LJEEST

ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/2gaxpf06

تقدير الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا جمهورية تشاد

عبدالله جباره*[1]، جلال فضل محمد[1]، مدينة كومي[2]، محمد بحر الدين حسين[3]، صلاح الدين حميدة[4]، عوض سالم [5]، عائشة وادي[6]

ARTICLE INFO

Vol. 7 No. 3 Dec., 2025

Pages (A 1-9)

Article history:
Revised form 13 September 2025
Accepted 29 September 2025

Authors affiliatio
[1]Department of chemistry, higher Institute for teaching training, Abshi-T-chad
[1,3]Department of Chemistry, Faculty of Education, University of Dalanj, Dalanj,53312 Sudan
[4,5]Department of Chemistry, Faculty of Education, West Kordofan University, El-Nuhud, 55511, Sudan
[3,6]Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Kordofan, Elobeid, Sudan
Wadgobara35@gmail.com

Keywords:

Physicochemical Properties, Groundwater, Wadi fira, Atomic Absorption, Chad

الملخص

المياه الجوفية هي المصدر الرئيس للشرب في ولاية وادي فيرا، جمهورية، تشاد. أُختيرت هذه الولاية كمنطقة دراسة بسبب عدم وجود أدلة بحثية في الماضي. هدفت الدراسة الى تقدير الخواص الفيزيوكيميائية لمياه الشرب من الآبار الجوفية بولاية وداي فيرا ومقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية والتشادية. جُمعت عينات المياه في نوفمبر 2024 لعدد (35) بئراً من مناطق محددة باستخدام GPS ، حُددت مواقع إحداثيات الآبار علي خارطة التوزيع المكاني لها داخل المدينة وتعبئتها في زجاجة البولي إيثيلين وثم حُزنت بعناية. حللت العينات باستخدام مطياف الامتصاص الذري (AAS)، مقياس الأس الهيدوجيني، مقياس الموصلية الكهربية، جهاز قياس العكورة، طرق المعايرة و جهاز مطياف اللهب. تم قياس البرامترت التالية مثل: الرقم الهيدروجيني، الموصلية الإلكهربية (E.C)، الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، والعكارة (NTU)، طرق المعايرة وجهاز مطياف الكتلة تم التحليل في المعمل القومي للمياه ببمدينة إنجمينا. وبعض الكاتيونات مثل: $(Fe^{2+}Ca^{2+}, K^{+}, Mg^{2+}, Na^{+})$ الأنيونات مثل$(NO3^{-2}, SO_4^{2-}, Cl^{-}, F^{-})$. أظهرت النتائج أن تركيز ايون الهيدروجين في الماء يتراوح بين (6.65-8.20)، الموصلية الكهربية (EC)، في المدى (111.8-1977) ملغم ثانية/سم، ماعدا العينات (S10-S23) اظهرت (4440.0-4650) على التوالي، هذا التركيز أعلى من المسموح به لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية، العكارة (0.0-35) NTU، ما عدا العينات (S6,S7,S21) اظهرت تراكيز (117.0,50.2,12.8) بالترتيب، هذه القيم ضمن ارشادات منظمة الصحة العالمية ولكنها اعلى من المصدق به للمعايير المحلية لدولة تشاد (5 ≤)، الاملاح الكلية الصلبة (56.6-924.8) ملغم/لتر ماعدا تراكيز العينات (S19,S26) أظهرت تركيز (2227.6-2334.6) هذا القيم اعلى من المسموح به. Na^{+} (1.4-44.0) ملغم/لتر، K^{+} (1.5-8.9) ملغم/لتر، ماعدا العينات (S16, S26) اظهرت تراكيز (24.3,64.0) على التوالي، هذه القيم اعلى من منظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية، Ca^{2+} في المدى (32.0-200) انها ضمن الحد الموصي به ماعدا العينات (S10 S18,S19,S26 and S32) اظهرت تراكيز280.0 and 240,216,376.0,394.0) على التوالي، هي اعلى من الحد المسموح به للمعايير التشادية (200 ≤). Fe^{+2} (0.0-02) ملغم/ لتر، هي ضمن المدى المسموح به. (0.0-1.2) NH_4^{+} ملغم/ لتر، ماعدا العينات (S6, S21)اظهرت تراكيز (3.5,2.6) على التوالي، اعلى من المدى المسموح به للمعايير المحلية التشادية (1,5 ≤). F^{-} (0.0-1.4) ملغم / لتر، Cl^{-} (3.0-1800) ملغم/ لتر، نتائج الكلوريد والفلوريد تقع ضمن الحد الموصى به. $NO3^{-}$ (0.0-0.344) ملغم/ لتر، ماعدا العينة S19 اظهرت تركيز 53.4 هو أعلى من الحد المسموح به. SO_4^{-2} (1.0 – 116.0) ملغم/ لتر، تقع ضمن الحد المسموح به. معظم العينات تحتوي على درجة حموضة وقيم الكلية للأملاح الذائبة ضمن نطاق إرشادات جودة مياه الشرب الصادرة عن منظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية التشادية، باستثناء بعض العينات التي احتوت (موصلية كهربية، املاح ذائبة كلية، ايون البوتاسيوم، الأمونيا والنترات) اعلى من الحد المسموح به، من خلال المقارنة نخلص الى ان غالبية المصادر صالحة للاستخدام والبعض منها يحتاج الى معالجة. توصي الدراسة المسؤولين بإلزام المنظمات والهيئات بإجراء دارسة شاملة لعينات المياه قبل حفر الآبار.

Evaluation of Physicochemical Properties in Drinking Ground Water in Wadi Fira State, Republic of Chad

Abdalla Gobara[*1], Djalal Fadoul[1],Madena Komi[3],Mohammed Bahreldin[4], Slaheldeen Homida[5], Awad Salim[6], Asha wady [7]*

Ground water are main sources of drinking in Wadi Fira, Chad, this state was chosen as study area due to the lack of research evidences in the past. The study aimed to evaluate some physicochemical properties of ground water comparing with world health organization and local standards in Chad. Water samples were collected from (35 wells) in different locations of the city by using GPS to locate the coordinates of wells in November 2024, and packaged in polyethylene bottles and carefully stored. The samples were analysed using an Atomic Absorption Spectrometer (AAS), pH Meter, Conductivity meter (E.C), Turbidity

