مجلة العلوم الشاملة
المجلد (11) ملحق العدد 41 يونيو 2026
ردمد: 3014-6266

Comprehensive Journal of Science
Volume (11), Issue (41), (JUNE, 2026)
ISSN: 3014-6266

دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه محطات التحلية المنتجة محليًا بمدينة صبراتة

أحمد إمحمد الدباشي [1]، زينب محمد السنوسي [2]، علي اللافي [3]، مودة أحمد علي [4]

[1.2] المعهد العالي للتقنيات الطبية، صبراتة، ليبيا

[3]. إدارة الاصحاح البئيي، صبراتة، ليبيا

[4]. مركز جراحة وعلاج القلب الطبي، صبراتة، ليبيا

aldbashyahmd16@gmail.com

A Study of Some Physical and Chemical Properties of Locally Produced Desalination Plant Water in Sabratha

Ahmed Emhammed Al-Dabbashi [1], Zainab Mohammed Al-Sanousi[2], Ali Al-Lafi[3], Mawada Ahmed Ali[4]

Higher Institute of Medical Technologies, Sabratha, Libya [1.2]

Environmental Health Department, Sabratha, Libya [3].

[4]. Medical Center for Cardiac Surgery and Treatment, Sabratha, Libya

تاريخ الإستلام:2026/05/16 -تاريخ المراجعة:2026/06/18- تاريخ القبول: 2026/06/28- تاريخ للنشر : 2026 /07/17

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم جودة مياه الشرب المنتجة من محطات التحلية المعتمدة على المياه الجوفية في مدينة صبراتة (شمال غرب ليبيا)، وذلك من خلال تحليل عدد من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية، شملت: المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)، والموصلية الكهربائية (EC)، والأس الهيدروجيني (pH)، بالإضافة إلى الأيونات الرئيسة مثل الصوديوم (Na^+)، والبوتاسيوم (K^+)، والنيترات (NO_3^-)، والنيتريت (NO_2^-). تم جمع خمس عشرة عينة (15)من مياه الشرب لمحطات التحلية الموزعة على مرافق المساجد، وأجريت عليها التحاليل المخبرية وفق الإجراءات القياسية المعتمدة. أظهرت النتائج أن جميع العينات تقع ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO)، إلا أنها سجلت انخفاضًا ملحوظًا في محتواها المعدني؛ إذ كانت قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) أقل من المستوى المثالي في كلا المعيارين لدى 100% من العينات، وكانت بعض العينات (مثل 14R5, R7, R11, R12, R) أشبه بالماء المقطر. كما كانت قيم الأس الهيدروجيني (pH) أقل من الحد الأدنى المسموح به لدى 60% من العينات، مما يعكس ضعف القدرة التنظيمية للمياه نتيجة المعالجة بالتناضح العكسي دون إعادة تمعدن، مما قد يسبب مشاكل صحية للإنسان. من ناحية أخرى، تراوحت تراكيز النيترات (NO_3^-بين 0.2–4.5 ppm)، وهي قيم آمنة وصالحة للاستعمال الآدمي.

توصي الدراسة بضرورة إضافة مرحلة إعادة التمعدن وضبط الأس الهيدروجيني، وتعزيز الرقابة الدورية لضمان تحقيق التوازن المعدني للمياه بما يضمن جودتها وسلامتها الصحية.

الكلمات المفتاحية: المياه المحلاة، صبراتة، الأس الهيدروجيني، الشمال الغربي الليبي، النيترات، إعادة التمعدن.

Abstract

This study aimed to evaluate the quality of drinking water produced from desalination plants relying on groundwater in the city of Sabratha, northwestern Libya. A number of physical and

chemical indicators were analyzed, including total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), pH, as well as major ions such as sodium (Na^+), potassium (K^+), nitrate (NO_3^-), and nitrite (NO_2^-). Fifteen water samples were collected from desalination units located in mosque facilities, and laboratory analyses were performed according to standard procedures.

