مجلة العلوم الإنسانية العربية
المجلد (٥) العدد (١)
الإصدار الخامس عشر
٢٠٢٤ (١١-١)

تقييم جودة مياه الشرب لمحطات التحلية التجارية في مدينة الكفرة، ليبيا

خليفة حامد سليمان غربي
علي عبد الرحيم عمر بوحليمة
حيدر محمد سليمان ادم
*قسم الإنتاج النباتي، كلية الزراعة، جامعة بنغازي، الكفرة، **ليبيا***

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

نشر إلكترونياً بتاريخ: ١٨ يناير ٢٠٢٤م

الملخص

أجريت هذه الدراسة لتقصي جودة المياه الفيزيائية والكيميائية في محطات تحلية المياه التجارية المنتشرة في مدينة الكفرة وضواحيها، وذلك خلال عام 2023. تم أخذ العينات مباشرة قبل وبعد عملية التحلية لعدد 11 محطة- بثلاث مكررات- من أماكن مختلفة من المدينة، تم استخدام برنامج SPSS(27) في الإحصاء الوصفي واختبارt، كما تم مقارنة النتائج بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية. بينت النتائج أن الخصائص الفيزيائية لكل عينات المياه الداخلة (قبل التحلية) كانت أعلى من المواصفة القياسية الليبية بنسبة 36.4, 27.3% لكل من الأملاح الكلية الذائبة والموصلية الكهربائية على التوالي، بينما كانت الخصائص الكيميائية أعلى بنسبة 36.4, 36.4, 27.3, 54.5, 9.1 % لكل من البوتاسيوم، الصوديوم، الماغنسيوم، الكلوريد والبيكربونات على التوالي. كما تبين أن محطات التحلية التجارية بالمدينة يمكنها إزالة حوالي 89.06, 90.22, 86.08 % من الأملاح الذائبة الكلية والموصلية الكهربائية والعسر الكلي على التوالي، بينما أزالت حوالي 92.96, 82.3, 94.46, 85.40 % من الصوديوم، البوتاسيوم، الكلوريد والكبريتات على التوالي. جميع متوسطات العينات بعد التحلية تختلف اختلافا معنويا عن العينات قبل التحلية عند مستوى دلالة 5%.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه, عملية التحلية, الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

Abstract

This study was conducted to investigate the physical and chemical quality of water in commercial water desalination plants spread in the city of Kufra and its suburbs, during the year

2023. Samples were taken directly before and after the desalination process for 11 plants - in three replicates - from different places in the city. The SPSS program was used (27) In descriptive statistics and paired t-test, the results were compared to the Libyan standard and the World Health Organization standard. The results showed that the physical properties of all incoming water samples (before desalination) were higher than the Libyan standard by 36.4 and 27.3% for both total dissolved salts and electrical conductivity, respectively, while the chemical properties were higher by 36.4, 36.4, 27.3, 54.5 and 9.1% for potassium, sodium, magnesium, chloride and bicarbonate, respectively. It was also shown that the city's commercial desalination plants can remove about 89.06, 90.22, and 86.08% of the total dissolved salts, electrical conductivity, and total hardness, respectively, while they removed about 92.96, 82.3, 94.46, and 85.40% of the sodium, potassium, chloride, and sulfate, respectively. All means of the samples after desalination are significantly different from the samples before desalination at a significance level of 5%.

Keywords: water quality, desalination, physical and chemical properties.

*** المقدمة**

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه في مدينة الكفرة المتاح للأغراض المختلفة سواء من أجل الشرب والزراعة والصناعة وغيرها [1]. في الآونة الأخيرة وبالتحديد في بداية ستينيات القرن الماضي ومع إنتاج النفط والكهرباء وتطور التنمية في منطقة الكفرة زاد استخراج المياه فارتفع الاستهلاك الكلي من 2 مليون متر مكعب في سنة 1960, ليصل إلى 226 مليون متر مكعب في بداية الألفية الثانية [2].وبسبب السحب الجائر للمياه من الخزان الجوفي- شبه المحصور- في منطقة الدراسة زادت سرعة تسرب مياه الخزان السطحي والذي تتراوح فيه تركيز الأملاح الصلبة الذائبة TDS من 300- 8000 PPm وذلك بسبب مسامية ونفاذية طبقات الصخور الرملية وبالتالي أدي ذلك لتغير في صفات وجودة مياه الآبار الجوفية بالمنطقة [3] . مؤخرا لوحظ ابتعاد المواطن عن شرب المياه من شبكات إمداد المياه الحكومية مباشرة وذلك نظرا لعدم معالجتها لا بصورة كيميائية ولا بيولوجية وبالتالي عدم الثقة في جودتها . [4]ونتيجة لزيادة وعي المستهلكين لجأوا لمصادر بديلة كالمياه المعبأة أو المياه المعالجة في محطات التحلية خصوصا العاملة بتقنية التناضح العكسي Reverse Osmosis (RO) والتي تنتج مياه شرب عالية الجودة خالية من الملوثات العضوية وغير العضوية [5] . فمنذ منتصف القرن الماضي تزايد الاهتمام العالمي بجودة المياه Water quality الصالحة للشرب الآدمي, ووضع معايير Standards ومؤشرات كدلائل استرشادية يمكن استخدامها لحماية صحة الإنسان [1] إن الحاجة إلى مراقبة المياه وتوفير شروط صحية وقياسية للشرب جعلت من مراقبة جودة المياه أمرًا بالغ الأهمية, وبالنظر إلى

