بحوث المؤتمر العلمي الأول
لكلية العلوم

التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية

تحت شعار : التصالح مع البيئة

سرت 14 اكتوبر 2025م

تحرير

ا.د. عبدالسلام الصالحين محمد

ا.د. حسين مسعود ابومدينه

د. أشرف مصطفى ابوسنينة

د. فتحية عبدالجواد موسى

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2025م

Types of Article Open Access

المؤتمر العلمي الأول لكلية العلوم – جامعة سرت

"التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية"

EPESC

14 أكتوبر 2025

الجزء الثاني: خاص بالورقات المقدمة باللغة العربية

الوكالة الليبية للرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN)
ISBN 978-9959-891-67-9

لجان المؤتمر

اللجنة العليا

أ.د. سليمان مفتاح الشاطر	رئيس الجامعة
أ.د. الطيب محمد القبي	وكيل الجامعة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة	عميد الكلية

اللجنة العلمية

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد	كلية العلوم / جامعة سرت	رئيساً
أ.د. احميد محمد يونس	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
أ.د. رمضان عبدالمولى الهنداوي	كلية العلوم / جامعة عمر المختار	عضواً
أ.د. تهاني يونس عمر	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
د. فتحية عبد الجواد موسى	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً

اللجنة التحضيرية

أ. زينب رجب الفيتوري	رئيساً
أ. علي محمد عمرناجي	عضواً
أ. علي عبد الرحيم الغزالي	عضواً
د. سعاد أحمد أبومريم	عضواً
عبد الحليم مفتاح الشاطر	عضواً
خالد جمعة امهلهل	عضواً
سفيان سالم الشعالي	عضواً
علي مصطفى مكادة	عضواً
يوسف الكرامي	عضواً

محرري كتيب المؤتمر:

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد
ا.د. حسين مسعود ابومدينة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة
د. فتحية عبد الجواد موسى

ايميل التواصل: epesc@su.edu.ly

موقع المؤتمر: https://su.edu.ly/research/index.php/conferences/science/sc1

المحتويات

1. الدور الإيكولوجي لنبات الخروع *Ricinus communis* L في التكيف مع تلوث التربة بالمعادن الثقيلة في البيئات الساحلية شبه القاحلة: دراسة حالة وادي السهل الغربي، شمال شرق ليبيا 220

2. استخدام مخلفات البلاستيك الصناعي في تطوير مستشعر حساس ومرن للكشف عن الزلال (الألبومين) في الدم 229

3. مقارنة كهروكيميائية لإنتاج غاز الهيدروجين من مياه البحر مع مصادر مائية اخرى: دراسة حالة من محطة تحلية مياه البحر بمدينة طبرق - ليبيا 244

4. الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في منظومة أسلحة الدمار الشامل: دراسة في ضوء القانون الدولي العام 257

5. تقدير نسبة تلوث سمكة البوري ببعض الناصر الثقيلة (Cd, Pb, Cu) في حوض سرت. 269

6. تأثير ملوحة المياه المختلفة على أداء النمو ومعدل البقاء وبعض الخصائص الكيميائية في اسماك البلطي كمورد اقتصادي في ليبيا 275

7. دراسة الغطاء النباتي لحافة الجنوبية الجبل الاخضر- شرق ليبيا 286

8. استخدام بعض المستخلصات النباتية كمبيدات صديقة للبيئة لمكافحة (سوس الدقيق) خنفساء الدقيق المشابهة *Tribolium confusum* (duVal) (*Coleoptera: Tenebrionidae*) 305

9. تأثير نبات عدس الماء *Lemna minor* على بعض الخواص الكيميائية في مياه الصرف الصحي في مدينة البيضاء 324

10. التلوث الصناعي للمياه كتهديد للأمن المائي: مقاربة قانونية لحماية الموارد المائية 339

11. صناديق التعويضات كوسيلة من وسائل التعويض الحديث عن الضرر البيئي 364

12. تأثير المياه السوداء على جودة إنتاج محطات التناضح العكسي في مدينة طبرق 382

13. تأثير اضافة مصدر كربون ومصدر نيتروجين على التركيب الكيميائي للبروتينات والدهون 396

14. انتاج الغاز الحيوي من المخلفات العضوية نهج مستدام لتعزيز الطاقة النظيفة في مدينة طبرق 404

15. رصد المخاطر البيئية وآثارها على المواقع الأثرية في مدينة لبدة الكبرى شمال غرب ليبيا 420

16. أوجه حماية البيئة وأحكام المسئولية عن التلوث البيئي وفقا لأحكام القانون الليبي 440

17. البيئة والأمن في العلاقات الدولية "دراسة تحليلية مقارنة ليبيا – اليابان" 455

18. تقييم أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة رأس لانوف وإمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة 476

19. دراسة الخواص الفيزيائية لمياه الشرب بحي المجاهد / هون – الجفرة 496

20. تقييم كفاءة أداء محطات معالجة مياه الصرف الصناعي في رأس لانوف 504

The First Scientific Conference of the Faculty of Science – Sirte University
Environmental Pollution and Challenges of Environmental Sustainability (EPESC), Oct.14, 2025

تأثير المياه السوداء على جودة إنتاج محطات التناضح العكسي في مدينة طبرق

أحمد عبد السلام عوض محمد [1]، عبد الله أبوبكر طيب عبد الله [1]، محمد عبد الهادي السنوسي الهين[1]، رزق الله عبد الله يونس مصباح [1]، سالم محمد عبد العالي محمود [2]

[1]قسم الموارد الطبيعية - كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة - جامعة طبرق، ليبيا
[2]مركز البحوث الزراعية والحيوانية – ليبيا
Corresponding Author Email: ahmedalshahen@tu.edu.ly

Article History:
Received: 25 March 2025
Revised: 26 May 2025
Published: 15 November 2025

الكلمات المفتاحية:
التحلية بالتناضح العكسي (RO)؛ التحليل الميكروبيولوجي؛ الخصائص الفيزيائية والكيميائية؛ جودة مياه الشرب

ملخص البحث: تمثل هذه الدراسة تقييماً لجودة مياه الشرب المنتجة من محطات التحلية بالتناضح العكسي (RO) داخل المجمعات السكنية في منطقة الدراسة (طبرق - ليبيا)، والتي يبلغ عددها خمس محطات موزعة ضمن حدود المدينة خلال موسمي الشتاء والصيف لعامي 2022-2023. وقد هدفت الدراسة إلى تحديد مدى صلاحية هذه المياه للشرب استنادًا إلى المواصفة الليبية لمياه الشرب رقم (82) لسنة 1992 ومعايير منظمة الصحة العالمية (WHO). أظهرت النتائج أن معظم الخصائص الفيزيائية والكيميائية كانت ضمن الحدود المسموح بها، حيث تأثرت درجة الحرارة بالتغيرات الموسمية لكنها بقيت ضمن القيم المقبولة. كما كشفت النتائج عن وجود فروق موسمية واضحة إذا كانت معظم القيم أقل خلال فصل الشتاء مقارنة بالصيف. وقد أظهرت المحطات (2،3،4) في الشتاء قراءات ضمن المدى المسموح بها من حيث التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة الكلية، العسرة الكلية، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، والمغنيسيوم، رغم الانخفاض الملحوظ في المواد الصلبة الذائبة الكلية مقارنة بالحدود القصوى الموصي بها والتفاوت البسيط بين المحطات، كانت مستويات الرقم الهيدروجيني، الفوسفات، والأمونيا ضمن الحدود الآمنة لمياه الشرب في جميع المحطات.