The results showed that all samples fell within the permissible limits of Libyan and World Health Organization (WHO) standards; however, they exhibited a marked decrease in mineral content. TDS values were below the ideal level in 100% of the samples, with some samples (R5, R7, R11, R12, R14) resembling distilled water. pH values were slightly below the minimum allowable limit in 60% of the samples, reflecting poor water buffering capacity due to reverse osmosis treatment without remineralization, which may pose health risks. Nitrate concentrations ranged from 0.2 to 4.5 ppm, which are safe for human consumption.

The study recommends adding a remineralization stage and pH adjustment, as well as enhancing regular monitoring to ensure mineral balance and health safety of the water.

Keywords: Desalinated water, Sabratha, pH, Northwestern Libya, Nitrate, Remineralization.

المقدمة (Introduction)

تعد المياه العنصر الأساسي للحياة، وهي الركيزة الأولى للتنمية المستدامة والصحة العامة. ترتبط حياة الناس وبقاؤهم بوجود الماء، وأي تأثير يطرأ على هذا العنصر يؤثر سلبًا في الكائنات الحية، خاصة الإنسان [13]. ونظرًا لتزايد السكان عمومًا، ومدينة صبراتة خصوصًا، تزداد أزمة المياه، كما أن الكمية غير الكافية من مياه الأمطار التي تغذي الخزان الجوفي أدت إلى البحث عن مصادر أخرى، منها محطات تحلية المياه الجوفية. وقد اتجه المستهلكون بشكل متزايد نحو استخدام المياه المنتجة من محطات التحلية الموزعة على مرافق المساجد، باعتبارها مجانية، كبديل يُعتقد أنه آمن وموثوق لمياه الشرب اليومية.

تعتمد معظم محطات التحلية الصغيرة على تقنية التناضح العكسي (Reverse Osmosis)، التي تنتج مياهًا منخفضة جدًا في محتواها المعدني. وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن الاستهلاك طويل الأجل للمياه منخفضة المعادن (Low Mineral Water) قد يؤدي إلى تأثيرات سلبية في صحة الإنسان، مثل اضطرابات التوازن الكهربائي، وأمراض القلب والأوعية الدموية، ونقص المعادن الأساسية [10].

الدراسات السابقة (Literature Review)

فيما يلي استعراض لبعض الدراسات السابقة ذات الصلة:

دراسة Kozisek (2005) – أشارت إلى أن المياه منخفضة المعادن (TDS أقل من 100 mg/L) قد تسبب زيادة إطراح المعادن من الجسم، وتؤثر سلبًا في التوازن الحمضي القاعدي.[14]

دراسة Verdiani et al. (2019) – بينت أن مياه التناضح العكسي غير المعاد تمعدنها تميل إلى انخفاض درجة الحموضة (pH < 6.5)، مما يزيد من قابلية تآكل الأنابيب وانطلاق أيونات المعادن الثقيلة. [15]

دراسة Al-Mudhaf et al. (2019) في الكويت – أظهرت أن معظم مياه التحلية المنزلية تفتقر إلى الكالسيوم والمغنيسيوم، وأن إعادة التمعدن ضرورية لتحسين جودتها.[9]

دراسة El–Arabi et al. (2018) في ليبيا – أكدت أن مياه بعض محطات التحلية في المنطقة الغربية تعاني من انخفاض pH وTDS مقارنة بالمواصفات القياسية الليبية، وأوصت بإضافة مرحلة تمعدن.[11]

توصيات منظمة الصحة العالمية (WHO, 2005) – تؤكد أن المياه المحلاة يجب أن تعاد تمعدنها لتحتوي على مستويات مناسبة من الكالسيوم والمغنيسيوم والبيكربونات، وأن يكون pH بين 6.5 و8.5.[16]

مشكلة الدراسة (Problem Statement)

يستخدم السكان مياه الشرب المنتجة من محطات تحلية المياه الجوفية الملحقة بالمساجد باعتبارها مجانية، دون دراية كافية بجودتها ومدى مطابقتها للمواصفات، خاصة من حيث محتواها المعدني وتوازنها الحمضي القاعدي.

