



دراسة كفاءة المياه المنتجة والاثـر البيئي للمياه الراجعة في محطة الزاوية لتحلية مياه البحر

ناجي شكشم*

القسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا

* البريد الإلكتروني (للباحث المرجعي): naji.shaksham@sabu.edu.ly

Study of the efficiency of produced water and the environmental impact of returned water At the Zawiya seawater desalination plant

Naji shaksham

Department of civil Engineering, Faculty of engineering, University of Subrath, Subrath, Libya,

Received: 08/9/2026 Revised: 13/9/2026 Accepted: 05/10/2026 Publication: 24/10/2026

المخلص:

استخدمت تقنية تحلية مياه البحر متعددة التأثير (M E D) في ليبيا في عدة محطات للتحلية. تمتاز هذه التقنية بخفض استهلاك الطاقة وتقليل تكلفة انتاج المياه العذبة المنتجة والكفاءة الحرارية مقارنة بالتقنيات الاخرى. محطة الزاوية لتحلية مياه البحر من ضمن المحطات المنفذة، وهي نموذج (M E D). تساهم هذه الدراسة في تقييم جودة المياه المنتجة من المحطة ودراسة كفاءة نسب ازالة الاملاح من مياه البحر وكذلك دراسة الاثر البيئي للمياه الراجعة للبحر. خلصت الدراسة بان نسبة ازالة الاملاح الذائبة في المحطة كانت نسب مثالية حيث بلغت (63.47 %) وهذا مؤشر على جودة المياه المنتجة.

الكلمات المفتاحية: تقنية، محطة، تحلية، المياه، المنتجة، البحر، متعددة التأثير.

Abstract:

Multi-Effect Distillation (MED) seawater desalination technology has been implemented in several desalination plants in Libya. This technology is characterized by lower energy consumption, reduced freshwater production costs, and higher thermal efficiency compared with other desalination technologies. Al-Zawiya Sea water Desalination Plant is one of the facilities utilizing the MED system. This study aims to evaluate the quality of the water produced by the plant, assess the efficiency of salt removal from seawater, and investigate the environmental impact of the brine discharge returned to the sea. The results showed that the desalination plant achieved an optimal dissolved salts removal efficiency of 63.47%, indicating a satisfactory level of produced water quality. Furthermore, the study highlights the importance of continuous monitoring of brine discharge to minimize potential environmental impacts on the marine ecosystem.

Keywords: Technology, Plant, Desalination, Water, Produced Water, Sea, Multi-Effect

1 المقدمة:

الماء هو العنصر الأساسي لقيام أي مظهر من مظاهر الحياة وهو أحد أهم عناصر الثروة الطبيعية في الكون ويشكل أساس الحياة، حيث قال الله في محكم كتابه " وجعلنا من الماء كل شيء حي" الانبياء(30).

المياه اساس التنمية المستدامة، وهي ضروري للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، والطاقة وإنتاج الغذاء وبقاء الإنسان. يُعدّ تلوث المياه من أبرز المشكلات البيئية التي تهدد صحة الإنسان والكائنات الحية إذ تعتمد الحياة على المياه بوصفها عنصراً أساسياً للبقاء، ويحدث تلوث المياه عندما تدخل مواد ضارة أو ملوثات كيميائية أو بيولوجية إلى مصادر المياه مثل الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية، مما يؤدي إلى تدهور نوعية المياه وجعلها غير صالحة للاستخدام البشري أو البيئي. ان تلوث المياه يشير إلى التغير في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه نتيجة دخول مواد غريبة إليها. وتشمل هذه المواد الملوثات الصناعية، والمخلفات المنزلية، والمبيدات الزراعية، والمعادن الثقيلة، إضافة إلى الكائنات الدقيقة الممرضة التي قد تسبب العديد من الأمراض. آثار تلوث المياه يؤدي إلى العديد من المشكلات البيئية والصحية، من أبرزها: انتشار الأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا البكتيرية وشلل الاطفال الفيروسي والتهاب السحايا الطفيلي[1]، كذلك تدهور النظام البيئي المائي وفقدان التنوع الحيوي بالإضافة الى التأثيرات السلبية على الزراعة والإنتاج الغذائي.[1] مما ذكر تعتبر ليبيا من الدول الفقيرة مائياً وهي من الدول المتضررة بمشاكل تلوث المياه ناهيك عن ندرة المياه الطبيعية كانت جوفية ام سطحية. ان ندرة المياه الصالحة للشرب او الاستخدامات الاخرى بدأت تؤرق دول العالم باسره حيث لجئت معظم الدول المطلة على البحار في الاستثمار في تحلية مياه البحر. بناء على ذلك اهتمت ليبيا منذ السبعينات بهذه التكنولوجيا حيث نفذت واحد وعشرون محطة لتحلية مياه البحر في بعض المدن المطلة على ساحل البحر بلغ الانتاج (525000م³/يوم)^[2] حسب السعة التصميمية للمحطات المنفذة. محطة الزاوية لتحلية مياه البحر احدى هذه المحطات نفذت سنة (2010) وتبلغ القدرة الانتاجية التصميمية للمحطة (80000 م³/يوم).^[3] وفي هذا السياق تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على تقييم كفاءة المياه المنتجة من محطة الزاوية، مع التركيز على تحليل الاثر البيئي الذي تخلقه عمليات المياه الراجعة على المنظومة البحرية والشاطي المحيط بالمنطقة.