أما التحليل الميكروبيولوجي فقد أظهر وجود تلوث ملحوظ في المحطة رقم (1) في فصل الصيف، وكذلك في المحطتين (2،5) خلال فصلي الصيف والشتاء، وأشارت نتائج

التحاليل الكيميائية للمعادن الثقيلة، مثل الحديد والمنغنيز، إلى أن جميع المحطات كانت ضمن الحدود الآمنة لمياه الشرب.
خلصت الدراسة إلى أن المياه المنتجة من محطات التحلية بالتناضح العكسي في طبرق آمنة بشكل عام للشرب وفقًا للمعايير المحلية والدولية، مع وجود بعض المشكلات المحدودة في بعض المحطات، وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز البنية التحتية لمحطات ROمن خلال إدخال تقنيات حديثة لتحسين عمليات التشغيل والتنقية لضمان جودة المياه.

المقدمة

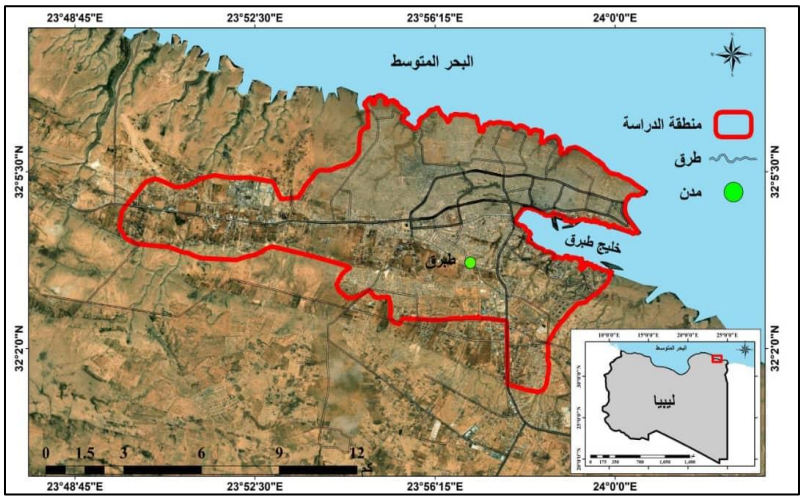
تعاني العديد من الدول العربية من ندرة شديدة في مياه الشرب العذبة، مما يدفعها إلى البحث عن مصادر بديلة مثل تحلية مياه البحر، ومعالجة مياه الصرف الصحي، وخلط المياه المالحة بمياه ذات جودة عالية (FAO, 2005)، وقد برزت تحلية المياه المالحة كحل حيوي لأزمة المياه العالمية، خاصة في الدول العربية التي تعاني من شح المياه العذبة، مثل ليبيا (عباس، 2017)، من أجل تحقيق التنمية المستدامة التي تُعالج تحديات ندرة المياه (الموارد المائية في الوطن العربي، 2000-2025)، وعلى الرغم من أن ليبيا تعتمد بشكل رئيسي على مصادر المياه الجوفية في جنوب البلاد، والتي تمثل حوالي 97% من إجمالي إمدادات المياه، إلا أن مشكلة ندرة المياه ما زالت قائمة في بعض المناطق الشمالية (متخطري والهنداوي، قيد النشر). يعيش أكثر من 81.3% من سكان ليبيا في الشريط الساحلي، مع تفاوت في احتياجات المياه، حيث تحتاج المناطق الحضرية إلى حوالي 400 لتر يومياً، في حين لا تتجاوز احتياجات المناطق الريفية 150 لتراً فقط، وأظهرت دراسة مسعود وآخرون أن الآبار W1 و W7 و W10 خالية من البكتيريا، وتقع في مناطق بعيدة عن مصادر التلوث، وأن جودة المياه بعد المعالجة أصبحت مقبولة وصالحة للاستخدام (الباروني، 1997)، وتعد إدارة الموارد المائية المتكاملة حلاً استراتيجياً لمواجهة ندرة المياه، وهي ضرورية لتحقيق التنمية المستدامة وتلبية الاحتياجات المتنوعة لإمدادات المياه. ومع ذلك، تواجه الأحواض الساحلية في ليبيا تحديات كبيرة مثل النضوب وتدهور الجودة نتيجة لتداخل مياه البحر، مما يبرز الحاجة إلى استراتيجيات فعالة للإدارة (متخطري والهنداوي، قيد النشر)، وفي ظل أزمة المياه التي تعاني منها منطقة الدراسة (مدينة طبرق - شرق ليبيا)، انتشرت في الآونة الأخيرة محطات التناضح العكسي داخل الأحياء السكنية لتوفير المياه وسد العجز، كما تدخل القطاع الخاص بإنشاء محطات مياه شرب تعتمد على تقنية التناضح العكسي، نظراً لأن الوضع الحالي لمحطة تحلية مياه البحر الرئيسية في مدينة طبرق لا يغطي سوى أقل من ثلث احتياجات المدينة من مياه الشرب (FAO, 2005)، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة مياه الشرب المنتجة من محطات التحلية بالتناضح العكسي المنتشرة في أحياء مدينة طبرق خلال موسمي الشتاء والصيف، من خلال تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكرو بيولوجية، ومقارنتها بالمواصفة الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية، وذلك لتحديد مدى مطابقتها لمواصفات مياه الشرب. كما تسعى الدراسة إلى التحقق مما إذا كانت هذه المحطات تعمل بكامل مراحل التشغيل أو تم الاستغناء عن بعض المراحل لأسباب اقتصادية، مع تقديم توصيات لتحسين كفاءة التشغيل وجودة المياه.