أهمية الدراسة (Significance of the Study)

دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الشرب المنتجة محليًا في مدينة صبراتة.

تقديم توصيات علمية للمعنيين وأصحاب القرار لتحسين جودة المياه.

سد الفجوة المعرفية حول تأثير عمليات التحلية الصغيرة على الصحة العامة.

هداف الدراسة (Objectives)

التعرف على بعض الخصائص الفيزيوكيميائية المهمة لمياه الشرب من محطات التحلية.

مقارنة هذه الخصائص بالمواصفات القياسية الليبية (رقم 10، 2008) ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO, 2017).[17]

. فرضيات الدراسة (Hypotheses)

توجد فروق ذات دلالة بين خصائص مياه الشرب المحلاة والمواصفات القياسية من حيث TDS وpH.

معظم عينات المياه المحلاة تفتقر إلى المعادن الأساسية وتكون قريبة من الماء المقطر.

المواد وطرق العمل (Materials and Methods)

منطقة الدراسة

تقع مدينة صبراتة في الشمال الغربي ليبيا، على بعد حوالي 67 كم غرب طرابلس. يحدها شمالاً البحر الأبيض المتوسط، وجنوباً جبل نفوسة، وشرقًا مدينة صرمان، وغربًا مدينتي زوارة والعجيلات. يبلغ عدد سكانها حوالي 120 ألف نسمة

والشكل(1) يبين حدود منطقة الدراسة

جمع العينات

تم جمع 15 عينة مياه خلال شهر يناير 2026 من مخرجات محطات تحلية تعمل على المياه الجوفية، موزعة على 15 مسجدًا لتغطية أكبر مساحة من المدينة وضواحيها. جُمعت العينات في قنينات بلاستيكية سعة 0.5 لتر بعد فتح الصنبور لدقائق، ثم نقلت إلى مختبر تحليل المياه بصبراتة.

التحاليل المخبرية

1- الأس الهيدروجيني (pH): جهاز Jenway 3310 pH-meter بعد المعايرة بمحاليل منظمة (Buffer Solutions).

2- الموصلية الكهربائية (EC): جهاز Electrical Conductivity meter، معبرًا عنها بـ µS/cm.

3- المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS): جهاز multi meter، بوحدة mg/L.

4- النيترات والنيتريت: جهاز Spectrophotometer-palintest 8000

5- الصوديوم والبوتاسيوم: جهاز Flame Photometer.

6- درجة الحرارة: قيست باستخدام جهاز Electrical Conductivity met

النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات

الجدول (1) يلخص نتائج التحاليل للعينات الخمس عشرة، مقارنة بالمواصفات القياسية الليبية [7] ومنظمة الصحة العالمية [17].

جدول (1): قيم المتغيرات المدروسة للعينات ومقارنتها بالمواصفات القياسية

Sample	Temp	PH	T.D.S	E.C	Na+	K+	NO3+	NO2+	تركيز NO3+/NO2+
R1	16	6.4	270	426	17	0.96	2	0.005	0.0416
R2	16	6.2	72	128	3.5	0.05	1.1	0.008	0.024
R3	16	5.9	70	112	4.7	0.07	2.8	0.006	0.059
R4	16	6.5	78	122	3.3	0.15	1	0.007	0.0222
R5	16	6.1	36	57	1.8	0.07	2.6	0.003	0.053
R6	16	6.4	440	692	38	0.82	1.4	0.004	0.029
R7	16	6.1	41	64	3.5	0.07	2.4	0.005	0.049
R8	16	7.2	448	698	28.5	1.01	7.3	0.047	0.161
R9	16	6.5	60	93	2.84	0.04	3	0.006	0.062
R10	16	5.9	59	92	5.86	0.08	2.5	0.003	0.051
R11	16	7	36	57	1	0.02	3.2	0.001	0.064
R12	16	5.8	47	73	4.3	0.12	8.2	0.002	0.164
R13	16	6.1	57	67	5.11	0.14	5.1	0.003	0.103
R14	16	6.5	51	78	3.56	0.05	2.8	0.004	0.057
R15	16	6.8	146	228	14.7	0.36	4.9	0.004	0.099
مواصفات الليبية	35-13	8.5-6.5	500-100	700-400	100	12	45	0.056	1≤