حقيقة أن المحتوى المعدني الكبير في الماء يمكن أن يسبب مشاكل للمستهلكين، كما يقلل من ميلهم ورغبتهم لاستهلاكها [6,7] فإن استخدام تحلية المياه لإزالة المعادن المذابة سيكون مبرر وله بالغ الأثر في تحسين جودة مياه الشرب.

*** المواد وطرق البحث**

*** أخذ عينات المياه**

تم أخذ عينات من جميع مداخل ومخارج محطات التحلية بالمدينة، بالنسبة للتحليلات الفيزيائية والكيميائية، تم جمع حجم 2 لتر من عينات المياه في كل نقطة أخذ عينات عن طريق وضع العلامات بشكل منفصل.

*** التحليل الفيزيائي والكيميائي**

تم قياس الأس الهيدروجيني pH, EC وTDS مباشرة بعد أخذ العينات بواسطة الأس الهيدروجيني المحمول (Hanna) ومقياس EC / TDS بواسطة (Hi 8733، Hanna). تم إجراء جميع التحليلات الكيميائية باستخدام الطرق القياسية [8] تم تحليل الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام طيف اللهب الانبعاثي flame photometer. كما تم تحديد الكالسيوم والمغنيسيوم بطريقة المعايرة باستخدام محلول EDTA عالي النقاء. كما تم تحديد البيكربونات بطريقة قياس الجهد potentiometric بينما تم تحديد الكلوريد بطريقة القطب الكهربي الانتقائي الأيوني باستخدام نترات الفضة القياسي، كما تم تحديد الكبريتات بطريقة القياس الطيفي spectrophotometric.

قيم المخرجات والمدخلات من كل متغير تم اختبارها إحصائيًا باستخدام اختبار t المزدوج Paired t-Test وحساب نسبة الإزالة (٪) على النحو التالي:-

الفرق في التركيز= تركيز العنصر قبل التحلية – تركيز العنصر بعد التحلية

% إزالة العنصر = الفرق في التركيز÷ تركيز لعنصر قبل التحلية × 100

*** النتائج والمناقشة**

محطات تحلية المياه الصغيرة في مدينة الكفرة تعتبر ذات ملكية خاصة، قدرتها الإنتاجية تتراوح بين 20 – 60 متر مكعب / باليوم معظمها ليس لها تراخيص مزاولة عمل من البلدية أو من مكتب إدارة المياه.

الجدول رقم (1) بين أهم محطات التحلية بالمدينة وأماكن تواجدها

رمز المحطة	اسم المحطة	موقع المحطة
A	بدون اسم	بالقرب من شركة المياه
B	نبع الحياة	بالقرب من شيل البرهجان
C	بدون اسم	بالقرب من مقر الدعم
D	محل الرحمن	طريق السوسي
E	النبع	التوبات (محلات الامين)
F	بوشوق	حي بوشوق
G	الهواري	الهواري (مسجد الفتح)
H	محل الزروق	شارع الداخلية (محلات الزروق)
I	الداخلية	الداخلية (محلات بورقيق)
G	مقلب الشراب	حي المطار
K	مصنع التاج	حي المنابع

*** التحاليل الفيزيائية**

*** الرقم الهيدروجيني pH**

تبين النتائج في الجدول رقم (2) أن متوسط الرقم الهيدروجيني pH للمياه الداخلة (قبل التحلية) لكافة المحطات التجارية بالمدينة بلغ 7.24 ± 0.05 في حين كان متوسط قيمة pH المياه المنتجة من محطات التحلية 6.83