7. المواد وطرق البحث:

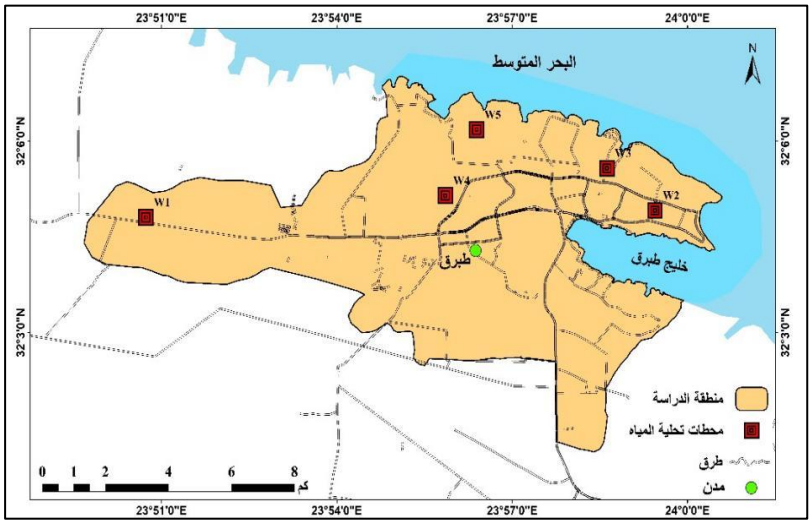
الوصف العام لمنطقة الدراسة:

الموقع:

تقع مدينة طبرق في شمال شرق ليبيا، ويحدها من الشمال البحر الأبيض المتوسط. ومن الناحية الجغرافية، تقع بين خطي طول 23°00'05" شرقاً، وخطي عرض 32°05'00" شمالاً، كما هو موضح في الشكل (1)، وتعد طبرق مدينة ساحلية ذات طابع جغرافي وتاريخي مميز، إذ تقع على بعد 1400 كيلومتر شرق العاصمة طرابلس. كما تعد مدينة طبرق منطقة حدودية مع جمهورية مصر العربية، مما يزيد من الحاجة إلى المياه نتيجة وجود عدد كبير من العمالة الوافدة، ووفقاً لإحصائيات هيئة التعداد السكاني لعام 2022، بلغ عدد سكان مدينة طبرق حوالي 202,174 نسمة. ويتميز مناخ المنطقة بكونه شبه صحراوي، إلا أنه يتأثر بالمناخ المتوسطي المجاور (حار وجاف في الصيف، ودافئ وماطر في الشتاء)، مما ينعكس على درجات الحرارة، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة حوالي 31° مئوية خلال فصل الصيف، بينما بلغ في فصل الشتاء حوالي 15° مئوية.



الشكل (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



الشكل (2): مواقع المحطات في منطقة الدراسة.

الجدول (1)البيانات الجغرافية لمواقع المحطات في منطقة الدراسة

رقم البئر	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع عن سطح البحر (متر)	العمق (متر)
1	"23.84628E	"32.07968N	78	88
2	"23.99023E	"32.08255N	14	16
3	"23.97713E	"32.09332N	22	27
4	"23.93101E	"32.08558N	49	61
5	"23.10338E	"32.10338N	29	34

8. الجانب العملي:

يتضمن هذا الجانب عدة خطوات مهمة تبدأ بجمع العينات خلال موسمي الشتاء والصيف، وذلك من خلال جمع عينات المياه من آبار محطات التحلية بالتناضح العكسي قبل وبعد عملية التحلية، والبالغ عددها 5 محطات، لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبية، مع تكرار كل عينة ثلاث مرات قبل وبعد التحلية. وقد تم تحديد مواقع أخذ العينات باستخدام جهاز تحديد المواقع (GPS) وتم تمثيلها على الخريطة كما هو موضح في الشكل (2). تم نقل العينات إلى المختبر بهدف إجراء الفحوصات الميكروبية في زجاجات معقمة وخلال أقل من ساعتين. كما تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه في منطقة الدراسة، ومقارنة نتائجها بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم (82) لسنة (1992)، وكذلك بمواصفات منظمة الصحة العالمية، وذلك لتحديد مدى صلاحيتها للشرب (APHA, 1995).

طرق التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبية

تم قياس الأس الهيدروجيني (pH) والأملاح الذائبة الكلية (TDS)والإيصالية الكهربائية (EC): باستخدام أجهزة قياس الرقمية مباشرة بعد اخذ العينات. وتم تحليل عينات المياه التي تم جمعها ميدانياً في المختبر عن الأيونات الرئيسية (Fe, Mn,Hcl, Ca - PO4, NH4، Mg++، Na+، K+، HCO3، SO4، Cl، NO3)، باستخدام الطرق القياسية كما اقترحتها جمعية الصحة العامة الأمريكية (APHA, 1995).

التحليل الميكروبي:

تم تقدير العدد الكلي للبكتيريا باستخدام طريقة الأطباق المصبوبة Pouring Plate Methodلتقدير الحمل الميكروبي باستعمال بيئة Violet Red Bile Agar وبيئة Violet Red Bile Glucose Agar وبيئة Tryptone Bile Glucuronic التحضين عند درجتي حرارة 37 - 42 درجة مئوية.

التحليل الاحصائي

اعتمدت الدراسة على أسلوب التحليل الاحصائي الوصفي لتحليل بياناته المتعلقة بالدراسة، تم استخدام التحليل بالبرنامج الإحصائي SPSS27 من خلال استخدام بعض الأساليب الرياضية والاحصائية مثل المتوسطات الحسابية (أعلى قيمة، أقل قيمة، المتوسط العام) وتمثيلها بيانياً بواسطة برنامج Microsoft Office Excel، وقد استخدم اختبار (T. Test) لإجراء المقارنة الإحصائية لكل عنصر بين الآبار في فصل الصيف والآبار في فصل الشتاء لمناطق الدراسة، كما استخدم اختبار برنامج One Way ANOVA للمقارنة الإحصائية لكل عنصر بين الفصلين عند مستوى فرق معنوي أقل من 5%.

9. النتائج والمناقشة:

درجة الحرارة: (Temperature)

تعد درجة الحرارة من الخصائص المهمة للمياه، حيث تلعب دورًا أساسيًا في التفاعلات الكيميائية وذوبان المعادن. فارتفاع درجات الحرارة يزيد من قدرة المياه على إذابة الأملاح والمعادن، مما يؤدي إلى تغيّر في التركيب الكيميائي للمياه. كما أن درجات الحرارة المرتفعة تنشّط النشاط الميكروبي، الأمر الذي قد يؤثر على جودة المياه (Sullivan et al., 2020)، ووفقًا للبيانات الواردة في الجدول (2)، تم تسجيل أعلى درجة حرارة خلال فصل الصيف حيث بلغت 30.1°م في المحطة رقم (2)، بينما تم تسجيل أدنى درجة حرارة خلال فصل الشتاء وبلغت 20.4°م في المحطة رقم (3)، بمتوسط عام قدره 25.2°م. ويُعزى سبب التفاوت في درجات حرارة المياه إلى التغيرات الموسمية، حيث ترتفع الحرارة في الفصول الحارة وتنخفض في الفصول الباردة، وتُعد هذه التغيرات طبيعية. وعلى الرغم من أن المواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية (WHO)لم تحدد قيماً إرشادية لدرجة حرارة مياه الشرب، إلا أنه يُفضل أن تكون المياه باردة وليست دافئة.