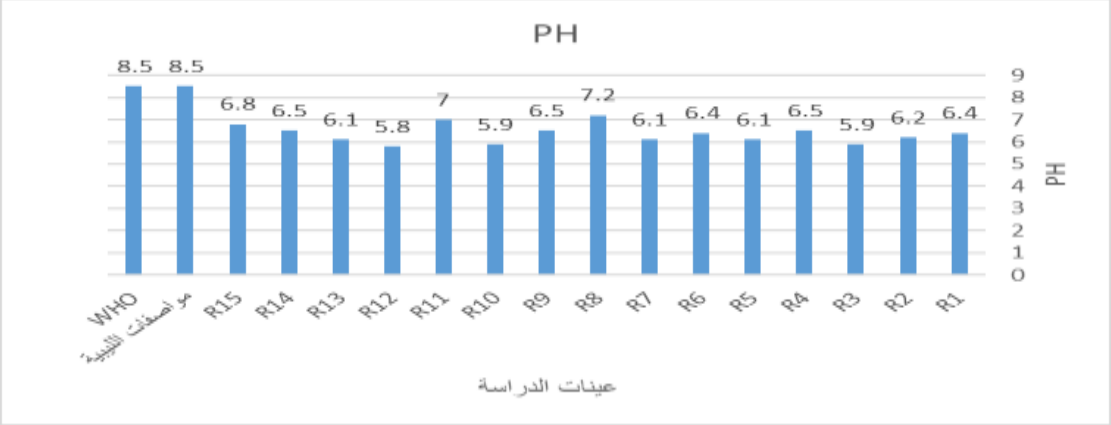
1≤	0.2	50	12	400 – 200	1500–450	1000–500	8.5–6.5	35–13	WHO

- **جميع قيم المتغيرات محسوبة بالمليجرام / لتر (mg/L)) ماعدى(E.C),(PH)**

مناقشة النتائج

أولاً: الأس الهيدروجيني (pH)

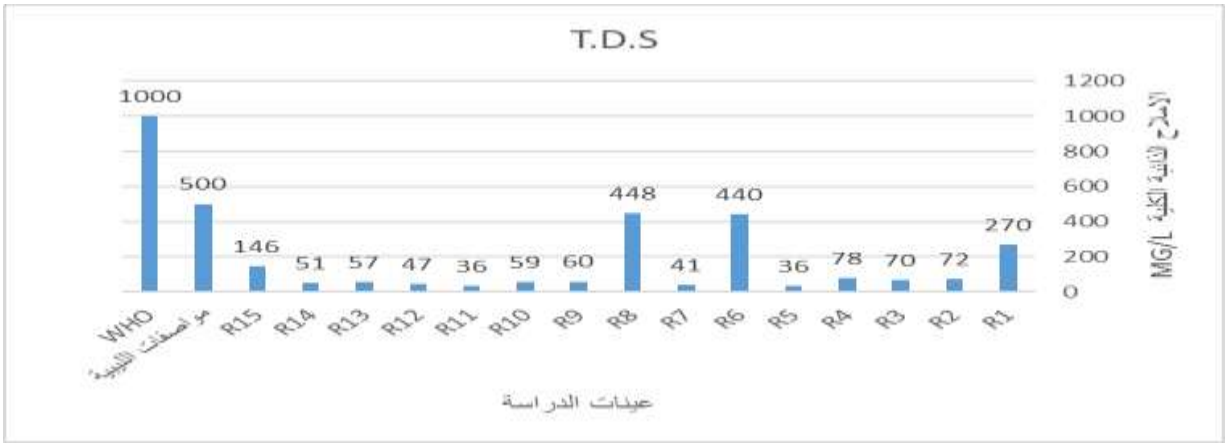
تراوحت قيم pH بين 5.8 و7.2، حيث كانت 60% من العينات أقل من 6.5 (الحد الأدنى المسموح به). هذه النتائج تتوافق مع ما ذكره Verdiani et al. (2019) عن انخفاض pH في مياه التناضح العكسي غير المعاد تمعدنها. انخفاض pH يعني ضعف القدرة التنظيمية (Buffer capacity)، مما قد يؤدي إلى تآكل الأنابيب وإطلاق معادن ثقيلة مثل الرصاص والنحاس (Kozisek, 2005). كما أن المياه الحمضية قد تسبب حموضة في المعدة وتأكل الأسنان إذا استخدمت لفترات طويلة (Khan & Yunus, 2017).