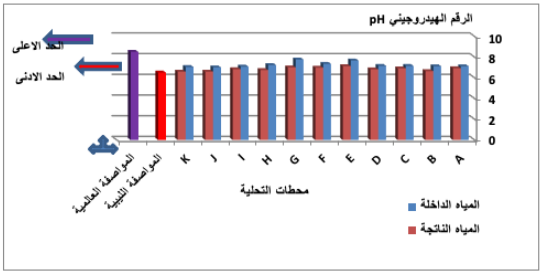
± 0.04 وهي تقع من ضمن الحدود المسموح بها حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفة الليبية لمياه الشرب (6.5- 8.5), يُعزى الانخفاض في قيمة pH للمياه المنتجة إلى قدرة غشاء التناضح العكسي على إزالة الأيونات الذائبة مثل الكربونات CO3- والبيكربونات HCO3- وعدم قدرته على إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 والذي يتحول إلى حمض الكربونيك ويجعل الوسط حامضي [9]الشكل رقم (1) يبين متوسط القيم للرقم الهيدروجيني لجميع محطات التحلية حيث كانت للمياه الداخلة (قبل التحلية) تتراوح بين 7 و 7.76 لكل من المحطة J , G على التوالي, في حين كانت قيمة متوسطات pH للمياه الخارجة (بعد التحلية) 6.58 , 7.12 لكل من المحطة B, G على التوالي.

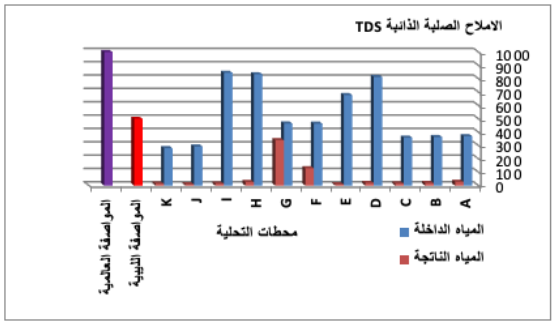
جدول رقم (2): يبين الخصائص الفيزيائية للمياه الداخلة والمنتجة لكافة محطات التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية والعالمية (WHO)

	القيمة قبل التحلية + الخطاء المعياري	القيمة بعد التحلية + الخطاء المعياري	% الإزالة	قيمة المعنوية لاختبار t	المواصفة العالمية	المواصفة الليبية
pH	7.24± 0.05	6.83 ± 0.04	0	>0.001	6.5-8.5	8.5-6.5
TDS	524.18 ± 37.83	57.35 ± 16.83	89.06	>0.001	1000	500
EC	897.73 ± 71.74	87.83 ± 23.50	90.22	>0.001	1500	1500
TH	254.45 ± 16.22	35.43 ± 13.58	86.08	>0.001	500	500

* إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS) Total Dissolved Solids

تؤثر حركة المياه الجوفية في إذابة صخور الحجر الجيري ومن ثم رفع تركيز الأملاح المذابة، تعتبر الأملاح الكلية الذائبة أحد أهم المؤشرات الأساسية لتحديد نوعية وصلاحية استعمال المياه للشرب، كما أن زيادة نسبتها في الماء تسبب عدم قبولها من قبل المستهلك [6] كما موضح بالجدول رقم (2). متوسط المواد الصلبة الذائبة للمياه الداخلة كان 37.83 ± 524.18 Ppm, بينما انخفضت إلى 57.35 ± 16.83 Ppm بفعل تأثير عملية التحلية وحيث بلغت نسبة كفاءة الإزالة تقريبا 89.06% وهذا تقريبا ما توصل إليه [9] حيث أدت عملية التحلية إلى إزالة TDS إلى 93.8%. كما بينت النتائج التي توصل لها [[10. أن عملية التحلية بواسطة RO أدت إلى إزالة المواد الصلبة الذائبة TDS بنسبة 75-96%.





الشكل رقم (1): يوضح متوسط قيم pH وTDS لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية والمواصفة العالمية WHO

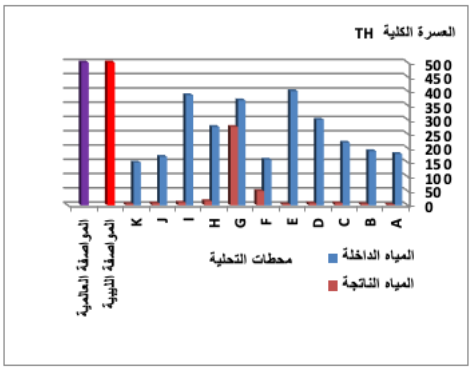
البيانات في الشكل رقم (1) تبين أن اعلي قيمة TDS كانت 845 Ppm، بينما اقل قيمة كانت 280 Ppm لكل من المحطة I،K على التوالي، كما تبين آن حوالي 36.4% من المياه الداخلة كانت اعلي من معيار المواصفة الليبية 500 Ppm, بينما كانت جميع المياه الداخلة ضمن المواصفة العالمية.