الأوكسجين الذائب:(DO)

استنادًا إلى البيانات الموضحة في الجدول رقم (2)، تم تسجيل أعلى قيمة للأوكسجين الذائب خلال فصل الصيف في المحطة رقم (1)، وبلغت 7.4 ملغم/لتر، في حين تم تسجيل أدنى قيمة خلال فصل الصيف في المحطة رقم (3) وبلغت 6.6 ملغم/لتر، بمتوسط قدره حوالي 7ملغم/لتر، يُعد وجود الأوكسجين الذائب في المياه ضروريًا لعمليات التحلل البيولوجي للمواد العضوية، كما يُساهم في منع تكوّن المنتجات الضارة بالبيئة مثل المركّبات السامة والروائح الكريهة، بالإضافة إلى أن نقصه يؤدي إلى زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية، مما قد يُسبب تدهورًا إضافيًا في جودة المياه (Fadaee et al., 2020).

الرقم الهيدروجيني: (pH)

تشير النتائج إلى أن أعلى وأدنى القيم سجلت خلال فصل الشتاء في المحطتين رقم (2 و1) على التوالي، حيث تراوحت بين (6.4 - 6.8)، بمتوسط عام قدره (6.6)، كما هو موضح في الجدول رقم (2). تقع جميع نتائج الدراسة ضمن النطاق المسموح به لمياه الشرب وفقًا للمواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية، ولا يعد الرقم الهيدروجيني عاملًا يؤثر بشكل مباشر على صحة المستهلك، إلا أنه يُعد من أهم المؤشرات التي تُستخدم لتحديد جودة المياه. ويُعتبر النطاق الموصي به بين 6.5 و8.5 ضروريًا لضمان جودة وسلامة مياه الشرب (WHO, 2017).

الأملاح الذائبة الكلية: (TDS)

استنادًا إلى البيانات الواردة في الجدول رقم (2)، يتضح أن هناك اختلافات بين المحطات المدروسة في فصلي الشتاء والصيف، حيث تم تسجيل أعلى قيمة للمجموع الكلي للأملاح الذائبة في فصل الصيف بمقدار 611 ملغ/لتر في المحطة رقم (1) وسجلت اقل قيمة في المحطة رقم (3) بمقدار 48 ملغ/لتر في فصل الشتاء، وكان المتوسط العام (329.5) ملغ/لتر، وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية، التي حددت القيمة المسموح بها لمياه الشرب بمقدار 1000 ملغ/لتر، يتضح أن كل من المحطات (2، 3، 4) في فصل الشتاء بعد عملية التحلية، والمحطتين (3 و4) في فصل الصيف بعد عملية التحلية، لم تتجاوز الحدود المسموح بها ويمكن تفسير اختلاف قيم المجموع الكلي للأملاح الذائبة من خلال الاختلاف في محطات التحلية من حيث جودة الأجهزة، والكفاءة في نوعية المياه الخام التي

تستخدمها وتتعامل معها بالإضافة إلى عوامل أخرى قد تختلف في نوعية المياه، مثل: طبيعة المرشحات المستخدمة في المحطات والصهاريج الناقلة والخزانات والأنابيب التي تباع بواسطتها تلك المياه .

التوصيلية الكهربائية:(EC)

أظهرت النتائج فرقًا كبيرا في قيم التوصيلية الكهربائية كما هو موضح في الجدول (2)، حيث تم تسجيل أعلى قيمة في فصل الصيف وأدنى قيم في فصل الشتاء في المحطتين رقم (1و3) على التوالي، حيث كانت القيم (917، 72) ميكرو-سيمنز/سم، مع متوسط عام قدره 494.5 ميكرو-سيمنز/سم. وبمقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية، التي تحدد أقصى تركيز مسموح به للأملاح الذائبة في مياه الشرب بـ 2300 ميكرو-سيمنز/سم، تُعتبر نتائج جميع المحطات مناسبة للشرب في كلا الفصلين، التوصيلية الكهربائية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالملوحة والمجموع الكلي للأملاح الذائبة.

العسرة الكلية: (T.H)

من البيانات الموضحة في الجدول (2)، تم تسجيل أعلى قيمة في فصل الصيف وأدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطتين (1و3) على التوالي، حيث كانت القيم (210 و20) ملغ/لتر، وكان المتوسط العام للصلابة الكلية 115 ملغ/لتر. وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية، التي حددت الحدود المسموح بها لمياه الشرب 500 ملغ /لتر، فإن جميع المحطات في كلا الفصلين كانت ضمن الحدود المسموح بها للاستهلاك.

القاعدية :(Alkalinity)

القاعدية هي مقياس لقدرة المياه على تعديل الحموضة الناتجة عن وجود أيونات الكربونات، البيكربونات، والهيدروكسيد. استنادًا إلى البيانات المسجلة في الجدول (2)، لوحظت اختلافات في معدلات القاعدية، حيث تم تسجيل أعلى قيمة في فصل الصيف وأدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطتين رقم (1و3)، حيث كانت القيم (57.83، 3.8) ملغ/لتر على التوالي، وكان المتوسط العام 30.8 ملغ/لتر، ويتضح مما سبق أن جميع المحطات في كل من الفصلين تندرج ضمن الحدود المسموح بها لأغراض الشرب.