الشكل رقم (2) يوضح قيم الاس الهيدروجيني لعينات المياه

ثانيًا: المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

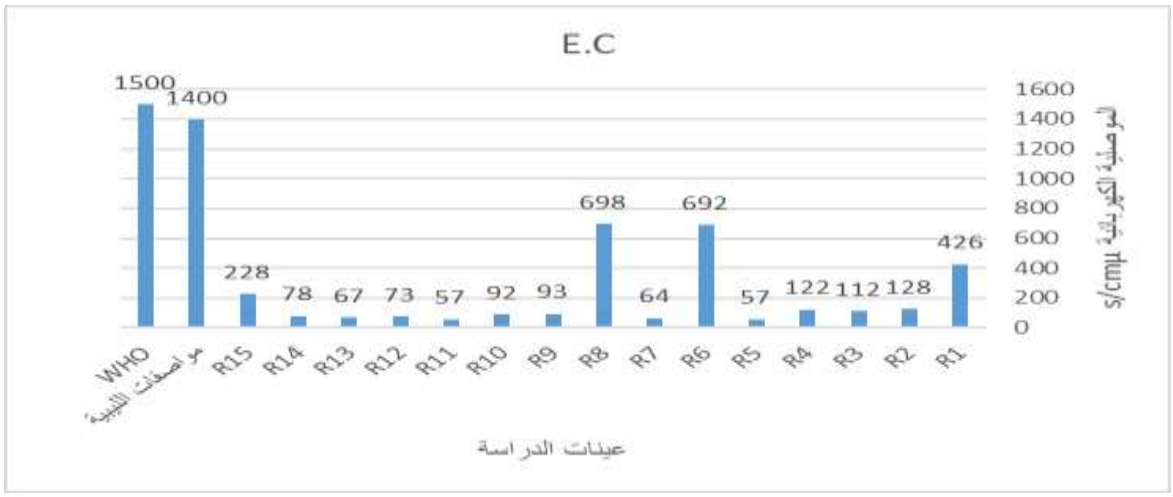
تراوحت TDS بين 36 و448 mg/L، وكانت 73.3% من العينات أقل من 100 mg/L (أي منزوعة الأملاح بشكل كبير). هذه النتائج تطابق ما وجده Al-Mudhaf et al. (2019) في الكويت. المياه شديدة الانخفاض في TDS (<100 mg/L) تفتقر إلى الكالسيوم والمغنيسيوم، وقد تؤدي إلى زيادة إطراح المعادن في البول، واختلال وظائف القلب، وارتفاع خطر الإصابة بأمراض القلب التاجية (Cotruvo, 2017; WHO, 2005).