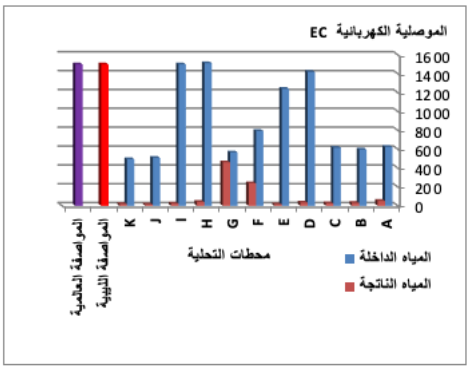
* **الموصلية الكهربائية (EC) Electric Conductivity**

يقصد بها قابلية المياه على توصيل التيار الكهربائي ويعبر عنها ميكروسيميتر/ سم. وهي ترتبط بعلاقة طردية بنوعية الأيونات الذائبة وتركيزها في المياه [11]. زيادة قيمة الموصلية تسبب الطعم غير المستساغ لمياه الشرب. تشير النتائج في الجدول رقم (2) أن متوسط الموصلية بلغ 897.73 ± 71.74 و23.5087.83 ± ميكروسيميتر/ سم لكل من المياه الداخلة والناتجة على التوالي. وصلت نسبة كفاءة إزالة محطات التحلية لقيمة الموصلية بمقدار 90.22% وهذا تقريبا ما توصل له [7] حيث أدت كفاءة عملية التناضح العكسي إلى خفض قيمة الموصلية الكهربائية إلى 88.65%. تظهر النتائج في الشكل رقم (2) أن أعلى واقل قيم للموصلية الكهربائية لكل محطات التحلية كانت 1513, 495 ميكروسيميتر/ سم للمحطة H،K على التوالي.

* **العسرة الكلية (TH) Total Hardness**

تنص منظمة الصحة العالمية على أن القيمة القصوى المسموح بها لتركيز العسر الكلي لمياه الشرب هي 500 ملغ / ل. تعد ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من أهم مسببات عسرة المياه، بلغ متوسط العسر الكلي للمياه الداخلة حوالي 16.22 ± 254.45, بينما أدت تقنية التناضح العكسي إلى خفض العسرة إلى 13.58 ± 35.43 ملغ/ ل. نسبة الإزالة بلغت تقريبا حوالي 86.08%, وذلك كما هو مبين بالجدول رقم (2).





الشكل رقم (2): يوضح متوسط قيم الموصلية الكهربائية EC والعسرة الكلية TH لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية WHO

* **التحاليل الكيميائية**

* **الكاتيونات cations**

* **الصوديوم (Na+) Sodium**

يحتاج جسم الإنسان إلى الصوديوم من أجل الحفاظ على ضغط الدم، إلا أن منظمة الصحة العالمية أشارت بأنه لا توجد علاقة قوية تربط بين تركيز الصوديوم في مياه الشرب وارتفاع ضغط الدم الشرياني، بينما وضعت معيار كحد أقصى 200 ملغ/ل لاعتبارات الطعم فقط [12].

كفاءة محطات التحلية أدت إلى خفض متوسط عنصر الصوديوم للمياه 10.78 ± 87.36 إلى ± 6.15 1.22 ملغ/ ل لكل من المياه الداخلة والمياه الناتجة على

التوالي، وبنسبة إزالة لعنصر الصوديوم 92.96%, وذلك كما هو مبين في الجدول رقم (3). وهذا يتفق مع ما وجده [13].

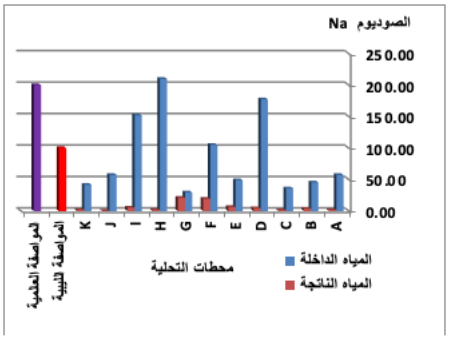
أعلى واقل قيمة لمتوسط عنصر لصوديوم 210, 29.60 ملغ/ ل لكل من المحطة H،G على التوالي، بالإضافة إلى أن حوالي 36.4% من قيم الصوديوم في المياه الداخلة كانت أعلى من القيمة الموصى بها (100ملغ/ل) في المواصفة القياسية الليبية كما هو موضح بالشكل رقم (3).