meter, EDTA titrimetric methods, flame photometric, the analyses were carried out in national water laboratory, Ndjamena. the following parameters such as: $pH\ meter$, Electrical Conductivity (E.C), Turbidity, Total Hardness (T.H), Total Dissolved Salt (T.D.S), and total alkalinity (TA), cations, (Na^+, Mg^{2+}, K^+, Ca^{2+}, Fe^{2+}) and some anions such as: (F^-, CI^-, SO_4^{2-}, NO_3^-). The results showed that, pH were in the range (6.65-8.20), Electrical Conductivity (E.C), (111.8-1977) µs/cm, except, sample (S10-S23) were found in the range (4440.0-4650) respectively, these values were higher than guidelines of WHO and OMS, turbidity ranges between (0.0-35) NTU except, samples (S6,S7,S21) were found in the range (117.0,50.2,12.8) respectively, within permissible values WHO, but higher than approved level OMS (≤ 5),Total Dissolved Salt (T.D.S) range between (56.6-924.8) mg/L except samples (S19,S26) showed (2227.6-2334.6) respectively, which their recorded values were higher than permitted standard, Na^+ (1.4-44.0) mg/L, K+, (1.5-8.9) mg/L except, samples (S16, S26) were found (24.3,64.0) higher than the acceptable limit to OMS and WHO, Mg^{2+} (4.9-38.9) mg/L Concentrations of Magnesium all the samples were within allowed range, Ca^{2+} (32.0-200) mg/L Concentrations of Calcium were within approved range with the exception (S10,S18,S19,S26 and S32) were found (240,216,376.0,394.0 and 280.0) consecutively, were higher than suggested range in OMS (≤ 200), Fe^{2+} (0.0-02) mg /L, NH_4^+ (0.0-1.2) mg/L, except samples (S6,S21) were found (3.5,2.6) were higher than suggested range in OMS (≤ 1,5), F-(0.0-1.4) mg/L, Cl^- (3.0-1800) mg/L all samples was within allowed range, NO_3^- (0.0-0.344) mg/L except S19 was found 53.4 was higher than permissible value, SO_4^{2-} (1.0-160.0) mg/L, most samples had pH and total solubility values of salt within permissible limits according to drinking water quality guidelines of WHO and OMS, with exception some samples content (Electrical conductivity, Total dissolve solid, potassium ion concentration, ammonium concertation and nitrate) were higher in than the allowed limit of Chad Standards and World Health Organization. From the comparison we conclude that most of the sources are with safe for drinking, some need treatments. Further studies should be conducted to determine the concentrations of heavy metals contamination in the study areas. The study recommends that, officials should obligate the organizations and corodies conducing comprehensive investigation before digging wells.

© 2025
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

المقدمة

قال تعالى:(وجعلنا من الماء كل شيء حى أفلا يؤمنون). (سورة الانبياء الآية 30). المياه شريان الحياة وبدونها لانستطيع العيش كما أنها عنصر مهم لحياة الحيوان والنبات، وتتعرض المياه فى وقتنا الحاضر لعدد من الأخطار كالتلوث والإستنزاف والتملح مما يحتم على الشعوب ضرورة الإهتمام بها وترشيد إستهلاكها والعمل على تنميتها والحفاظ على مصادرها ومواردها.

الماء هو مركب كيميائي مكون من ذرتي هيدروجين وذرة من الأكسجين ينتشر على الأرض بأشكاله المختلفة، السائل والصلب والغاز، والشكل السائل منه يكون شفافا بلا لون، ولا طعم ولارائحة، كما أن 74% من سطح الأرض مغطى بالماء، يعتبر العلماء الماء أساس الحياة على أى كوكب، (الكايد، 2013). مركب كيميائى له الصيغة H_2O، الماء هو السائل الأكثر وفرة لديه بعض الخصائص غير العادية التي تميزة عن بقية السوائل، على سبيل المثال.له كثافة اعلى من الجليد ونقاط زوبانه وغليانه مرتفعة بالمقارنة هيدريدات المجمة 6B الاخرى هذه الخصائص يمكن فهمها بسهوله من حيث السالبية الكهربية لذرة الاوكسجين، جزئي الماء له بنية زاوية وكذلك مستقطب بسب السالبية العالية لذرة الاوكسجين (Liptrot, 1983). يشير توزيع المياه في العالم الى ان 2.5% و 97.5% فقط يشكلان مياه عذبة و مالحة على التوالي. 2.5% من المياه العذبة والمياه السطحية والجوفية في العالم لها تمثيلات 0.4٪ و31.1% على التوالي (Gleick, *et al*, 1996) .

المياه الجوفية هي المصدر الرئيس للشرب في مدينة بلتن حاضرة إقليم وادي فيرا – تشاد. كذلك تعد من أكثر الموارد الطبيعية المستخدمة للأنشطة البشرية كالإستخدامات المنزلية والصناعية والبناء والري(انتصار، 2007). تحد المنطقة من إقليم بركو وإقليم إنيدى شرقية، وإنيدى الشمالية. والسودان من الشرق، وولاية وداى من الجنوب، وإقليم البطحة من الغرب. تتميز التضاريس بالسافنا، التي تدمج في الصحراء الكبرى في الشمال وترتفع الى الشرق. ومن المشكلات المرتبطة بمياه الشرب تلوث المياه الجوفية والسطحية بالملوثات الكيميائية والبيولوجية، لمنطقة بلتن التي تحيطها الجبال وأراضيها مسطحة، وأجزاء منها وديان مجروفة تجرى في موسم الخريف فقط بالاضافة الى الانشطة البشرية التي قد تجعلها غير صالح للاستخدام الآدمي (العبدلي وأخرون، 2020). وخاصة ان سكان مناطق الجبال يعانون من شح المياه الجوفية بسبب جفافها وعمقها، حيث يصل عمق هذه الابار في حدود (10–40متر). المياه الجوفية المستخدمة في الشرب تلاحظ تغير لون الأسنان وتضع بقع حمراء، قد تكون نتيجة لوجود مواد كيميائية و أيضا تؤثر في الصحة وخاصة الكلى وتسبب إلتهابات المعدة والإمعاء والسرطان والتيفوئيد والملاريا الحادة. لم تكن معروفة من ذي قبل انها ناتجة من زيادة العناصر الكيميائية المسموح بها، إلا بعد ظهوربحوث بعض المنظمات العاملة في مجال المياه والابحاث و التقارير المحدودة التي توفرت عند حفر الآبار بالمضخات، وتوفير الخزانات لحفاظ المياه السطحية في شتى أنحاء الولاية. وبناء على ما سبق اجريت هذه الدراسة بهدف تقدير بعض الخصائص الفيزوكيميائية لعدد 35 بئراً جوفية لتحديد مدى ملائمتها للشرب في ولاية وادي فيرا-جمهورية تشاد ومقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية التشادية.

شكل رقم (1): خريطة ولاية وادي فيرا–تشاد

المواد والطرق

جمع العينات:

جُمعت العينات بشكل عشوائي في محاولة لتغطية اغلب منطقة الدراسة لولاية وادى فيرا، وبإستخدام جهاز (GPS) تم تحديد إحداثيات كل بئر بغرض إسقاطها على الخريطة حيث تم تحديد عدد 35 بئر جوفية، من جميع الإتجاهات في ولاية وادي فيرا.

تحضير العينات:

تم جمع تكرارات من كل عينة في اوعية من البلاستيك سعة 350 مل، وبشكل روتيني أثبتت الطريقة القياسية في أخذ العينات من المصدر حيث يتم ملء العينة وطرد الهواء بداخل العبوة واحكام إغلاقها بعد غسيل الوعاء ثلاثة مرات من نفس المصدر وتم جمع العينات بمعدل 5–7عينة يوميا حتى يتم تغطية 35 موقع في الفترة، والتأكد بشكل مستمر على كتابة المعلومات والبيانات مثل رقم العينة، الموقع، تاريخ اخذ العينة. وبعض البيانات مثل عمق البئر من خلال توجيه السؤال مباشرة الى صاحب البئر ومن ثم نقلها إلى المعمل مباشرة في صندوق حفظ العينات. حيث اجريت القياسات على البارامترات الاتية. تركيز الأس الهيدوجيني، الموصلية الكهربية، الاملاح الكلية الذائبة، العكورة. بالإضافة الى عدد من الكاتيونات مثل: $(Fe^{2+}, Ca^{2+}, K^{+}, Mg^{2+}, Na^{+})$ الأنيونات و مثل: $(NO3^{-2}, SO_4^{2-}, Cl^{-}, F^{-})$.تم تحليل جميع عينات المياه الجوفية لتحديد تركيز الحديد، وتم تحليل العينات بإستخدم جهاز مطياف الامتصاص الذري. وكما هو موضح في الجدول (1). حيث تم قياس البارامترات بإستخدام الاجهزة، مقياس الأس الهيدوجيني، مقياس الموصلية الكهربية، جهاز قياس العكورة، طرق المعايرة و جهاز مطياف اللهب.