الشكل(3):قيم تركيز الاملاح الذائبة الكلية

ثالثًا: الموصلية الكهربائية (EC)

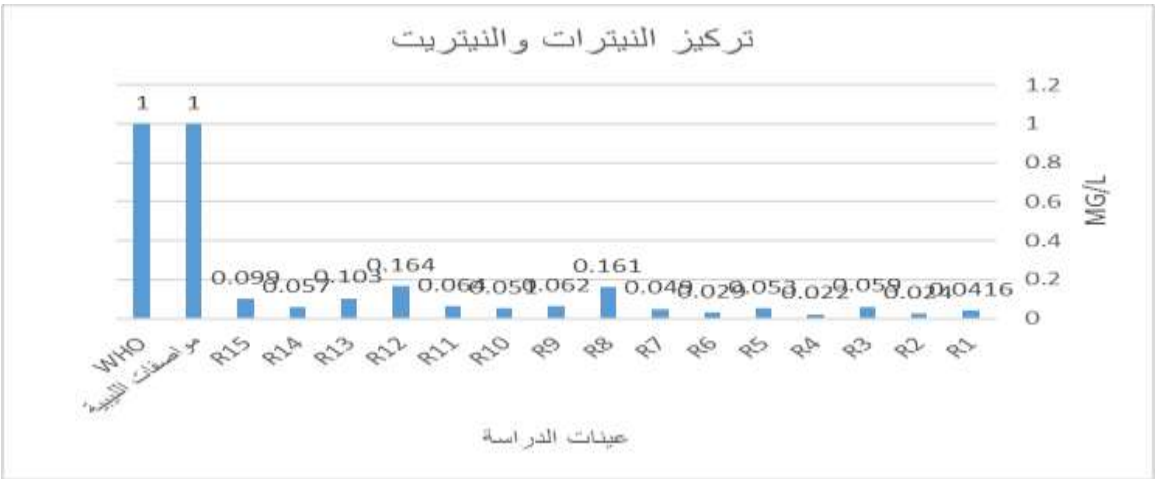
تراوحت EC بين 57 و698 µS/cm، وجميع العينات كانت أقل من الحد الأعلى المسموح به، مما يتوافق مع انخفاض TDS



الشكل(4)قيم الموصلية الكهربائية لعينات المياه المدروسة.

رابعًا: النيترات والنيتريت

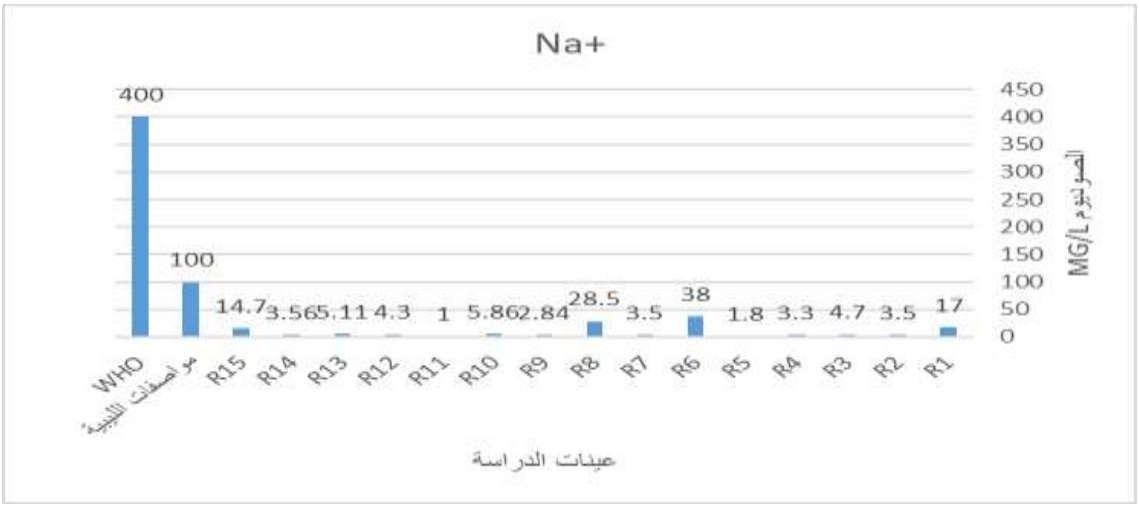
كانت تراكيز النيترات (1–8.2 ppm) أقل بكثير من الحدود المسموح بها (45–50 ppm)، وكذلك النيتريت كان ضمن الحدود. هذا يشير إلى عدم وجود تلوث زراعي أو صرف صحي واضح في مصادر المياه الجوفية المستخدمة. النسبة ($NO_3/50 + NO_2/3$) كانت أقل من 1 في جميع العينات، مما يعني أن المياه آمنة ولا تشكل خطر "متلازمة الطفل الأزرق" (Khan) & (Methemoglobinemia), Yunus 2017)



