصاص في المياه الجوفية "0.05" ملجم/لتر. (Musa وآخرون، 2013). والتلوث بعنصر الرصاص ربما يعود إلى تداخل مياه الصرف الصحي أو استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية بكميات غير محددة.

2.3. تركيز عنصر الكاديوم في الآبار الجوفية

أوضحت النتائج المدونة في الجدول (3) وجود تلوث بمياه البار الجوفية بهذا العنصر حيث كان تركيز عنصر الكاديوم في مياه الآبار الجوفية في المدى "0.0025-0.0043 ملجم/لتر بمتوسط عام "0.0037 ملجم/لتر بحيث كان أقل تركيز له في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم "W₀₂" بينما كانت أعلى قيمة لتركيز الكاديوم في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم "W₀₄" و بالنظر الي قيمة تركيز الكاديوم في مياه الآبار الجوفية حيث كان متوسط العام له "0.0037 ملجم/لتر وبالرجوع لتصنيف الوارد علي منظمة الاغذية و الزراعة (FAO، 1994) فإن تركيز الكاديوم في مياه الآبار الجوفية يقع في المدى المسموح به، حيث أشارت أن الحد المسموح به لتركيز الكاديوم في المياه عموما و مياه الري يجب أن لا يزيد عن "0.05 ملجم/لتر وكذلك أشارت منظمة الصحة العالمية (WHO، 2005) يجب أن لا يزيد العنصر تركيز الكاديوم في المياه عن "0.03 ملجم/لتر، وأشارت منظمة الاغذية والزراعة (FAO، 1985) بأن تركيز عنصر الكاديوم في مياه الري يجب ألا يزيد عن "0.01 ميكروجرام/جرام، وأشارت المواصفات المحلية الليبية أن تركيز الكاديوم في المياه الجوفية يجب ان لا يزيد "0.010 ملجم/لتر (محمد بوراوي، 2018).

3.3. تركيز عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية

أظهرت نتائج متحصل عليها في الجدول (03) وجود تلوث لمياه الآبار الجوفية بعنصر الكروم ولكن بتركيزات منخفضة جدا ويرجع ذلك لمصادر الأساسية أو طبيعية لعنصر الكروم وقد يتراوح في تركيز عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية في المدى "0.00011-0.000287 ملجم/لتر لمتوسط عام قدره "0.000185 ملجم/لتر وكان تركيز العنصر في جميع مياه الآبار الجوفية متقاربة جدا، من خلال قيم تركيز عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية يمكن ملاحظة أن تركيز عنصر الكروم منخفض جدا وأقل من الحدود المسموح بها حيث أشار Ngweme و آخرون، (2020)، نقلا عن تصنيف منظمة الأغذية و الزراعة (1985) إن تركيب عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية ومياه الري يجب أن لا يزيد عن "0.1 ملجم/لتر وحسب المواصفات المحلية

الليبية فأن تركيز الكروم في المياه الجوفية بحيث أن لا يزيد عن "0.0005" ملجم/لتر (محمد ابوراوي، 2018).

4.3. تلوث مياه الآبار الجوفية بالنترات

أوضحت النتائج في الجدول (3) وجود تلوث في مياه الآبار الجوفية بأيون النترات NO_3 في مياه الآبار الجوفية، وإن تركيز ايون النترات في مياه هذه الآبار كان في المدى المسموح به الذي لا يشكل خطر على صحة الإنسان. عدا مياه البئر رقم (W05) حيث تركيز النترات اعلى من المدى المقبول وكانت قيمته (57.13) ملجم/ لتر. مما يدل على تلوث مياه هذا البئر بالنترات وقد أشارت منظمة الأغذية والزراعة، (FAO,1994) أن الحد المسموح به لتركيز لأيون النترات في مياه الري يجب ألا يزيد عن 45.0 ملجم/لتر.

جدول (3): تركيز العناصر الثقيلة وايون النترات في مياه الابار الجوفية(ملجم/لتر)

رقم البئر	الرصاص	الكاديوم	الكروم	ايون النترات
W01	0.0481	0.0041	0.000113	39.13
W02	0.0519	0.0025	0.000185	35.54
W03	0.050	0.0038	0.000287	3.55
W04	0.051	0.0043	0.000138	32.70
W05	0.067	0.0038	0.00020	57.13
القيمة الاصغر	0.048	0.0025	0.000113	3.55
القيمة الاكبر	0.0671	0.0043	0.000287	57.13
المتوسط	0.0537	0.0037	0.000185	33.61
قيم وحدود منظمة ال FAO (1994)	اقل من 0.05	0.005	0.10	45.0

من خلال النتائج في الجدول (01)، يتضح أن قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار (pHiw) قد تراوحت بين (7.37-8.01) بمتوسط عام (7.71)، حيث كانت أقل قيمة للبئر رقم (W04) وأعلى قيمة للبئر رقم (W03). إن الانخفاض والارتفاع في قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار، يحدث بشكل طبيعي ويعود ذلك غالباً إلى حركة المياه الجوفية واختلاطها مع نوعيات مختلفة من المياه ومرورها عبر طبقات صخرية مختلفة.