النتائج والمناقشة

جمعت (35) عينة من المياه الجوفية عشوائيا من مختلف الآبار الجوفيه فى ولاية وادي فيرا بجمهورية تشاد في العام 2024م، تم تحليلها لمعرفة مدى صلاحيتها للشرب ومقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية و المعايير المحلية التشادية. الجدول أدناه يوضح كود العينة، مكان أخذ العينة، الولاية، تاريخ أخذ العينة بالإضافة الى نظام إحداثيات تحديد المواقع (GPS) عمق الابار يتراوح بين (10 الى 40 متر) المصدر هم ملاك الآبار.

جدول رقم (1): يوضح التوزيع المكاني لمواقع 35 بئرا التي تم اختبارها والاحداثيات لكل منها داخل المدينة:

كود العينة	مكان العينة	تاريخ أخذ العينة	GPS Coordinates	كود العينة	مكان العينة	تاريخ أخذ العينة	GPS Coordintes
S1	متاجنا Matadjana	2024/11/29	Lon: 21.343929052 La: 15.10109056	S19	كوربى Kourbi	2024/12/01	Lon: 21,01767 La: 14,34241
S2	أرادة Arada	2024/11/29	Lon: 20,393289428 La: 15,18560556	S20	مقوم Moungoum	2024/11/01	Lon: 20,99705 La: 14,36364
S3	كوشن Kouchan	2024/11/30	Lon: 20,85753 La: 14,64835	S21	أوفن Oufoun	2024/11/01	Lon: 20,96192 La: 14,43707
S4	سلام عليك Salam A leik	2024/11/30	Lon: 20,93998 La: 14,75584	S22	لنقر1 Langar 1	2024/12/02	Lon: 20,87249 La: 14,5682
S5	أب جرتى Abdjarti	2024/11/30	Lon: 20,9599 La: 14,72993	S23	لنقر2 Langar 2	2024/12/02	Lon: 20,89375 La: 14,55177
S6	ورقص أب نبك wirguis Abrat	2024/11//30	Lon: 20,95768 Ln: 14,64737	S24	كوشن غرب Kouchan Kharb	2024/11/30	Lon: 20,85184 La: 14,64469
S7	دالون Dolan	2024/11/30	Lon: 20,94231 La: 14,56594	S25	بوبوك Bobok	2024/12/02	Lon: 20,92744 La: 14,5246
S8	إريبا iriba	2024/11/29	Lon: 22,152158812 La: 15,73617364	S26	قمرا جاسبو Gamara	2024/12/02	Lon: 20,89969 La:14,41816
S9	قريضة Guereda	2024/11/29	Lonj: 22,5296916 La: 14,30246078	S27	بئر احمد Bir Ahmat	2024/12/02	Lon: 20,91553 La: 1451477
S10	بنتر Bantar	2024/11/03	Lon: 21,24183 La: 14,60981	S28	صبو 2 Sobou 2	2024/11/29	Lon: 20,90783 La: 14,54561
S11	كسارا Kassara	2024/11/30	Lon: 21,23212 La: 14,55922	S29	صبو1 Sabou 1	2024/11/29	Lon: 20,90095 La: 14,54636
S12	تينا Tine	2024/11/05	Lon: 22,810742 La: 15,031356	S30	بئر دبنقا Bir Dabanga	2024/11/29	Lon: 20,91985 La: 14,53697
S13	توس Towse	2024/11/30	20,98949 La: 14,51743	S31	بئر سنتر Centre	2024/11/30	Lon: 20,92596 La: 53534
S14	دكير Diker	2024/11/03	Lon: 21,07593 La: 14,44148	S32	بئر محمد عبد الله Bir Mahamat	2024/11/30	Lon: 20,92828 La: 14,53474
S15	أم زوير Azouhar	2024/11/30	21,233643118 Lon: La: 13,991812	S33	بئريعقوب إسحاق Bir yacoub isskha	2024/11/29	Lon: 20,93225 La: 14,52447
S16	مونكيل Mounkil	2024/11/28	Lon: 2097166 La: 14,26986	S34	بئرعلى حسين BirAli Hissie	2024/11/29	Lon: 20,92207 La: 14,51137
S17	دقن Douguin	2024/11/29	Lon: 20,92094 La: 14,33432	S35	بئر حسن عليو Alio Bir Hassan	2024/11/03	Lon: 20,93041 La: 14,52483
S18	غراى Gouray	2024/11/01	Lon: 21,0752 La: 14,36931	(المصدر :عمل الباحث خلال نوفمبر– ديسمبر 2024م)			

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب الجوفية في ولاية وادي فيرا:

يوضح الجدول رقم (2) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة متمثلة في درجة الحموضة بإستخدام (pH meter). والموصلية الكهربية بواسطة جهاز الموصلية (E.C conductivity) وقياس تركيز الاملاح الكلية الذائبة، (TDS)، العكارة. بالإضافة الى (الكاتيونات والأنيونات). قياس تركيز ايون الهيدروجين في الماء (pH): يعبر عن تركيز درجة الحموضة بالاضافة الى معلومات عن هامة عن التوازن الجيوكيميائى، تراوحت قيم ال (pH) لعينات المنطقة المدروسة للولاية بين (6.65 الى8.20). كما في الجدول (2). وهذا يعكس ميول المياه الجوفية بإتجاه الحموضة ولكنها ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب الجوفية حسب

المواصفات لمنظمة الصحة العالمية المعايير المحلية التشادية. الأملاح الذائبة الكلية لها علاقة مباشرة بالموصلية الكهربية، تتكون الاملاح الكلية الذائبة بشكل رئيس من الكربونات، البيكربونات و الكلوريدات، الفوسفات، نترات الكالسيوم، المغنيسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، المنجنيز، المواد العضوية، الاملاح و الجسيمات الاخرى. الموصلية الكهربية (EC) وكمية الأملاح الكلية الذائبة (TDS): تعكس الموصلية الكهربية للمياه محتواها من الأملاح المنحلة (TDS) والتي ترشح للمياه الجوفية بفعل عمليات الغسل وذوبان الأملاح التي تحتويها الصخور والتربة. تراوحت قيم الموصلية الكهربية المتوسطة بين (111.8 –1977) عدا عينات الآبار (S10،S23) اظهرت قيم مرتفعة (4440.0،4650.0) لعينات الآبار (S26،S19) على التوالي. وهذا يتناسب مع اعلى قيمة لتركيز الأملاح المنحلة (1120.0،2227.6) لعينات الآبار (S26،S19) على التوالي. هذه النتائج تطابق معيار منظمة الصحة العالمية والمعايير التشادية. توافق الدراسة التي اجراها (عبد العزيز واخرون، 2019).