جدول (2) التحليل الفيزيائية والكيميائية لمياه المحطات في منطقة الدراسة خلال فصلي الصيف والشتاء بعد عملية التحلية

No	العمق	الإرتفاع عن سطح البحر	T		DO		pH		TDS		EC		T.H		ALK	
Unit	M	M	C		mg/l		.		mg/l		µS/cm		mg/l		mg/l	
			الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف
1	88	78	21.7	24.1	6.7	7.4	46.	6.6	437 a	611 a	652 a	917 a	163	210	34.7	57.83
2	16	14	21.4	30.1	7.2	7.0	6.8	76.	77 b	122 b	115 b	183 b	24	38	6.1	21.10
3	27	22	20.4	26.5	7.4	6.6	6.5	6.6	48 b	87 b	72 b	130 b	20	48	3.8	18.50
4	61	49	22.2	25.5	6.7	6.7	6.6	6.6	58 b	65 b	87 b	103 b	22	24	4.6	17.10
5	34	29	22.8	24.8	7.0	6.9	6.7	6.7	324 a	365 a	483 a	548 a	119	153	25.7	39.37
Min			20.4	24.1	6.7	6.6	6.5	6.6	48	65	72	103	20	38	3.8	17.10
Max			22.8	30.1	7.4	7.4	6.8	6.8	437	611	652	917	163	210	34.7	57.83
Lib 1992			-		8.5 - 6.5		1000		-		500		-			
WHO 1984			14.6 - 7.5		8.5 - 6.5		1000		2300		-		200 - 170			
Unit			mg/l		-		mg/l		µS/cm		mg/l		mg/l			

*النتائج المتبوعة بنفس الحرف أو الحروف داخل كل عمود لا تختلف معنويا فيما بينها طبقاً لاختبار أقل فرق معنوي المعدل عند مستوى 5 %. النتائج في جميع الأعمدة تمثل متوسط عدد ثلاث مكررات لعينات المياه.

الصوديوم:(Na)

تشير النتائج الموضحة في الجدول (3) إلى أن أعلى قيمة تم تسجيلها كانت في فصل الصيف في المحطة رقم (1) بمقدار 78 ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطة رقم (3) بمقدار 8 ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 43 ملغ/لتر، يعتبر قياس تركيز الصوديوم من أهم العوامل المستخدمة لتحديد جودة وصلاحية المياه (2018)

Abdalmula et al.وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية، التي حددت النطاق المسموح به لمياه الشرب بـ 200 ملغ/لتر، نجد أن جميع المحطات تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب وفقا للمواصفات القياسية الليبية ومعايير منظمة الصحة العالمية.

البوتاسيوم:(K)

تظهر البيانات في الجدول (3) أن أعلى قيمة تم تسجيلها كانت في فصل الشتاء في المحطة رقم (1) بمقدار 9 ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة في فصل الصيف في المحطة رقم (4) بمقدار 0.9 ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 4.95 ملغ/لتر، يعد البوتاسيوم العنصر السابع من حيث تواجده في المياه الطبيعية، حيث يكون تركيزه منخفضًا في معظم مياه الشرب، وقد يصل إلى 20 ملغ/لتر فقط، بينما يصل إلى أكثر من 100 ملغ/لتر في مياه البحر، وبمقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية، التي حددت التركيز المسموح به للبوتاسيوم في مياه الشرب بـ 20 ملغ/لتر، ومقارنة النتائج مع المواصفات القياسية الليبية التي حددت النطاق المسموح به لمياه الشرب بـ40 ملغ/لتر، يتضح أن مياه جميع المحطات تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب.

الكالسيوم:(Ca)

أظهرت النتائج في الجدول (3) أن أعلى قيمة للكالسيوم تم تسجيلها في فصل الصيف في المحطة رقم (1) بمقدار 65 ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطة رقم (3) بمقدار 6.9 ملغ/لتر يوكان المتوسط العام 35.95 ملغ/لتر، يعد الكالسيوم أحد العناصر الرئيسية التي تشكل صلابة المياه، وله تأثير على استخدام المياه للأغراض المنزلية. وعند مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية، والمواصفات القياسية الليبية التي تحدد التركيز المسموح به لمياه الشرب بـ200 ملغ/لتر، نجد أن مياه جميع المحطات تقع ضمن النطاق المسموح به لمياه الشرب.

المغنيسيوم:(Mg)

تظهر النتائج المسجلة في الجدول (3) أن أعلى وأدنى قيم لتركيز المغنيسيوم خلال فصلي الصيف والشتاء في المحطتين رقم (1و3) على التوالي بلغت (15.4 و0.5) ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 7.95 ملغ/لتر، أيون المغنيسيوم هو أحد أكثر العناصر القلوية شيوعًا في المياه، ويتميز بقدرته العالية على الذوبان في المياه، وهو مشابه لأيون الكالسيوم. وتعتبر المياه التي يتجاوز فيها تركيز المغنيسيوم 125 ملغ/لتر غير صالحة للشرب، ولها تأثير على صحة الإنسان، خاصة على الأمعاء (WHO, 2017).

الأمونيا:(NH_4)

تلعب الأمونيا دورًا مهمًا في تقييم جودة مياه الشرب، حيث تشير التركيزات العالية إلى وجود تلوث قد يؤثر على الصحة العامة، مما يتطلب مراقبة دقيقة في أنظمة معالجة المياه، تظهر النتائج المسجلة في الجدول (3) أن أعلى قيمة للأمونيا تم تسجيلها في فصل الصيف في المحطة رقم (2) بمقدار (0.05) ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة للأمونيا في فصل الشتاء في كل من المحطة رقم (1،3،4) بمقدار 0.0 ملغ/لتر، وبمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، التي حددت الحد المسموح به للأمونيا في مياه الشرب بمقدار 0.5 ملغ/لتر، نجد أن جميع المحطات تتفاوت في قيم الأمونيا، ولكن معظمها تقع ضمن الحدود المسموح بها وفقًا للمواصفات القياسية الليبية.

جدول (3) نتائج قيم الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والامونيا للمحطات في فصل الشتاء والصيف بعد عملية التحلية

NH_4		Mg		Ca		K		Na		الارتفاع عن سطح البحر	العمق	No
mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		M	M	Unit
الصيف	الشاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشاء	الصيف	الشاء	الصيف	الشاء			
10.0	0.0	15.4	15	65	48	6.9	9	78	55	78	88	1
50.0	0.1	3.2	1.2	13.8	7.9	1.8	2.8	18.9	12	14	16	2
0.01	0.0	2.1	0.5	9	6.9	1.1	3	14.7	8	22	27	3
0.01	0.0	1.8	0.8	7.4	7	0.9	1.2	11	9	49	61	4
0.03	0.1	13.1	8	41	33	4.8	3	51	43	29	34	5
0.01	.00	1.8	.50	7.4	6.9	0.9	1.2	11	8	Min		
0.05	.10	.415	15	65	48	.96	9	78	55	Max		
0.5		150		200		40		200		Lib 1992		
1.5		50		200		20		200		WHO 1984		
mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		Unit		

* النتائج في جميع الأعمدة تمثل متوسط عدد ثلاث مكررات لعينات المياه.