(الحديثي و العسافي، 2010). وهي تصنف إلى المياه قلووية خفيفة. ومن الجدول يتضح أن كل القيم تقع في المدى المقبول والذي أشارت له منظمة الاغذية والزراعة، (Ayers و Westcott، 1995). وكذلك فان هذه المياه ذات ملوحة متوسطة الى مرتفعة جدا حسب تصنيف منظمة الاغذية والزراعة (FAO، 1994). حيث كانت قيم درجة التوصيل الكهربائي في المدى (0.392-13.11 dS/m) بمتوسط (8.0dS/m). وربما يعود الارتفاع في ملوحة هذه المياه الى قربها من سطح البحر لان مدينة سوسة مدينة ساحلية ويوجد احتمال لتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية أو ربما الى التركيب الكيميائي للمياه حيث يلاحظ وجود ارتفاع في تركيز بعض الأملاح مثل الكلوريد والذي كان تركيزه في المتوسط (57.47 mg/l) والصوديوم في المتوسط (44.09 mg/l). مما يؤدي الى ارتفاع درجة التوصيل الكهربائي في المياه مياه الآبار ذات التركيزات العالية من هذه الايونات مثل مياه البئر رقم (W₀₄) والتي وصل تركيز ايونات الكلوريد (23.33mg/l) ومياه البئر رقم (W₀₁) والتي كان تركيز الصوديوم (67.70 mg/l). وتعتبر مياه غير صالحة للري او تستعمل للنباتات التي تتحمل الملوحة العالية. وهي تجاوزت الحدود المحلية والعالمية المسموح بها للري (حلب وآخرون، 2021). وكذلك أوضحت النتائج في الجدول (3) وجود ارتفاع نسبي في تركيز عنصر الرصاص وتركيز ايون النترات والذي ربما يعود إلى وقوع هذه الآبار داخل مراكز لتجمعات السكانية التي تقتصر إلى معالجة المياه العادمة وكذلك قرب مواقع مكبات القمامة من هذه الآبار، حيث تتحلل النفايات الصلبة ومن ثم وصولها إلى المياه الجوفية عبر الفواصل والشقوق . كما أن الإهمال في حماية الآبار في هذه المناطق وعدم الالتزام الكامل بالمعايير عند عملية تبطين الآبار إلى ما يزيد عن 30 متر على الأقل وبالتالي تتسرب المياه العادمة السطحية بسهولة إلى مصادر تغذية المياه الجوفية لهذه الآبار مما يلوثها تماماً، وهذه المشكلة تتكرر في كثير من الآبار داخل المدن وذلك راجع إلى عدم الالتزام بشروط السلامة البيئية. وتتسبب بعض النشاطات الزراعية والصناعية في تلوث المياه الجوفية والتي بدورها تتسبب في العديد من التغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية كاستعمال المبيدات الحشرية

والأسمدة وعمليات تغسيل التربة إلى ظهور العديد من الملوثات مثل المبيدات السامة والأملاح الذائبة غير المرغوب فيها والعناصر الثقيلة (Vaishaly و آخرون، 2015).

الخلاصة

مما سبق يتضح ان مياه الابار عموما ذات تركيزات مقبولة من العناصر الثقيلة والنترات عدا بعض الابار، وان مياه بعض الابار ذات ملوحة عالية والذي يعود غالبا الى قربها من سطح البحر مما يشير الى احتمال تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية، ولذلك يتوجب المتابعة الدورية لجودة المياه للري.

الاستنتاجات والتوصيات

من خلال النتائج المتحصل عليها يتضح الاتي:

- ان بعض عينات مياه الابار ذات ملوحة عالية جدا.
- اغلب عينات المياه الابار ذات تركيزات مقبول من العناصر الثقيلة وايون النترات ماعدا عينات مياه البئر رقم (02 و 05).
- يجب الاهتمام بمتابعة مياه الصرف الصحي والحرص على عدم تداخلها مع المياه الجوفية.
- الاتجاه نحو استخدام الأسمدة العضوية والابتعاد عن استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات
- النتائج المتحصل عليها تعتبر مؤشر فقط وتوصى بأجراء المزيد من الدراسات على عدد أكبر من الابار وتوسيع منطقة الدراسة.