جدول رقم (2): يوضح الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا.

Sample code	Parameters				Sample code	Parameters			
	pH 25 c°	EC µS/cm	TDS mg/L	NTU mg/L		pH 25 c°	EC µS/cm	TDS mg/L	NTU mg/L
S1	7.15	734.0	368.5	0.4	S19	7.20	4440.0	2227.6	0.3
S2	7.20	1293.0	649.7	0.3	S20	8.20	998.0	501.3	0.3
S3	7.40	587.0	294.4	0.3	S21	6.75	214.0	108.6	117.0
S4	7.25	443.0	223.1	0.3	S22	6.86	429.0	215.9	0.6
S5	7.03	356.0	179.9	0.8	S23	6.70	111.8	56.6	2.5
S6	6.70	280.0	141.3	12.8	S24	6.77	569.0	287.5	0.0
S7	6.71	331.0	166.7	50.2	S25	6.88	581.0	293.9	0.2
S8	6.90	1398.0	704.9	1.1	S26	7.33	4650	2334.6	0.4
S9	6.90	212.0	106.9	3.5	S27	7.77	861.0	433.7	0.2
S10	7.05	1977.0	990.8	0.4	S28	7.12	323.0	163.4	0.5
S11	6.85	548.0	267.4	0.2	S29	6.91	761.0	382.7	0.3
S12	6.70	303.0	152.1	0.8	S30	6.90	273.0	138.8	0.4
S13	6.65	785.0	384.5	0.3	S31	6.70	264.0	133.5	0.5
S14	6.81	302.0	153.3	0.4	S32	6.70	1735.0	870.1	0.5
S15	6.81	184.3	93.2	0.6	S33	7.10	1099.0	553.3	0.2
S16	7.05	342.0	173.2	0.4	S34	7.40	995.0	500.9	0.2
S17	7.13	856.0	430.2	0.4	S35	7.50	888.0	447.7	0.9
S18	7.17	1944.0	976.8	0.6					
average	6.97	715.29	358.7167	4.1	Average	7.105294	1128.929	567.6529	7.352941
WHO standard	6.5-8.5	1500	1000-100 (PPM)	500		6.5-8.5	1500	1000-100 (PPM	500
OMS standard	$6 \leq pH \leq 9$	≤ 2500	$\leq$ aucune mention	≤ 5		$6 \leq pH \leq 9$	≤ 2500	$\leq$ aucune mention	≤ 5

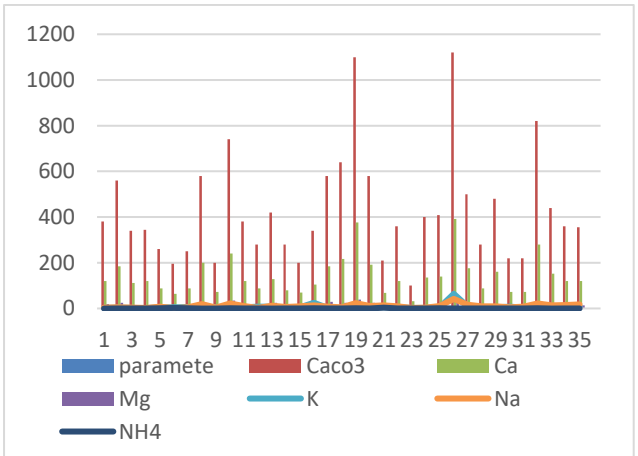
الأملاح الكلية الذائبة في الجدول (3) اظهرت العينات (S23,S9) قيمة التركيز (56.6 – 990.8) على التوالي، أنها في المستوى المسموح به لمعايير المنظمة الصحة العالمية. بينما أظهرت أن العينات (S19–S26) قيمة تركيز(2227.6-2334.6) على التوالي، تجاوزت الحد المسموح للمنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية التشادية. وهذا ربما يرجع الى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة و التضاريس الجبلية. لان معدلات التغذية نتيجة الإحتراق هذه الآبار لطبقات الخزان الجوفي السطحي ونضوب مياهه وتعرضها للملوحة، حيث تجاوزت ملوحه مياه الآبار للمعايير المحدودة دوليا لمياه الشرب. لذلك نجد ان إستعمال هذه المياه غير صالح للإستعمال الآدمي قد يؤدى الى العديد من الأمراض. نجد ان الموصلية الكهربية، في الجدول (3) كما يظهر في الشكل (1) أن قيم التركيز للعينات في المدى المتوسط لعينات (S10.S23) (111.8– 1977.0) تقع ضمن المقادير المسموح بها لمعايير المنظمة الصحة العالمية والصحة التشادية. بينما أظهرت العينات (S19.S26) مقدار تراكيز (4650، 4440.0) على التوالي، قد سجلت أعلى قيمة، وهي تجاوزت الحد المسموح لمنظمة الصحة العالمية والمحلية التشادية. يرجع الى أن جيولوجية المنطقة والتضاريس الجبلية المحاطة بالمنطقة ادت الى قدرة الماء على نقل التيار الكهربي وكمية الأملاح الموصلة في الماء يتحول الملح والمواد الأخرى الذائبة في الماء الى أيونات موجبة وسالبة، مما يسبب التوصيل الكهربي. العسر الكلية (NTU)، هي الم قياس التقليدي لقدرة الماء على التفاعل مع الصابون. وهي لا تنتج عن مادة واحدة ولكن مجموعة متنوعة من الايونات المعدنية المتعددة القيم المذابة، يختلف العسر الكلي للمياه الجوفية بصورة كبيرة وذلك بالإعتماد على جيولوجيا ولاية وادي فيرا ربما يعزى العسرة الى غزارة وجود الأيونات الثنائية التكافؤ للعناصر خاصة الكالسيوم والمغنيسيوم والتي تتواجد بصورة كبيرة فى المياه الجوفية، إن وجود العسر يجعل المياه مستهلكة للصابون حيث يسبب العسر الزائدة في الماء بترسيب الصابون وتمنع حصول الرغوة الجيدة. أظهرت النتائج أن قيم العسر الكلية للعينات (S9، S24) تراوحت بين (0.0– 3.5) على التوالي، لعينات الآبار فى جدول (3) توافق معيار ومواصفات منظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية التشادية. بينما أظهرت نتائج العينات (S6,S7,S21) قيم تراكيز -12.8-50.2) (117.0 علي التوالي، هي تقع ضمن المدى المسموح به لمنظمة الصحة العالمية ولكنها تجاوزت الحد المسموح للمعايير التشادية ($5 \leq$). السبب ربما يرجع الى العوامل الطبيعية التي تزيد من العكارة، الجريان السطحى الناجم عن هطول الأمطار أو الطقس القاسي الذي يؤدي الى تمزق

الرواسب السلفية بسبب إضطراب المياه الناجم عن العواصف او الأمطار لمياه الشرب بمنطقة الدراسة. تم قياس تركيز الكربونات وبعض الكاتيونات (الكالسيوم، الماغنيسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم، والأمونيوم) بعملية المعايرة اليدوية وبإستخدام جهاز الأمتصاص الذري.