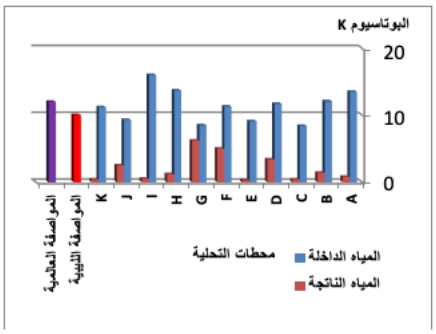
جدول رقم (3): يبين الخصائص الكيميائية للعناصر الموجبة (الكاتيونات) للمياه الداخلة والمنتجة لمحطات التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية والعالمية (WHO)

	القيمة قبل التحلية± الخطاء المعياري	القيمة بعد التحلية ± الخطاء المعياري	% الإزالة	قيمة المعنوية لاختبار t	المواصفة العالمية	المواصفة الليبية
Na	87.36 ± 10.78	6.15 ± 1.22	92.96	>0.001	200	100
K	11.35± 0.51	2.01 ± 0.35	91.47	>0.001	10	12
Mg	24.17 ± 2.78	3.11 ± 0.36	87.14	>0.001	60	30
Ca	43.34 ± 2.18	5.13 ± 0.79	90.16	>0.001	100	75

*** البوتاسيوم (K):Potassium**

يلعب عنصر البوتاسيوم دورا هاماً في توازن السوائل في الجسم وفي تنظيم عمل القلب وضرباته وفي نقل الإشارات العصبية، كما يعتبر عامل مساعد في عمل الإنزيمات ويساعد في إفراز هرمون الأنسولين، يوضح الجدول رقم (3) أن عمليات التحلية لها القدرة على إزالة عنصر البوتاسيوم بنسبة 82.3%, حيث كان متوسط قيمة عنصر البوتاسيوم للمياه الداخلة 0.51 ±11.35 ملغ/ ل، في حين انخفض إلى 0.35 ± 2.01 ملغ/ ل للمياه الناتجة. الشكل رقم (3) يبين أن أعلى قيمة للبوتاسيوم كانت 16 ملغ/ ل، بينما كانت اقل قيم 8.4 ملغ/ ل لكل من المحطة I،C على التوالي.

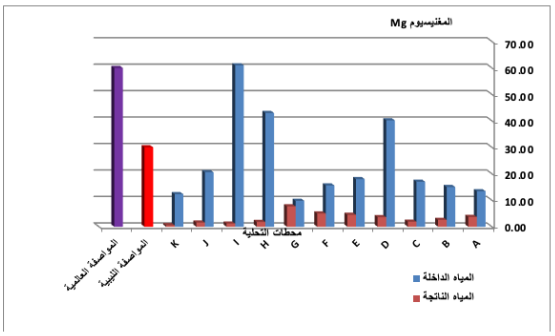


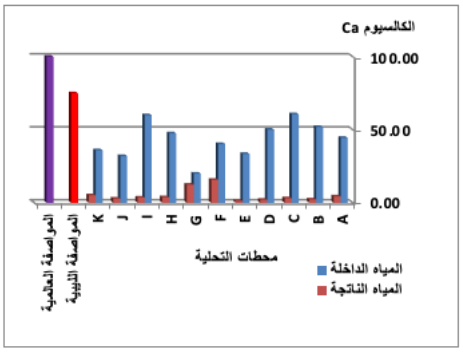


الشكل رقم (3): يوضح متوسط قيم عنصر الصوديوم Na وعنصر البوتاسيوم K لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية WHO

*** المغنيسيوم (Mg) magnesium**

يعتبر عنصر المغنيسيوم من ضمن الايونات المسببة لعسر الماء إلا انه من العناصر المهمة لجسم الإنسان، تسبب التراكيز العالية للمغنيسيوم طعم غير مرغوب في المياه، كما يؤثر في لون وعكارة المياه (علي,2021) [14]. الجدول رقم 3 بين أن متوسط قيمة عنصر المغنيسيوم لكافة المحطات للمياه الداخلة كانت 2.78 ± 24.17، بينما متوسط المياه المنتجة بعد التحلية 0.36 ± 3.11 ملغ/ل وبنسبة إزالة بلغت 87.14%, الشكل رقم (4) يوضح أن أعلى واقل قيمة لعنصر المغنيسيوم كانت 61 , 9.8 ملغ / ل لكل من المحطاتG، I على التوالي.