المراجع

- أبوروي، محمد علي. (2018). تقدير بعض العناصر الثقيلة في مياه الآبار الجوفية بمنطقة أزدو- زليتن ومدى تأثيرها بحيرة الصرف الصحي عليها. مجلة التربية - كلية التربية - الجامعة الأسمرية الإسلامية. (4):91-93.
- الدهان، سعدى. (2015). كتاب مبادئ علم الارض. مطبوعات جامعة الكوفة-الفصل الثالث-المعادن والمياه 165.

الحديثي، باس خضير والعسافي، رعد بانغ(2010)، دراسة نوعية المياه الجوفية لأبار مختارة من محافظة الأنبار ومدى صلاحيتها للأغراض الزراعية. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 14(2): 99-108.

حلب، اكرم عريبي و الضاوي عبدالرحمن والحصائري، ازهار مصطفى. (2021). تقييم جودة مياه الابار السطحية بمدينة زوارة -ليبيا. المؤتمر الهندسي الثالث لنقابة المهن الهندسية (14-15/12/2021)- الزاوية - ليبيا.

خفاق، على خضر وكاظم شعبان. (2005). الطاقة والتلوث. الأردن. دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة. الطبعة الاولى. ص58.

خليل، محمود عبد العزيز. (1998). العلاقات المائية ونظم الري (الأراضي الرملية - الزراعات المحمية -محاصيل الخضر). منشأة المعارف-الاسكندرية-مصر.

ديهوم، حسين رمضان، رفيدة، عبد السلام إبراهيم وشيت، عمر طاهر. (2016). إزالة النترات من مياه الآبار الملوثة بمدينة زلتين باستخدام مفاعل الدنترة الحيوي. ICCPGE797-804.

Abdulateef, A. A., & Naser, K. M. (2021). A study of Irrigation Water Pollution By Some Heavy Metals in Baghdad Governorate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012091). IOP Publishing.

Al-Rawashdeh.Z.(2012).The problem of ground water pollution in aljabelAlakhdarReyion. Libyan agriculture Research Center Journal international 3(S2):- 1369-1415.

APHA (1985) "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water" 16th ed., U.S.A Banat, K.M.; Al-Rawi,(1981). Heavy metal.

Ayers. R. S.& D. W. Westcot. (1994). Water quality for Agriculture. FAO. Irrigation & Drainage paper 29. ReV1.Rome-Italy. 178pp.

Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., &Clark, F.E. (1965). Methods of soil analysis. Part(1) and part(2) physical and Mineralogical Properties, Including

- Statistics of Measurement and Sampling. American Society of Agronomy. Inc., USA.
- Eaton, F. M. (1950).** Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil science*, 69(2), 123-134.
- FAO.(1985).** The Use of saline Water for crop production Irrigation and Drainage Paper 48. Rome. Italy.
- FAO.(1994).** Water quality for agriculture irrigation and drainage Paper 29, Rev. 1. Rome. 174pp.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984).** *Statistical procedures for agricultural research*. John wiley & sons. J. Agril. Res. 50(3): 357- 364.
- Kosma, D. K., Long, J. A., & Ebbs, S. D. (2004).** Cadmium bioaccumulation in yellow foxtail (*Setaria glauca* LP Beauv): Impact on seed head morphology. *American Journal of Undergraduate Research*, 3(1), 9-14.
- Ngweme, G. N., Atibu, E. K., Al Salah, D. M. M., Muanamoki, P. M., Kiyombo, G. M., Mulaji, C. K., & Poté, J. W. (2020).** Heavy metal concentration in irrigation water, soil and dietary risk assessment of *Amaranthus viridis* grown in peri-urban areas in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Watershed Ecology and the Environment*, 2, 16-24.
- Richard, L. A. (1954).** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, USDA, Handbook, No. 60, pp 69-82.
- Soni.R.(1990).** The chemistry of lead and cadmium in soil solid phase formation. *Soil.Sci. Am.J.(9):-* 851-856.
- Vaishaly, A. G., Mathew, B. B., & Krishnamurthy, N. B.(2015).** Health effects caused by metal contaminated ground water. *Int J Adv. Sci Res*, 1(2), 60-64.