الكبريتات:(SO_4)

من النتائج المسجلة في الجدول (4)، تم تسجيل أعلى وادني قيمة للكبريتات في فصل الصيف بحيث كانت أعلي قيمة في المحطة رقم (1) بمعدل 116.0 ملغ/لتر، بينما سجلت أدنى قيمة في المحطة رقم (4) بمعدل 13.0 ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 64.5 ملغ/لتر، وعند مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية التي حددت القيمة المسموح بها لمياه الشرب بـ 400 ملغ/لتر، يتضح أن مياه جميع المحطات تتوافق مع مواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

الكلوريد:(Cl)

تشير النتائج المسجلة في الجدول (4) إلى أن أعلى تركيز للكلوريد تم تسجيله في فصل الصيف في المحطة رقم (1) بمعدل 177 ملغ/لتر، بينما كانت أدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطة رقم (3) بمعدل 9 ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 93 ملغ/لتر، يعد الكلوريد أحد الأيونات السالبة المهمة الموجودة في المياه الطبيعية ويمنح المياه طعما مالحًا، خاصة إذا كان مرتبطًا بأيونات الصوديوم، وعند مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية، التي حددت تركيز الكلوريد المسموح به في مياه الشرب بـ 250 ملغ/لتر، يتضح أن تركيز الكلوريد في مياه جميع المحطات يقع ضمن النطاق المسموح به.

الفوسفات:(PO4)

تظهر النتائج كما هو موضح في الجدول (4) أن أعلى قيمة لتركيز الفوسفات تم تسجيلها في فصل الصيف في المحطة رقم (5) حيث بلغت 0.063ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة في فصل الشتاء في المحطات رقم (2و3و4) بمقدار 0.000ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 0.0315ملغ/لتر. إلا أن الإرشادات الصادرة عن مجموعة الدول الأوروبية في عام 1992 أوصت بأن الحد المسموح به لتركيز الفوسفات في مياه الشرب هو 0.4 ملغ/لتر. وبناءً على ذلك تقع مياه جميع المحطات ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب.

النترات:(NO_3)

النترات هي مركبات كيميائية تحتوي على أيونات النترات، وتعتبر من الملوثات الشائعة في مياه الشرب. يمكن أن تنشأ النترات من عدة مصادر، مثل الأسمدة الزراعية، مياه الصرف الصحي، والتلوث الصناعيRosen and Rainey (2012)، ومن خلال النتائج المسجلة في الجدول (4)، تبين أن أعلى قيمة للنترات خلال فصل الشتاء كانت في المحطة رقم (5) بمعدل 15 ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة في المحطة رقم (4) خلال فصل الصيف أيضًا بمعدل0.3 وكان المتوسط العام 7.65ملغ/لتر، وعند مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية التي حددت النطاق المسموح به لتركيز النترات في مياه الشرب بـ 45 ملغ/لتر، نجد أن مياه جميع المحطات تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب، أشارت دراسة بحثية إلى أن زيادة تركيز النترات في مياه الشرب يسبب الاختناق للأطفال بسبب تأثير النترات على قدرة الدم على نقل الأوكسجين، وأن وجود النترات يؤثر بشكل كبير على تدهور جودة المياه Abdalmula et al (2018).

البيكربونات:(HCO_3)

تظهر النتائج في الجدول (4) أن أعلى وأدنى تركيز للبيكربونات خلال فصل الشتاء في المحطتين رقم (1و4) على التوالي بمعدل (105،2.1) ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 53.55ملغ/لتر، وعند مقارنة النتائج مع مواصفات منظمة الصحة العالمية، التي حددت القيمة المسموح بها لمياه الشرب بـ 200 ملغ/لتر، نجد أن مياه جميع المحطات تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب، تؤثر وجود الكربونات والبيكربونات في المياه على درجة الصلابة. تشير دراسة إلى أن زيادة تركيز البيكربونات في مياه الشرب يساعد في استقرار الرقم الهيدروجيني ويحسن الطعم بينما يؤدي نقصها إلى زيادة الحموضة، مما قد يسبب تآكل الأنابيب وتلوث المياه بالمعادن الثقيلة Omran and Zayed (2021).

جدول (4) نتائج قيم كبريتات وكلوريد والفوسفات والنترات وبيكربونات للمحطات في فصل الشتاء والصيف بعد عملية التحلية.

*النتائج في جميع الأعمدة تمثل متوسط عدد ثلاث مكررات لعينات المياه

No	العمق	الارتفاع عن سطح البحر	So_4		Cl		Po_4		No_3		Hco_3	
Unit	M	M	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
			الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف
1	88	78	108	116.0	85	177	0.001	0.030	10	3.9	105	65
2	16	14	21	29.7	15	39.6	0.000	0.060	2	0.5	20	10.9
3	27	22	35	15.0	9	31	0.000	0.040	0.04	0.4	7	8
4	61	49	37	13.0	11	19	0.000	0.030	0.10	0.3	2.1	15
5	34	29	81	79.0	71	131	0.004	0.063	15	2.1	37	21.4
Min			21	13	9	19	0.00	.0300	0.04	0.3	2.1	7
Max			108	.0116	85	177	0.004	.0600	15	.93	105	65
Lib 1992			400		250		-		45		-	
WHO 1984			400		250		0.4		45		200	
Unit			mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	

الحديد:(Fe)

تظهر النتائج في الجدول (5) أن أعلى قيمة تم تسجيلها لتركيز الحديد خلال فصل الشتاء كانت في المحطة رقم (2) بمقدار 0.05 ملغ/لتر، بينما تم تسجيل أدنى قيمة خلال فصل الصيف في المحطة رقم (4) بمقدار 0.00 ملغ/لتر، وكان

المتوسط العام طوال العام 0.025 ملغ/لتر، وبعد المقارنة مع المواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية، التي حددت النطاق المسموح به لتركيز الحديد في مياه الشرب بـ 0.3 ملغ/لتر، تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن مياه جميع المحطات تقع ضمن المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ذكرت دراسة أن وجود الحديد بتركيزات عالية يمكن أن يسبب طعمًا معدنيًا غير مستحب في المياه، مما يقلل من قبول الإنسان لاستهلاك هذه المياه(Rosen and Rainey (2012.