الشكل رقم (4): يوضح متوسط قيم عنصر المغنيسيوم Mg وعنصر الكالسيوم Ca لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية WHO

* الكالسيوم Calcium (Ca)

يعد الكالسيوم من العناصر الرئيسية المكونة لعسرة المياه وهو العناصر الضرورية خلال مراحل النمو, ويدخل الكالسيوم في تكوين العظام والأسنان وعمل الجهاز العصبي [15] كما ويشير [16].أن وجود الكالسيوم بتراكيز عالية يسبب رائحة غير مرغوبة في المياه, بالإضافة إلى أن أملاح كربونات الكالسيوم تؤدي إلى حدوث مشاكل فنية في منظومات توزيع المياه, تشير النتائج في الشكل رقم (4) أن عينات المياه الداخلة قبل التحلية تقع ضمن توصيات معايير كل من منظمة الصحة العالمية والمواصفة الليبية للمياه (100, 75 ملغ /ل) على التوالي. تظهر النتائج في الجدول رقم (3) أن متوسط قيمة عنصر الكالسيوم للمياه الداخلة كانت 43.34 ± 2.18. بينما للمياه الناتجة بعد التحلية كانت 5.13 ± 0.79 ملغ/ ل. كما بلغت نسبة الإزالة لعنصر الكالسيوم بواسطة عملية التحلية لكافة المحطات 88.16%.

* الانيونات anions

* البيكربونات (HCO3) Bicarbonate

وهي المحددة لقلوية الماء **Alkalinity** حيث يؤدي ارتفاعها إلى ارتفاع في قيمة pH, يُظهر تحليل بيانات عينات المياه الداخلة أن جميع عينات المياه الداخلة تحتوي على تركيز البيكربونات أقل من معيار منظمة الصحة العالمية الموصى به (200 ملغ / ل)، بينما تزيد قيمة البيكربونات في المحطة E للماء الداخل عن معيار المواصفة القياسية الليبية الموصى به (150 ملغ/ ل) وذلك كما موضح بالشكل رقم (5). كما يبين الجدول رقم 4 أن متوسط عينات لكافة المياه الداخلة قبل التحلية كان 89.54 ± 6.33 ملغ/ل، في حين متوسط المياه الناتجة بعد عملية التحلية لكافة المحطات بلغ 16.17 ± 2.70 ملغ/ل، أي انخفضت بنسبة 81.94%, وهذا تقريبا متوافق مع ما وجده [9] حيث أدت تقنية التناضح العكسي إلى خفض نسبة البيكربونات في المياه الجوفية إلى 87.7%.

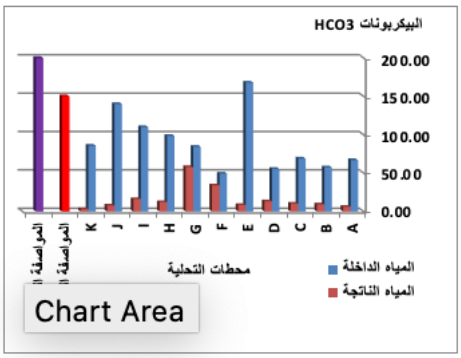
جدول رقم (4): يبين الخصائص الكيميائية للعناصر السالبة (الانيونات) للمياه الداخلة والمنتجة لمحطات التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية والعالمية (WHO)

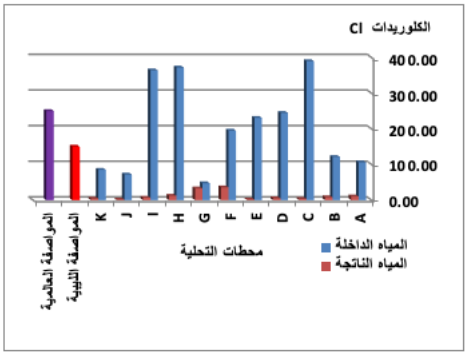
	القيمة قبل التحلية+ الخطاء المعياري	القيمة بعد التحلية + الخطاء المعياري	% الإزالة	قيمة المعنوية لاختبار t	المواصفة العالمية	المواصفة الليبية
HCO 3	89.54 ± 6.33	16.17 ± 2.70	81.94	>0.001	200	150
Cl	202.62 ± 21.57	11.22± 1.99	94.46	>0.001	250	150
SO4	95.62 ± 6.29	13.96± 3.55	85.40	>0.001	250	150

* الكلوريدات (Cl) Chlorides

يعتبر وجود الكلوريد في الماء أحد الأسباب الرئيسية للملوحة [10] ويحتاج جسم الإنسان العادي يوميا من أيون الكلوريد حوالي 6 غرام ما يعادل 15 غرام من ملح الطعام وذلك لتأدية الجسم وظائفه الحيوية [14]. وزيادة تركيز الكلوريد عن 250 ملغ/ ل في الماء يؤدي إلى تغير طعم الماء [17].