أظهرت نتائج التحليل لمقدار تراكيز في الجدول (3) أن كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) في المدى المتوسط (100.0 الى 1120.0) لعينات الآبارعلى التوالي (S23,S26). ان النسب المرتفة ترجع الى جيولوجية الأرض حيث التضاريس الجبلية يؤدى إلى إنخفاض الخطورة على المستهلك البشرى. اما أيون الماغنيسيوم، الصخور الجبسية والدولوميت تعتبر المصدر الأساس لوجود أيون الماغيسيوم في المياه الجوفية فعند تحليل النتائج للنمازج التي فحصت وجد أن تركيز أيون المقنيسيوم تتراوح بين (4.9 الى38.9) للعينات (S19– S9) على التوالي، وعند مقارنتها مع مواصفات منظمة الصحة والمعايير المحلية التشادية نجد انها تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب والبعض منها اقلة من الحد الموصى به للمعايير العالمية والمحلية (30–50 ملغرام/ لتر). لنسبة تركيز أيون الصوديوم والبوتاسيوم في الماء أهمية كبيرة للانسان (عليان و آخرون، 1994).

جدول رقم (3) يوضح نتائج الكاتيونات لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا

Sample code	$CaCO3^-$ mg/L	Ca^{++} mg/L	Mg^{++} mg/L	K^+ mg/L	Na^+ mg/L	$NH4^+$ mg/L	Sample code	$CaCO3^-$ mg/L	Ca^{++} mg/L	Mg^{++} mg/L	K^+ mg/L	Na^+ mg/L	NH^+4 mg/L
S1	380.0	120.0	19.4	1.9	3.1	0.1	S19	1100.0	376.0	38.9	10.8	23.5	0.4
S2	560.0	184.0	24.3	3.0	4.5	0.0	S20	580.0	192.0	24.3	4.7	10.9	0.0
S3	340.0	112.0	14.6	1.9	3.2	0.0	S21	210.0	68.0	9.7	4.5	13.5	3.5
S4	344.0	120.0	10.7	1.5	1.9	0.0	S22	360.0	120.0	14.6	4.5	8.8	0.0
S5	260.0	88.0	9.7	5.7	7.8	0.5	S23	100.0	32.0	4.9	2.1	1.7	0.0
S6	196.0	64.0	8.7	4.5	1.4	2.6	S24	400.0	136.0	14.6	2.4	4.0	0.0
S7	250.0	88.0	7.3	6.2	4.9	0.9	S25	408.0	140.0	14.1	4.6	10.9	1.2
S8	580.0	200.0	19.4	6.5	18.9	0.1	S26	1120.0	392.0	34.0	64.0	42.0	0.0
S9	200.0	72.0	4.9	5.8	3.6	0.1	S27	500.0	176.0	14.6	8.9	16.8	0.0
S10	740.0	240.0	34.0	7.3	21.9	1.0	S28	280.0	88.0	14.6	4.4	8.6	0.0
S11	380.0	120.0	19.4	4.6	10.3	0.0	S29	480.0	160.0	19.4	5.2	8.6	0.0
S12	280.0	88.0	14.6	7.2	2.3	0.0	S30	220.0	72.0	9.7	7.8	4.7	0.0
S13	420.0	128.0	24.3	1.9	12.6	0.1	S31	220.0	72.0	9.7	3.5	7.9	0.0
S14	280.0	80.0	19.4	3.7	6.2	0.0	S32	820.0	280.0	29.2	8.9	22.5	0.6
S15	200.0	69.6	6.3	4.6	8.9	0.0	S33	440.0	152.0	14.6	5.6	13.6	0.1
S16	340.0	104.0	19.4	24.3	12.8	0.6	S34	360.0	120.0	14.6	6.2	15.5	0.0
S17	580.0	184.0	29.2	2.1	8.2	0.0	S35	356.0	120.0	13.6	7.2	17.4	0.0
S18	640.0	216.0	24.3	1.8	4.5	0.0							
Averae	387.2222	126.5333	17.2166	5.25	7.61	0.333		467.8824	158.5882	17.35882	9.135294	13.58235	0.341176
WHO	----------	500	30-50	10-12	20-175	----		------	500	30-50	10-12	20-175	
OMS	*≤aucune mention*	*≤ 200*	*≤ 50*	*≤ 12*	*≤ 200*	*≤ 1,5*		*≤aucune mention*	*≤ 200*	*≤ 50*	*≤ 12*	*≤ 200*	*≤ 1,5*



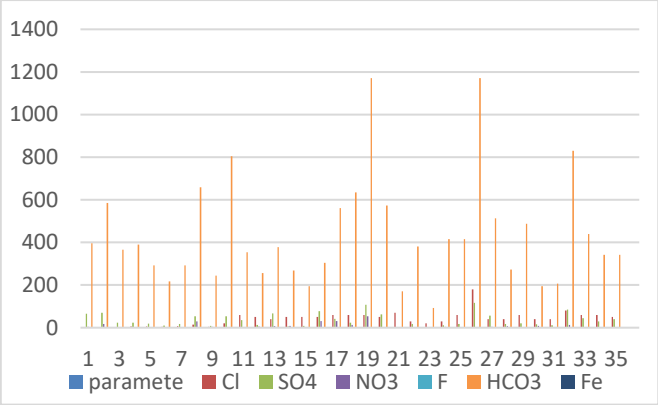
شكل رقم (2) يوضح نتائج الكاتيونات لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا

حيث ان الصوديم والبوتاسيوم يقومان بتنظيم الضغط الاسموي وتوازن الحامض والقاعدة في الجسم، النسب الموصى بها من الصوديوم يحافظ على قدرات الاغشية ونقل الحوافز العصبية، زيادته في الماء تسبب تسمم للأحياء المائية وعند إحتواء الماء كمية كبيرة منه يعتبر غير صالح للشرب والرى. اما البوتاسيوم يوجد في الجسم كمكون للخلايا ويكون في الحد (5-6 mg/L) في بلازما دم الانسان وزيادته تؤدي الى تمدد القلب وتوقفه عن الانبساط، اما نقصه فسبب الشد العضلي وتقلص العضلات النامية والهيكلية والقلبية (Block, 1977). كذلك يعلب دوراً حيوياً في عمليات الحفز ومساعد انزيمي لعدد من الانزيمات (طالب، 2003) .اظهرت النتائج ان تراكيز ايونات الصوديوم في العينات من (S6 الى S26) في المدى بين (1.4 الى42.0) على التوالي، تأكد من خلال النتائج ان تركيز الصوديوم اعلى بالمقارنة مع تركيز البوتاسيوم، هذا يتفق مع الدراسة التي اجراها (عليان و آخرون، 1994)، العديد من العينات تعتبر تراكيزها اقل من ادني حد مسموح به لمنظمة الصحة العالمية والارشادات التشادية (175-20 ملغرام/ لتر). بينما تراكيز ايون الكالسيوم اظهرت نتائج التحليل انها في المدى المتوسط للقيم (32.0 الى 200.0). لعينات الآبار (S8,S23) على التوالي، تقع ضمن الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والارشادات المحلية. ما عدا العينات (S10,S18,S19,S26,S32). اظهرت مقادير تراكيز (240.0،216.0،376.0،392.0،280.0) علي التوالى، نلحظ من الجدول (4) ان التناسب بين تركيز الكالسيوم وتركيز الكلوريد يقابلها مقادير عالية لتركيز والكلوريد، فهي تجاوزت الحدود المسموح لمنظمة الصحة العالمية والمحلية 200≤. وسبب إرتفاع هذه التراكيز ربما يرجع

لوجود ايون الكالسيوم في المياه تبعاً للتركيب الجيولوجي للمنطقة في صخور الدولوميت والجبس. كما هو موضح في شكل (2).