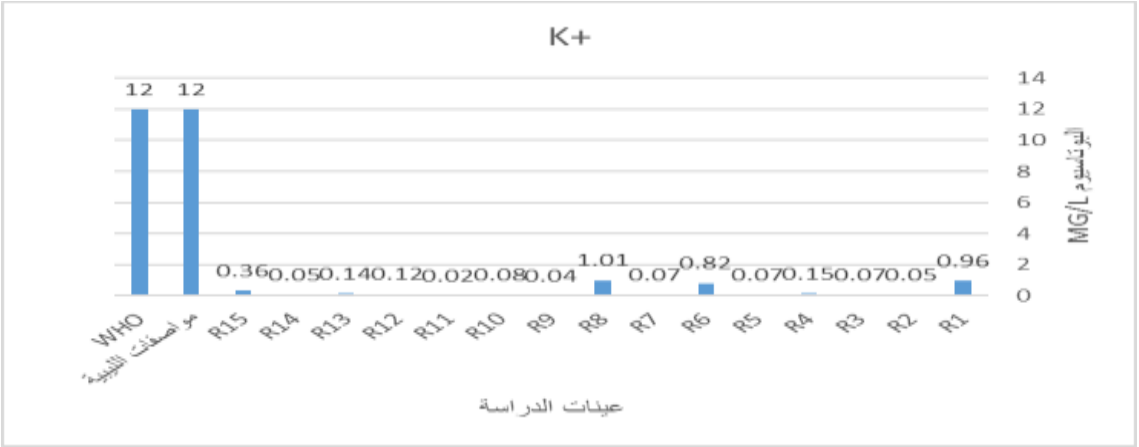
الشكل (5):قيم مجموع تركيز النيترات والنيتريت لعينات المياه قيد الدراسة.

خامسًا: الصوديوم والبوتاسيوم

تراكيز الصوديوم (1–38 mg/L) أقل بكثير من الحدود المسموح بها (100–400 mg/L)، وكذلك البوتاسيوم (0.02–1.01 mg/L) أقل من 12 mg/L. هذا يؤكد افتقار المياه إلى المعادن الأساسية. وقد أشارت الزرقة (2010) إلى أن نقص الصوديوم والبوتاسيوم في مياه الشرب لفترات طويلة قد يساهم في اضطرابات ضغط الدم واختلال نظم القلب.



الشكل (6):قيم تركيز الصوديوم لعينات المياه المدروسة



الشكل (7):قيم تركي البوتاسيوم لعينات المياه المدروسة .

الاستنتاجات (Conclusions)

معظم مياه محطات التحلية في صبراتة تعاني من انخفاض واضح في الأس الهيدروجيني (60% من العينات أقل من 6.5) وانخفاض شديد في المواد الصلبة الذائبة (100% من العينات أقل من المستوى المثالي، و73% منها أقل من 100 mg/L)، مما يجعلها أشبه بالماء المقطر، مع نقص حاد في الصوديوم والبوتاسيوم.