أظهرت البيانات أن قيمة متوسط الكلوريدات للمياه الداخلة والناتجة كانت 21.57 ± 202.62, 1.99 ±11.22 ملغ/ ل على التوالي. وبنسبة إزالة للكلوريدات بلغت 94.46%, وذلك كما هو مبين في الجدول رقم (4) وهذا يتفق مع ما أشار إليه [10] في أن محطات التناضح العكسي أدت إلى خفض وإزالة الكلوريدات بنسبة تراوحت من 73-96% من مجموع العينات المختبرة. كما يبين الشكل رقم (5) أن أعلى واقل قيمة للكلوريدات بالنسبة للمياه الداخلة قبل التحلية كانت 390, 47.50 ملغ/ل لكل من محطات التحلية C،G على التوالي.

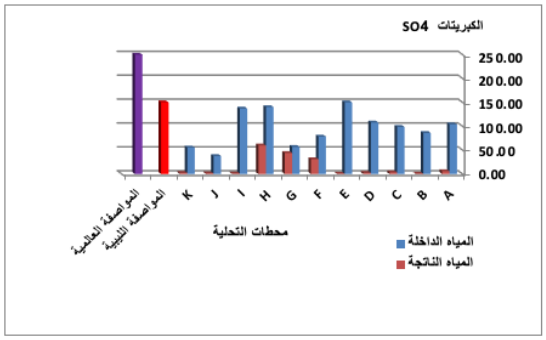




الشكل رقم (5): يوضح متوسط قيم البيكربونات HCO3والكلوريدات Cl لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية WHO

* الكبريتات (SO_4) Sulfate

تعد الكبريتات من المكونات الهامة لعسرة المياه بعد الكالسيوم والمغنيسيوم كما إن ارتفاع تركيزها فوق 500 ملغ / ل يسبب المذاق المر للمياه [14]. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن جميع العينات للمياه الداخلة قبل التحلية كانت ضمن المعايير الموصى بها من منظمة الصحة العالمية وكذلك المعايير القياسية الليبية 250, 150 ملغ/ل على التوالي، بينما تعادل قيمة الكبريتات في المحطة E للماء الداخل مع معيار المواصفة القياسية الليبية الموصى به (150 ملغ/ ل) وذلك كما موضح بالشكل رقم (6). الجدول رقم (4) يبين أن متوسط قيمة المياه الداخلة والمياه الناتجة لكافة المحطات كانت 6.29 ± 95.62, 3.5513 ±.96 ملغ/ل على التوالي، وان نسبة إزالة الكبريتات بعملية التحلية بلغت 85.40%. وهذا يتفق مع ما وجده [9] حيث أدت تقنية التناضح العكسي إلى خفض نسبة الكبريتات في المياه الجوفية إلى 92.2%.



الشكل رقم (6): يوضح متوسط قيم الكبريتات SO4 لكافة المحطات قبل وبعد التحلية ومقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية WHO

*** الخاتمة**

بالمجمل فان جودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب بمنطقة الكفرة تعتبر جيدة مقارنة مع معايير منظمة الصحة العالمية، ولكن نظرًا لعدم الثقة في جودة إمدادات المياه الحكومية بسبب عدم معالجتها وتعقيمها، زاد استخدام مياه محطات تحلية المياه التجارية من قبل المستهلكين للحصول على مياه الشرب الأكثر أمانا. بناءً على نتائج تحلية المياه، كانت جميع القياسات للمياه الناتجة من محطات التحلية متوافقة مع مواصفتي منظمة الصحة العالمية والمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب. عملية التحلية بالتناضح العكسي أدت إلى خفض وإزالة نسبة كبيرة ومتفاوتة من العناصر المعدنية الهامة لصحة الإنسان، حيث تعتبر المياه منخفضة المعادن غير مناسبة على المدى الطويل لصحة الإنسان، ولتحقيق التوازن في تركيز المعادن في المياه النقية النهائية، فمن الأفضل خلط المياه الخارجة من محطات التحلية بالمياه الخام.