نجد ان ايون البوتاسيوم أقل وجودا في الصخور النارية لكنه ينتشر بشكل كبير في الصخور الرسوبية ومعادن فلسبار البوتاسيوم وهذه المعادن غير قابلة للذوبان لذا فإن تركيز هذا العنصر عادة ما يكون بالمقارنة مع تركيز الصوديوم، اظهرت الدراسة أن تراكيز البوتاسيوم في منطقة الدراسة يتراوح في المدى (1.5–8.9) لعينات الآبار (S27–S4) بالترتيب هذه النتيجة تتفق مع الدراسة السابقة التي اجراها (ابراهيم و الرقيق، 2010)، وفقاً لهذه النتائج فإن جميع العينات المدروسة تحتوي على نسبة من البوتاسيوم اقل من الحد الأمثل 12≥. بينما اوضحت نتائج العينات (S16 ,S26) تراكيز (24.3،64.0) على التوالي، سجلت مقادير تعدت الحد المسموح في مياه الشرب، اما العينة (S19) سجلت قراءة 10.8 mg/L تقارب الحد الامثل هذا يتفق مع الدراسة التي اجراها (قمر، واخرون 2021)، السبب في ارتفاع هذه النسب ربما يرجع لجيولوجية المنطقة. كما يظهر في الشكل (2).

أوضحت نتائج الامونيا (NH_4^+) للعينات (S1 الى S25) في المدى (0.01 – 1.2) على التوالي، وهي تعتبر ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية. ما عدا (S21-S6) سجلت مقادير التراكيز (2.6،3.5) على التوالي، فهي تجاوزت الحد المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمعايير التشادية (1,5 ≥). هذا الإرتفاع لقيم التراكيز ربما يرجع الى وجود المنطقة وسط الجبال التي تنحدر منها المياه المطرية الى المستنقع اي للتراكيب الجيولوجية و التضاريس الجبلية. موضح في الشكل (2).



شكل رقم (3) يوضح نتائج الأنيونات لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا.

أظهرت نتائج تحليل الكلوريد (Cl^-) للعينات في الجدول (5) و الشكل (3) في المدى (3.0 الى180.0) للعينات (S26, S6) على التوالي. إلا ان نسب التركيز لم يتجاوز المعايير وفقاً لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية. وهي (250 ≥) كحد اعلى مسموح به في مياه الشرب، ولا سيما أن زيادة التركيز عن هذا الحد يصبح طعمه واضحا في مياه الشرب. ولكنها في الحدود المسموح بها لمياه الشرب لولاية وادي فيرا.نجد ان المصادر الرئيسية للكبريتات هي مخلفات الأسمدة الكيميائية والصناعية والنفطية التي يؤدي لإذابة الماء لإكاسيد الكبريتات ان ارتفاع تركيز الكبريتات عن 200 mg/L هو سبب لملوحة المياه، كما يسبب العسر الدائم للمياه عند وجودها في صورة كبريتات الكالسيوم و كبريتات الماغنيسيوم وبالتالي يمكن ان يؤدي الى الاسهال الشديد وبالاضافة الي ان المياه تصبح غير صالحة للري والبناء (سهيل، 2014).

سجلت النتائج الواردة لتحليل للكبريتات (SO_4^{2-}) انها في المدى المتوسط (1.0 الى 116.0) للابار (S26–S10) على التوالي، ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات التشادية (WHO, 2012). النترات من المواد غير العضوية التي تعتبر ملوثاً رئيسياً للمياه الجوفية بسبب مخاوفها الصحية الخطيرة. إذا تم تناولها بكميات كبيرة يمكن ان تسبب الميتهيموغلوبينة (methemoglobinemia) عند الاطفال الرضع. اما المصدر الرئيس للنترات في المياه الجوفية ينبع من النترات المثبتة بواسطة النباتات من النتروجين الجوياو الاستخدام التقليدي للاسمدة المحتوية على النترات التي تستخدمها النباتات جزئيا ويتسرب الباقي مع هطول الامطار الى المياه الجوفية. نتائج النترات فهي سجلت قيم التراكيز في المدى (0.0 الى 31.4 ملغرام/لتر) لعينات الآبار(S17 –S7) على التوالي، تقع ضمن الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية، مستويات النترات تتشابة مع للدراسات التي اجراها (Bhattacharya; *et al*; 2012) في الهند و(Sehar; *et al*; 2011) في باكستان.

بينما العينة S19 فقد سجلت (53.4) وهي اعلى من الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية التشادية التي تعتبر (50 ≥)، هذا في الغالب يرجع الى الطبيعة الجبلية المحيطة بالمنطقة. يؤدي التعرض للفلورايد في مياه الشرب الى العديد من التاثيرات الضارة على صحة الانسان بما في ذلك التسمم بالفلورايد الذي يصيب الهيكل العظمي وهو سبب مهم للاصابة بالامراض في عدد من دول العالم (Mangale, *et al*; 2012). معظم الفلورايد الموجود في المياه الجوفية ينشأ بشكل طبيعي من تحلل الصخور والتربة او الجريان السطحي وتسرب الاسمدة الكيميائية من المناطق الزراعية. تكمن اهمية قياس الفلورايد في عواقبه الصحية. فوجوده بتراكيز منخفضة يمكن ان يقلل من خطر الاصابة بتسوس الاسنان، اظهرت أن نتائج التحليل للفلوريد في المدى المتوسط لقيم التراكيز (0.0 –1.4) لعينات من (S5–S2) على التوالي. وهي في الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية. ما عدا العينات (S8، S10، S11، S16، S17، S18، S19، S20، S26) قد سجلت اعلى نسبة (1.9، 1.8، 1.9، 3.1، 3.7، 2.7،3.1، 2.3 ملغرام/لتر) على التوالي، تجاوزت الحد المسموح بها لمنظمة والمعايير المحلية (1,5 ≥)، ربما يرجع السبب الى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة. التعرض الى كميات اعلى الى حد ما يؤثر في صحة الإنسان يمكن ان يؤدي الى تسمم الاسنان، هذه النتائج مماثلة للملاحظات السابقة التي اجراها.(Mahananda, *et al*; 2011) و (WHO; 1996).

البيكربونات (HCO_3^-):

البيكربونات تمثل مصدرًا للقلوية وهي قابلية الماء للتفاعل مع الهيدروجين. أن نتائج أيونات البيكربونات سجلت التراكيز (92.7، 658.8) لعينات الآبار(S8،S23) على التوالي. بينما العينات (S26،S10) اظهرت تراكيز (805.2، 1171.2) على التوالي، تعتبر اعلى من ما اوصت به منظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية. عندما يكون (PH) أكبر من (8.20) فإن الكربونات توجد بشكل أكبر من البيكربونات، أما عندما يكون الأس الهيدروجيني أصغر من (8.20) فإن معظم الكربونات الموجودة في المياه تتحول الى بيكربونات، وهذا هو حال المياه الجوفية في منطقة الدراسة. حيث يعزى إرتفاع تركيز بيكربونات بشكل رئيس لإنحلال الفلزات الحديدية المغنيزية. فعندما تتسرب مياه الامطار المحملة بغاز ثاني أوكسيد الكربون داخل الطبقات الجيولوجية تقوم بحل هذه الصخور وبالتالي إغناء المياه بالبيكربونات والمغنيزيوم، كما قد تنتج من إنحلال الصخور الكلسية والدولوميتية. كما موضح في الشكل (3). بعض العناصر النادرة مثل الحديد التي توجد بكثرة او نقصان في المياه الجوفيه، ضرورية لمياه الشرب للإغراض البيولوجية وتلعب دوراً مهماً في حياة الانسان،(Galitskaya, *et al.*, 2017).