المنجنيز: (Mn)

تظهر النتائج المسجلة في الجدول (5)، ان أعلى قيمة للمنجنيز خلال فصل الشتاء في المحطة رقم (1) بمقدار 0.09 مليجرام/لتر، في حين سجلت أقل قيمة لتركيز المنجنيز خلال فصلي الشتاء والصيف في المحطات (3، 4) بمقدار 0.00 ملغ/لتر، وكان المتوسط العام 0.045 ملغ/لتر، بعد المقارنة مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية التي حددت المدى المسموح به للمنجنيز في مياه الشرب 0.1 ملغ/لتر، يتضح ان جميع مياه المحطات ضمن مواصفات المنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

جدول (5) نتائج قيم الحديد والمنجنيز للمحطات في فصل الشتاء والصيف بعد التحلية

No	العمق	الارتفاع عن سطح البحر	Fe		Mn	
Unit	M	M	mg/l		mg/l	
			الشتاء	الصيف	الشتاء	الصيف
1	88	78	0.04	0.02	0.09	0.02
2	16	14	0.05	0.01	0.05	0.01
3	27	22	0.03	0.00	0.00	0.00
4	61	49	0.03	10.0	0.00	0.00
5	34	29	0.01	0.02	0.07	0.02
Min			0.01	0.00	0.00	0.00
Max			.050	.020	0.09	.020
Lib 1992			0.3		0.1	
WHO 1984			0.3		0.1	
Unit			mg/l		mg/l	

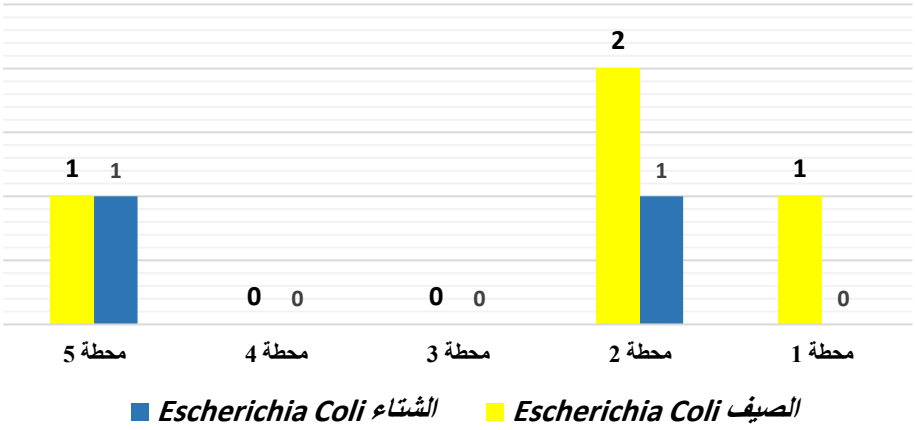
*النتائج في جميع الأعمدة تمثل متوسط عدد ثلاث مكررات لعينات المياه.

التحليل الميكروبي

تُبيّن نتائج جدول (6) وجود تلوث ميكروبي في بعض مواقع الدراسة، حيث تم رصد بكتيريا E. coli خلال فصل الصيف في المحطة رقم (1)، بينما سُجِّل وجودها في كل من فصلي الصيف والشتاء في المحطتين رقم (2) و(5). في المقابل أظهرت التحاليل خلو المياه من هذا التلوث في المحطتين رقم (3) و(4)، مما يدل على نقاوتها. ويُحتمل أن يعود سبب هذا التلوث إلى عدة عوامل، من أبرزها: قرب الآبار السوداء من مصادر المياه الجوفية، تصريف مياه الصرف الصحي في المناطق المجاورة، أو غياب أنظمة التعقيم الفعّالة مثل وحدات الأوزون والأشعة فوق البنفسجية في بعض محطات المعالجة. Pujari and Lal(2011)

جدول (6) نتائج التحاليل الميكروبية للمحطات في فصلي الشتاء والصيف بعد التحلية

No	العمق	الارتفاع عن سطح البحر	*Escherichia Coli*	
Unit	M	M	الشتاء	الصيف
1	88	78	Ve-	+Ve
2	16	14	+Ve	+Ve+
3	27	22	Ve-	Ve-
4	61	49	Ve-	Ve-
5	34	29	+Ve	+Ve



(تلوث متوسط) 2 = Ve++، (تلوث بسيط) 1 = Ve+ ، (لا يوجد تلوث) 0 = Ve- *

الشكل (3) الرسم البياني لنتائج التحاليل الميكروبية للمحطات في فصلي الشتاء والصيف بعد التحلية

التحليل الاحصائي:

تم إجراء تحليل إحصائي للخصائص الفيزيائية والكيميائية لنتائج مياه خمس محطات بعد عملية التحلية خلال فصلي الشتاء والصيف باستخدام اختبار T-Test للمقارنات الزوجية واختبار One-Way ANOVA لتحليل التباين بين المحطات، حيث أظهرت النتائج أن درجة الحرارة كانت المتغير الفيزيائي الوحيد الذي سجل فرقًا معنويًا دالًا($p < 0.05$) ، مما يعكس تأثيرًا واضحًا للعامل الموسمي، بينما لم تُظهر باقي الخصائص الفيزيائية مثل الأوكسجين المذاب (DO) والرقم الهيدروجيني (pH) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) والتوصيلية الكهربائية (EC) أي فروقات معنوية، ما يدل على استقرارها النسبي بين الفصلين؛ أما من حيث المتغيرات الكيميائية، فقد تميز كل من الحديد (Fe) والفوسفات (PO_4^{3-}) بفروق معنوية دالة، في حين بقيت باقي العناصر دون فروق ذات دلالة إحصائية.

10. الاستنتاجات:

خلصت الدراسة إلى أن جميع القيم التي تم الحصول عليها من نتائج مياه محطات التحلية كانت في الغالب ضمن الحدود المسموح بها وفقًا للمواصفات القياسية الليبية وكذلك معايير منظمة الصحة العالمية .(WHO) بالإضافة إلى ذلك، تم ملاحظة وجود تلوث ميكروبي للمياه المنتجة من بعض محطات التحلية بالتوافقيات مع *E. coli*

11. التوصيات

- ضرورة مراقبة دورية للمياه المنتجة من محطات التناضح العكسي من خلال التحاليل الكيميائية والميكروبية.
- تعزيز أنظمة العزل والفصل بين مصادر الصرف الصحي (المياه السوداء) ومصادر المياه المعالجة.
- تحديث البنية التحتية لمحطات التحلية بما يضمن منع أي تسرب أو اختلاط محتمل.
- رفع كفاءة برامج الصيانة والتعقيم في وحدات التناضح العكسي، خاصةً في المناطق القريبة من مصادر التلوث.
- توعية المجتمعات المحلية والمقيمين بأهمية الحفاظ على أنظمة الصرف وتشجيع السلوكيات التي تقلل من تلوث البيئة المائية.
- تبني سياسات بيئية صارمة لمراقبة وإدارة النفايات السائلة في المناطق السكنية.