جميع العينات آمنة من حيث تركيز النيترات والنيتريت (النسبة ≥1)، ولا تشكل خطرًا صحيًا سريعًا من ناحية التلوث النيتروجيني.

انخفاض المعادن ودرجة الحموضة قد يؤدي إلى مشاكل صحية طويلة الأمد مثل اضطرابات التوازن المعدني، وتآكل الأسنان، وزيادة قابلية تآكل شبكات التوزيع.

التوصيات (Recommendations)

1- إعادة التمعدن وضبط pH: إضافة مرحلة تمعدن بعد التناضح العكسي لإضافة الكالسيوم، والمغنيسيوم، والبيكربونات، ورفع pH إلى 7.0–8.0.
2- الرقابة الدورية: على الجهات المعنية بسلامة المياه (مركز الرقابة على الأغذية والأدوية) متابعة محطات التحلية بشكل دوري، واعتماد نظام تراخيص صارم.
3- توعية المشغلين: تدريب المشرفين والمشغلين على المواصفات القياسية الليبية وأهمية إعادة التمعدن.
4- ترشيد الاستهلاك: توعية المواطنين بأهمية الحفاظ على المياه وعدم التبذير، مع إعلامهم بفوائد المياه المعاد تمعدنها.
5- إنشاء مختبرات متخصصة: تجهيز مختبرات مرجعية لقياس جودة المياه وصلاحيتها للشرب في المنطقة الغربية.

المراجع (References) – بصيغة موحدة (APA)

[1]الزرقة، محمد عبد الناصر. (2010). تلوث المياه في محافظتي الشمال والوسطى وتأثيراتها على صحة الإنسان. رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

[2]السروري، أحمد. (2008). الماء والإنسان والكون. القاهرة: عالم الكتب.

[3]الحفيظ، عماد. (2012). أساسيات الكيمياء. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

[4]الدرديري، أحمد عصام محمد والطاهر، محمد. (2001). الماء (ط2). الخرطوم: الدار السودانية للنشر والتوزيع.

[5]المنهراوي، سمير، وحافظ، عزة. (1997). المياه العذبة: مصادرها وجودتها. القاهرة: الدار العربية للنشر.

[6]المواصفة القياسية الليبية رقم (10) – مياه الشرب المعبأة. (2008). المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، ليبيا.

[7]خان يونس، محمد علوان. (2017). دراسة خصائص مياه الشرب في محافظة خان يونس. رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة.

[8]منظمة الصحة العالمية. (1998). جودة مياه الشرب (المنشورات الدورية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط).

[9]Al-Mudhaf, H. F., Al-Shammari, S. H., & Al-Haddad, A. A. (2019). Quality assessment of household desalinated water in Kuwait: A case study of remineralization needs. Desalination and Water Treatment, 156, 23-31.

[10]Cotruvo, J. (2017). Health aspects of calcium and magnesium in drinking water. In Nutrients in Drinking Water. WHO Press.

[11]El-Arabi, M. A., El-Taher, A., & Al-Saadi, S. (2018). Physicochemical characteristics of desalinated water from small-scale plants in western Libya. Libyan Journal of Science & Technology, 9(1), 45-52.

[12]Kamoka, O. (2015). Standard methods for water quality analysis. Tripoli: Academic Publication.

[13]Khan, M. A., & Yunus, K. (2017). Study of drinking water quality in Khan Yunis Governorate. Master's thesis, Islamic University of Gaza.

[14]Kozisek, F. (2005). Health risks from drinking demineralised water. In Nutrients in Drinking Water (pp. 148-163). WHO.

[15]Verdiani, S., Frasquet, M., & Cortina, J. L. (2019). pH adjustment and remineralization of reverse osmosis permeate: A review. Membranes, 9(12), 167.

[16]WHO. (2005). Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organization.

[17]WHO. (2017). Guidelines for drinking-water quality (4th ed., incorporating 1st addendum). Geneva: World Health Organization.