أظهرت نتائج عينات الحديد (S9–S1) في المدى (0.0 –0.2) على التوالي، وهي تقع ضمن الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية (0.3 ≥) (WHO, 2014) . بينما العينات (S6 – S7 – S21) قد سجلت (2.2، 0.8، 0.6) على التوالي، تجاوزت الحد الموصى به لمنظمة الصحة العالمية والمعايير المحلية التشادية، ان التركيز العالي للحديد في مياه الشرب له العديد من الاثار البيئية والصحية يمكن لكمية كبيرة من الحديد في مياه الشرب ان تعزز نمو البكتريا والكائنات وحيدة الخلية الاخرى (Jaishankar, *et al*; 2014)

كما يمكن ان يسبب التركيز العالي في مياه الشرب الغثيان والآم البطن والقيئ لدي البشر، كذلك يمكن ان يؤدي التسمم بالحديد ايضاً الى الاسهال والجفاف. في بعض الاحيان تؤدي كثرة الحديد الى ان يصبح البراز اسوداً ودموياً (Jaishankar, *et al*; 2014)، ربما يفسر ذلك أن التركيز التربة الرملية المنجرفة مع المياه أثناء موسم الخريف بالاضافة لجيولوجية المنطقة. كما يظهر في الشكل (3).

جدول رقم: (4) يوضح نتائج الانيونات لمياه الشرب الجوفية بولاية وادي فيرا.

Parameters Sample Code	Cl^- mg/L	SO_4^{-2} mg/L	(NO_3^-) mg/L	F- mg/L	(HCO_3^-) mg/L	Fe++ mg/L	Parameters Sample Code	Cl^- mg/L	SO_4^{-2} mg/L	NO_3^- mg/L	F- mg/L	(HCO_3^-) mg/L	Fe2+ mg/L
S1	3.0	65.0	4.6	1.1	395.3	0.0	S19	60.0	107.0	53.4	2.9	1171.2	0.0
S2	3.0	70.0	17.2	1.4	585.6	0.0	S20	50.0	62.0	1.0	3.1	573.4	0.0
S3	3.0	23.0	0.1	0.8	366.0	0.1	S21	70.0	1.0	2.3	0.0	170.8	0.6
S4	6.0	24.0	2.5	0.5	390.4	0.0	S22	30.0	17.0	2.9	1.1	380.6	0.0
S5	5.0	19.0	0.0	0.0	292.8	0.2	S23	20.0	2.0	2.1	0.3	92.7	0.0
S6	4.0	10.0	0.3	0.3	217.2	22.	S24	30.0	12.0	3.9	0.7	414.8	0.0
S7	7.0	17.0	0.0	0.0	292.8	0.8	S25	60.0	18.0	2.6	0.6	414.8	0.0
S8	14.0	54.0	1.9	1.9	658.8	0.0	S26	180.0	116.0	1.6	2.3	1171.2	0.0
S9	4.0	3.7	0.4	0.4	244.0	0.2	S27	40.0	57.0	4.4	1.2	512.4	0.0
S10	20.0	1.0	1.8	1.8	805.2	0.0	S28	40.0	18.0	6.9	0.2	273.3	0.0
S11	60.0	35.0	1.7	1.9	353.8	0.0	S29	60.0	20.0	1.3	0.1	488.0	0.0
S12	50.0	13.0	5.6	0.3	256.2	0.0	S30	40.0	16.0	7.9	0.0	195.2	0.0
S13	40.0	67.0	6.3	0.5	378.2	0.0	S31	40.0	11.0	0.7	0.0	207.4	0.0
S14	50.0	6.0	8.1	1.1	268.4	0.0	S32	80.0	85.0	12.9	01	829.6	0.0
S15	50.0	8.0	2.9	0.5	195.2	0.1	S33	60.0	44.0	1.5	1.1	439.2	0.0
S16	50.0	78.0	30.9	3.1	305.0	0.0	S34	60.0	30.0	0.9	1.3	341.6	0.0
S17	60.0	42.0	31.4	3.0	561.2	0.0	S35	50.0	40.0	1.9	0.2	341.6	0.0
S18	60.0	24.0	12.2	2.7	634.4	0.0							
average	27.16	31.09	7.105	1.1833	400.02		average	57.058	38.588	6.36470	0.94705	471.6353	0.035294
WHO	**250.0**	**25-250**	**50**	**1.50**	**----**	**0.30**	**-----**	**------**	**25-250**	**50**	**------**	**-------**	**0.30**
OMS	≤ 250	≤ 250	≤ 50	≤ 1,5	≤ aucune mention	≤ 0.3		≤ 250	≤ 250	≤ 50	≤ 1.5	≤ aucune mention	≤ 0.3

الخلاصة

التوصيات:

من خلال النائج نوصى بإنشاء شبكة مراقبة لرصد نوعية المياه الجوفية بشكل منتظم ومستمر وذلك من خلال إجراء كافة التحاليل الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لتقييم صلاحيتها للشرب. القيام بالدراسات اللازمة لإجراء معالجة للمياه الجوفية فى ولاية وادي فيرا للإستفادة منها كمياه للشرب، لأن أغلبية سكان ولاية وادي فيرا تعتمد على هذه المياه في الإستخدامات المنزلية.

إن إرتفاع مقادير تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) قد يؤدى الى زيادة نسب تراكيز كربونات الكالسيوم مسببة أمراض باطنية.

إن العسرة الكلية في الحدود المتوسطة (0.0 – 0.9) لعينات الآبار(S14,S35) على التوالي، تقع ضمن الحدود المسموح بها حسب مواصفات ومعايير منظمة الصحة العالمية والمحلية التشادية OMS (2023). اما عينات الابار(S6,S7,S21) اظهرت تراكيز(12.8 – 50.2 – 117.0) على التوالي، تجاوزت الحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية OMS التشادية.

إن نسب تراكيز الكاتيونات و الانيونات المرتفعة في المياه الجوفية لولاية وادي فيرا، تؤثر على صحة المستهلك، فلابد من إجراء مزيد من التحاليل بمنطقة الدراسة بالتركيز على العناصر الثقيلة، لتفادي المشاكل المرتبطة بتلوث الماء.

- العمل على إجراء سياسات من شأنها حصد وتخزين مياه الأمطار والأستفادة من المياه السطحية وتنظيم تصريف مياه الأنهر وحماية الغابات.
- العمل على إنشاء مشاريع جديدة تهدف إلى تغذية المناطق بالمياه الصحية.
- إعتماد المنهج العلمى في البحث والإستقصاء للتعرف على الحقائق، فالبحث والدراسة العلمية من بين أبرز أدوات البيئة في التصدي لسياسات الأفراط فى إستغلال البيئة.
- إجراء مسح شاملا للمشكلات البيئة وفقا لمواقعها وتحديد نوعية التلوث البيئي.
- أستبدال الأنابيب التالفة لمنع إختلاط مياه الشرب المعقمة بالمياه الجوفية.