	T	DO	PH	TDS	EC	caco3	alkalinity	Na	K	Ca	Mg	NH4	So4	Cl	po4	No3	Hco3	Fe	Mn
T	1																		
DO	-.290	1																	
PH	.452	.126	1																
TDS	-.067	.240	-.143	1															
EC	-.064	.240	-.143	1.000	1														
caco3	-.063	.170	-.166	.991	.991	1													
alkalinity	.224	.148	-.063	.942	.943	.942	1												
Na	-.034	.234	-.115	.998	.999	.994	.953	1											
K	-.330	.231	-.338	.849	.847	.844	.708	.832	1										
Ca	-.070	.239	-.161	.999	.999	.992	.942	.997	.863	1									
Mg	-.049	.098	-.168	.969	.969	.983	.921	.972	.886	.976	1								
NH4	-.227	.403	.590	.229	.228	.197	.118	.234	.039	.193	.118	1							
So4	-.249	.239	-.253	.958	.956	.950	.823	.948	.891	.961	.943	.171	1						
Cl	.085	.270	-.033	.953	.954	.956	.970	.965	.724	.955	.925	.198	.862	1					
po4	.857	-.156	.386	.127	.130	.169	.421	.173	-.126	.139	.192	-.219	-.060	.360	1				
No3	-.288	-.010	-.034	.562	.558	.558	.370	.548	.497	.539	.543	.502	.647	.356	-.353	1			
Hco3	-.262	.033	-.344	.798	.796	.779	.660	.773	.923	.799	.820	.079	.827	.604	-.227	.648	1		
Fe	-.704	.349	-.025	.081	.078	.053	-.173	.053	.456	.094	.106	.201	.224	-.040	-.592	.077	.325	1	
Mn	-.384	-.007	.051	.502	.498	.495	.282	.482	.650	.490	.539	.484	.587	.274	-.415	.859	.766	.457	1

الشكل (4) الارتباط بين الخواص الفيزيائية والكيمائية في فصلي الصيف والشتاء

12. المصادروالمراجع:

أولًا: المراجع العربية

الباروني، سليمان صالح. (1997). تأثير الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في ليبيا. مجلة الهندسي. طرابلس- ليبيا. 36-37.

عباس، عباس هادي. (2017). تحلية المياه الجوفية في جامعة تكريت باستخدام تقنية التناضح العكسي. مجلة الدراسات البيئية. العدد 17، ص1-10.

المتخطري، منير، الهنداوي، رمضان. (قيد النشر). تحلية مياه البحر في طبرق – شرق ليبيا: الخيار الاستراتيجي الحالي لمواجهة ندرة مياه الشرب في المدينة. ورقة غير منشورة.

منظمة الأغذية والزراعة .(2005) .الزراعة والغذاء والمياه: مساهمات في تقرير تنمية المياه العالمي ص. 59. الموارد المائية في العالم العربي واحتياجاتها خلال الفترة من 2000 إلى 2025.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

Abdalmaula, G. H., Lamloum, F. B., Prospero, E., & Alhendawi, R. A. (2018). Infants methemoglobinemia due to nitrate contaminated in rural water supplies in the region of Al-Jebel Al-Akhdar, Libya. *Middle-East Journal of Scientific Research, 26*(3), 339–345.

Alhendawi, R. A. M. (2010, June 12). *Problems of world's fresh water scarcity with particular reference to Libya* [Paper presentation]. Third Academic Symposium of Libyan Research Study, Sheffield, United Kingdom.

American Public Health Association. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (19th ed.).

Fadaee, M., Mahdavi-Mohmand, A., & Zounemat-Kermani, M. (2020). Seasonal short-term prediction of dissolved oxygen in rivers via nature-inspired algorithms. *CLEAN – Soil, Air, Water, 48*(2), 1900360.

Masoud, M., Abdullah, A., Abdulrahim, A., & Aeyad, T. (2021). Quality assessment of underground water before and after treatment: A case study of Tobruk City, Libya. *Scientific Journal for the Faculty of Science – Sirte University, 1*(1), 53–60.

Omran, A. A., & Zayed, M. A. (2021). Bicarbonate buffering in drinking water: Implications for human health. *Water Science and Technology, 84*(5), 1069–1081.

Rosen, M. R., & Rainey, G. P. (2012). Iron in drinking water: Sources, treatment, and impact on public health. *Environmental Health Perspectives, 120*(3), 476–481.

Sullivan, M. R., Jones, A. R., & Smith, L. J. (2020). The impact of temperature on groundwater properties and quality. *Journal of Hydrology, 580*, 124–135.

Wenjie, H. (2012). Technology to ensure the safety of drinking water. *Tianjin Construction Science and Technology Journal, 15*, 27–28.

World Health Organization. (2005). *Nutrients in drinking water: Protecting human health from microbiological and chemical risks*. https://apps.who.int/iris/handle/10665/43403

World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. https://apps.who.int/iris/handle/10665/254637

The Impact of Black Water on the Quality of Output from Reverse Osmosis Plants in Tobruk City

Ahmed Abdulsalam Awad Mohamed[1], Abdullah Abubakr Tayyib Abdullah[1], Mohamed Abdelhadi Al-Sanousi Al-Hin[1], Rizgallah Abdullah Younis Misbah[1],Salem Mohamed Abd Al-Aali Mahmoud[2]

[1]Department of Natural Resources, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Tobruk, Libya

[2]Agricultural and Animal Research Center, Libya

Abstract

This study represents an assessment of the quality of drinking water produced by reverse osmosis (RO) desalination plants located within residential complexes in the study area (Tobruk – Libya). The study covered five RO plants distributed within the city's boundaries during the winter and summer seasons of the years 2022–2023. The primary aim was to determine the suitability of the water for drinking based on the Libyan

Drinking Water Standard No. 82 of 1992 and the guidelines of the World Health Organization (WHO).

The results showed that most physicochemical properties were within the permissible limits. Temperature was affected by seasonal variations but remained within acceptable values. The findings also revealed clear seasonal differences, with most values being lower during the winter compared to the summer. In winter, Stations (2, 3, and 4) recorded values within the acceptable range for electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), total hardness, sodium, potassium, calcium, and magnesium. Although a notable decrease in TDS was observed compared to the recommended maximum limits and a slight variation between stations, pH, phosphate, and ammonia levels were within safe limits for drinking water across all stations.

Microbiological analysis indicated significant contamination at Station No. (1) during the summer, as well as at Stations (2 and 5) during both winter and summer seasons. Chemical analyses of heavy metals, such as iron and manganese, showed that all stations were within the safe limits for drinking water. Furthermore, the analysis of variance (ANOVA) revealed statistically significant differences ($P<0.05$) in all parameters of total dissolved solids and electrical conductivity between the winter and summer seasons, except for temperature, phosphate, and ammonia.

The study concluded that the water produced by RO desalination plants in Tobruk is generally safe for drinking according to both national and international standards. However, some minor issues were observed in specific stations. Therefore, the study recommends enhancing the infrastructure of RO plants by incorporating advanced technologies to improve operational and purification processes to ensure water quality.

Keywords: Drinking Water Quality - Reverse Osmosis (RO) Desalination - Physicochemical Properties - Microbiological Analysis.