*** التوصيات**

١- من الضروري التحكم المستمر في جودة المياه الخارجة من محطات التحلية ومراقبتها.

٢- الحرص على صيانة وتغيير أغشية التناضح العكسي وجميع الفلاتر في أوقاتها المحددة وبصورة مستمرة للحصول على أعلى جودة للمياه.

٣- توفير التدريب والتثقيف اللازم لمشغلي تلك المحطات.

٤- إخضاع تلك المحطات لإدارة البلدية وإدارة الهيئة العامة للمياه وذلك بعمل التراخيص لها.

*** المراجع**

أولاً- المراجع العربية

خير الله، حافظ عيسى. 2018. التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية لآبار مياه الشرب في مدينة الكفرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافي GIS بطريقة IDW. مجلة جامعة سرت العلمية (العلوم الإنسانية) . سرت –ليبيا. 8 (1). 170- 199.

خير الله، حافظ عيسى .2015. الوضع المائي ومستقبله بمنطقة الكفرة جنوب شرق ليبيا، المجلة الدولية للبيئة والمياه.4(1). 82-97.

الفزاني، غادة وأبوقرين، الهادي وأبوقرين، لطفية، والخباط، محاسن، والحريشي، الصادق .2017. تقييم جودة مياه الشرب ببعض مدن المنطقة الغربية الليبية. المؤتمر الوطني الأول للتلوث البحري والمياه الجوفية – طرابلس – ليبيا. 1- 10.

علي، صبا صلاح (2021). دراسة التلوث البكتيري وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمعامل مختارة لإنتاج المياه المعبأة في محافظة كربلاء العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم، جامعة كربلاء. العراق.

المعموري، شيماء عبيس. 2017. تقييم كفاءة محطة تصفية مياه الشرب في مجمع حي الحسين/قضاء الحمزة

الغربي. مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية. المجلد (25):6. 1906-1918.

عون، أحمد أحمد محمد. 2002. الماء من المصدر إلى المكب. ط 1. الهيئة العامة للبيئة. طرابلس - ليبيا. ص 189.

ثانياً– المراجع الأجنبية

Elramly M. ISMAIL, (1980): "AL KUFRAH Pleistocene Lake its Evolution and Role in Present-Day Land Reclamation", The Geology of Libya Volume II , AL Fateh University, Tripoli .

Afonsoa.M.D; Jamal 0.J& Mousa, S.M. 2004. Brackish groundwater treatment by reverse osmosis in Jordan. Desalination.164(2): 157-171.

Khodadadi, M.; Mahvi, A.H. ; Ghaneian, M.T. ;. Ehrampoush, M.H ; Dorri. H. & Rafati L .2016. The role of desalination in removal of the chemical, physical and biological parameters of drinking water (a case study of Birjand City, Iran), Desalination and Water Treatment. 57(53):1-6.

Molana, Z. Khalilpour,A Fallah, S. Tabarinai, H & Amiri,F. 2021. Physicochemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of home filtration systems. international journal of environmental analytical chemistry.103(12):1-7.

APHA, AWWA and WFF. (2005). Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 21st ed., Edited by Eaton, A. D.; L. S. Clesceri.; E. W. Rice. and A. E. Greenberg. American Water Work Association and Water Environment Federation, USA.

Altekrety,A,A and AL-Fatlawy,Y, F. 2017. The Study of Groundwater Treatment by Household Reverse Osmosis System. International Journal of Science and Research (IJSR).6(9).648-653.

Islam,A ; Akber, A; and Ghosh,K. 2017. Water quality of small-scale desalination plants in southwest coastal Bangladesh. Journal Water Science & Technology: Water Supply. 18 (5): 1606–1616.

Harris, T, & Epstein, RH. 1976. Drinking Water and Cancer Morality in Louisiana. Science. 116(4):652- 667.

Mohsin, M; Sarhat, A.R. and Khalil, M. 2023. Evaluation of Water Quality in Household Water Treatment Systems (Filters)

used in Kalar City, Sulaimaniyah, Iraq. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series A: Physical Sciences. 66: (1) .95-102.

Kassir, M. G., Dawood, L. M., & Fuad, F. 2015. Quality Assurance for Iraqi Bottled Water Specifications. Journal of Engineering, 21(10), 114–132.

World Health Organization. 2011. Guidelines for Drinking Water uality, fourth ed., WHO, Geneva,