خاتمة

هذه النتائج تسلط الضوء على الحاجة الى الاستمرار في اجراء المزيد من الدراسات بالتركيز على العناصر الثقيلة بغرض تقييم جودة المياه الجوفية لمعالجة المخاوف البشرية والبيئية المحتملة الناجمة عن وجود هذه الايونات المعدنية و الاملاح غير الذائبة بسبب طبيعة المنطقة الجيولوجية.

في الختام توصلت هذه الدراسة الي تقييم نوعية مياه بعض الآبار الجوفية وخلوها من التلوث بمنطقة ولاية وادي فيرا منطقة الدراسة. تم جمع 35 عينة من الآبار الجوفية داخل الولاية من جميع الإتجاهات، كان الغرض هو تحديد الجودة لإغراض الشرب والرى. خلصت النتائج على وجود تأثير كبير للمكونات الصخرية على زيادة الأيونات المنحلة في المياه الجوفية في منطقة الدراسة بولاية وادي فيرا. أظهرت النتائج أن درجة الحموضة في المدى (6.65 الى 8.20) لعينات الآبار (S13,S20) على التوالي، هذه النتيجة تؤكد انها ذات طبيعة حمضية، وكانت نسبة تراكيز الخصائص الفيزيوكيميائية البسيط منها ضمن الحدود المسموح بها حسب معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير التشادية. بإستثناء الاملاح الكلية الذائبة التي كانت مسيطرة في أغلب العينات، وكانت مقادير تركيز الاملاح الكلية الذائبة لعينات الآبار (S19،S26) هي (2227.6 ، 2334.6) على التوالي، تجاوزت الحدود المسموح بها حسب معايير منظمة الصحة العالمية WHO. حيث تعد مياهها صالحة للشرب. أما بالنسبة للكاتيونات و الأنيونات بالرغم من أن نسب تراكيزها مرتفعة، إلا ان مياهها الجوفية مستساغة للإستهلاك البشرى. تعد المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بولاية وادي فيرا منخفضة الخطورة.

الشكر وتقدير

يتقدم الباحثون بالشكر إلى المركز القومي لتحليل المياه بإمجمينا–تشاد على ما قدموه من تعاون في إجراء هذا البحث.

المراجع:

أحمد حسن محمد إبراهيم ، مسعود امحمد الرقيق،2010 ، تقدير بعض العناصر الفلزية في مياه الشرب بجمهورية تشاد بواسطة طيف الامتصاص الذري، مجلة جامعة سبها، العلوم البحتة والتطبيقية المجلد التاسع ، العدد الثاني .

انتصار بوجليدة ،2007، تقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة صرما ، المؤتمر العلمي الثالث لجامعة النجع الساطع – ليبيا.

بوبكر العبدلي؛ محمد الدراوي العائب؛ عبد الحميد خليفة الزربي2020، .تقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة برسس الجبل الأخضر-ليبيا ، المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة–ليبيا. https://doi.org/10.63359/ssdf2109

سحر أمين كاتوت، 2008، المياه، الناشر: دار دجلة ناشرون وموزعون.

سهيل، عبدالرحيم رافع ،2014، تملح المياه بواسطة الكبريتات، ، منشورات جامعة عدن اليمن – ص28

طالب، محمدين صبري،2003، الدور الحيوي للبوتاسيوم في عمليات الميتابوليزم ، مكتبة القبس العلمية، عمان الارد ن– ص93

عبد الرزاق مصباح عبد العزيز؛ خيري محمد العماري؛ علي خير صابر ،2019، تقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الشرب باستخدام مؤشر جودة المياه في مدينة صرمان، المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة، ليبيا. https://doi.org/10.63359/jk74a380

عليان، عاطف؛ الحصادي، وآخرون1994، كيمياء وفيزياء الملوثات البيئية مع طرق الكشف عنها وتأثيراتها البيوطبية .منشورات جامعة قاريونس بنغازي الطبعة الأولى.

قمر، قمر محمد، مهاجر، احمد محمد ،2021 ، تقدير تراكيز بعض الكاتيونات والأيونات الذائبة لمياه الشرب بالدائرة الرابعة لمدينة أنجمينا، المجلة الدولية للبحث العلمي والتنمية المستدامة، المجلد 4، العدد 3 https://doi.org/10.21608/ijsrsd.2021.206884

محمد الكايد 2013، النظام المائي. الناشر: دار الراية. الطبعة الاولى الصفحة 321.

Bhattacharya T., Chakraborty S. and Tuck Neha,2012, Physicochemical Characterization of ground water of Anand district, Gujarat, India, Research Journal of Environment Sciences, Vol. 1(1), 28-33. www.isca.in

Block, J. A. 1977. Water Pollution Technology. New York

Galitskaya, I. V.; Mohan, K. R.; Krishna, A. K.; Batrak, G. I.; Eremina, O. N.; Putilina, V. S.; Yuganova, T. I.2017, Assessment of soil and groundwater contamination by heavy metals and metalloids in Russian and Indian megacities. Procedia Earth Planet. Sci., 17, 674–677. https://doi.org/10.1016/j.proeps.2016.12.180

Gleick, P. H., & Schneider, S. 1996. Encyclopedia of climate and weather. Water Resources, 2, 817-823.

Jaishankar, M.; Tseten, T.; Anbalagan, N.; Mathew, B. B.; Beeregowda, K. N. 2014, Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Interdiscip. Toxicol, 7, 60–72. https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009

Liptrot,G.F. 1983 modern inorganic chemistry

1(8), 24-30.www.isca.in

WHO, 2004, Iron in drinking-water, background document for preparation of WHO Guideline for drinking water quality. Geneva. World Health Organization. (WHO/SDE/WSH/03.04/88).

WHO; 2004, Copper in drinking-water, background document for preparation of WHO Guideline for drinking water quality. Geneva. World Health Organization. (WHO/SDE/WSH/03.04/88).

WHO; 2012, Guidelines for Drinking Water Quality, Volume2: Recommendations WHO, Geneva.

World Health Organization,1996, Geneva, Guidelines for drinking-water quality, Health criteria and other supporting information, 2nd ed. Vol. 2. https://doi.org/10.1002/9780470172971.app2

4th.ed(modern chemistry series), ISBN 0 7135-1357 8 292-293.

Mahananda M.R., Mohanty B.P. and Behera N.R., 2010, Physicochemical analysis of surface and groundwater of Bargarh district, Orissa, India, Intl. J. Res. Rev. App. Sci., 2(3), 284-295

Mangale Sapana M., Chonde Sonal G. and Raut P. D. 2012, Use of Moringa Oleifera (Drumstick) seed as Natural Absorbent and an Antimicrobial agent for Ground water Treatment, Res. J. Recent Sci., 1(3), 31-40

Sehar S., Iffat N., Ali M. I. and Ahmed S., 2011, Monitoring of Physico-Chemical and Microbiological Analysis of Under Ground Water Samples of District Kallar Syedan, Rawalpindi-Pakistan, Res. J. Chem. Sc.,