1.1 مشكلة الدراسة:

- تعد محطة تحلية الزاوية التي تعمل بتقنية التأثير المتعدد (M E D) مصدراً حيوياً لتلبية الاحتياجات المائية المتزايدة في المنطقة. ومع ذلك تبرز مشكلة الدراسة من التخوفات المتعلقة بمدى استدامة جودة المياه المنتجة عبر هذه التقنية الحرارية، خاصة مع احتمالية تأثر كفاءة المحطة بالعمر التشغيلي للمعدات وعمليات الصيانة بالمحطة، أو التغيرات في خصائص مياه البحر المغذية.
- إلى أي مدى تطابق الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجي للمياه المنتجة من محطة تحلية الزاوية (M E D) المعايير المعتمدة في المواصفة القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية؟

1.2 اهمية الدراسة:

تتبع اهمية الدراسة من تقييم اداء محطة تحلية المياه بالزاوية الى:

- معرفة مدى مطابقة المياه المنتجة من المحطة للمواصفات والمعايير العالمية والليبية لمياه الشرب.
- كما تسهم النتائج في تحديد العوامل المؤثرة في كفاءة التشغيل، واقتراح اجراءات لتحسين جودة المياه.

1.3 اهداف الدراسة:

- تقييم المياه المنتجة من المحطة وتحديد كفاءتها
- تحليل تراكيز العناصر في المياه المنتجة وقياس نسبة التلوث الجرثومي ان وجد ومقارنتها بالمواصفات المعتمدة
- تقديم المشورة والتوصيات في كفاءة المياه المنتجة .

1.4 منهجية الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج التجريبي التحليلي على النحو:

- جمع وتحليل عينات من المياه المنتجة والمياه المغذية للمحطة.
- مقارنة تراكيز المياه للمواصفات.
- تقييم نسبة كفاءة المحطة للمياه المنتجة.

1.5 حدود البحث:

يتحدد البحث بثلاثة أبعاد

الحدود المكانية: محطة تحلية الزاوية

(1) الحدود الموضوعية: تقييم جودة مياه الشرب الناتجة عن محطة تحلية الزاوية (بتقنية التأثير المتعدد)

ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية الليبية والعالمية

(2) الحدود الزمنية: 2025-2026

1.6 الموقع العام:

تقع محطة تحلية المياه غرب مدينة الزاوية بجانب مصفاة الزاوية لتكرير النفط من الغرب بين خطي

(33S284072.03 شمالا ، 3630524.60 شرقا)^[4] كما مبين بالخريطة(1)



شكل (1): الموقع العام للمحطة

1.7 الدراسات السابقة:

- ركز بحث (محمد قباصة)^[5] على " تحديد نسب تركيز ايونات العناصر الثقيلة لمياه البحر المجاورة لمحطات تحلية مياه البحر غرب ليبيا وتشمل محطات تحلية زوارة والخمس والزاوية" . اظهرت نتائج العينات وجود تلوث مياه البحر بالعناصر الثقيلة نتيجة المياه الراجعة من المحطات ، مما سيؤثر سلبا على البيئة البحرية والاماكن المجاورة.
- خلص الباحث (كمال ابو عظم)^[6] دراسته بعنوان " تحلية مياه البحر في الجزائر لتوفير مياه الشرب وحماية البيئة البحرية" ، بان اغلب الدراسات التي اجريت حول تحلية مياه البحر في العالم لها تأثير سلبي على النظم البيئية ومن اهمها تركيزات العناصر العالية للمياه الراجعة للبحر من المحطات. بالإضافة الى التكلفة الانتاجية العالية للمياه المنتجة.
- قام (حلاسة كوثر)^[7] بدراسة " الوضع المائي في دول المغرب العربي " ، وخلص من خلال التحليل الدقيق للوضع المائي لهذه الدول بانه لا يفي بالطلب نتيجة الزيادة السكانية والاستعمال المفرط للماء في الزراعة والصناعة وغيرها، مما نجم عنه تدهور في الجودة والكمية معا .
لهذه الاسباب يستوجب اللجوء الى الحل الامثل وهو تحلية مياه البحر والاستفادة من تقنية التحلية ومواكبة التطورات في هذا المجال.

1.8 ادوات البحث:

- ادوات لجمع وحفظ العينات .
- اجهزة حقلية لقياس درجة حرارة الماء واجهزة قياس الاملاح في الماء والناقلية الكهربائية.
- معمل متكامل لتحليل عناصر المياه من الناحية الكيميائية والطبيعية والجرثومية.
- برامج لتحليل البيانات المتحصل عليها والحفظ.

2 مكونات وخصائص منظومة محطة الزاوية لتحلية المياه:

تعمل المحطة شكل (2) بطريقة التأثير المتعدد المراحل^[8] (Multi effect distillation) تحوي اربع مراحل تأثير كما مبين في النموذج شكل (3) . السعة الإنتاجية للمحطة (80000 م³/يوم) . بالإضافة الى اربع غلايات بسعة (120 طن / ساعة) .



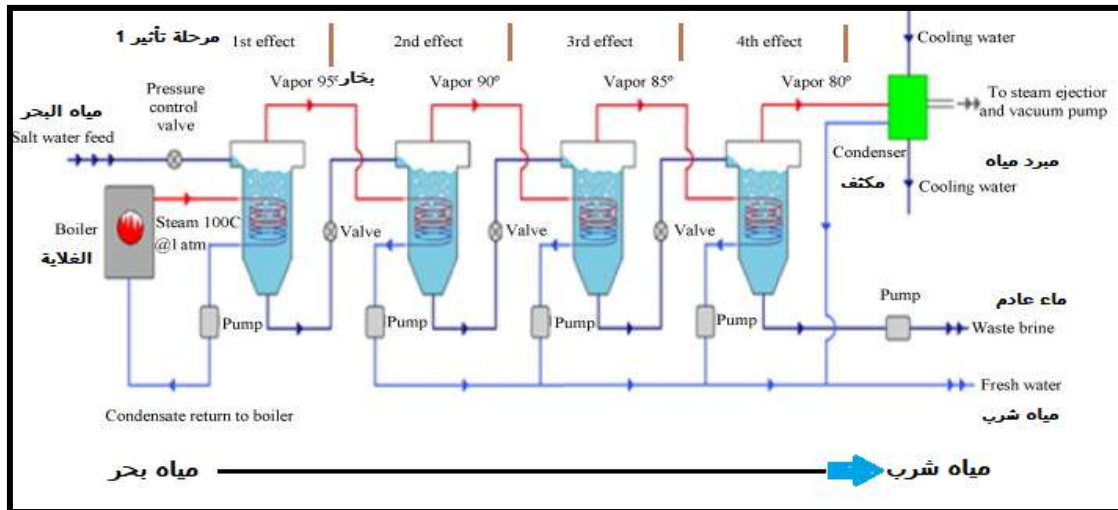
شكل(2) محطة الزاوية لتحلية المياه

وتمتاز بالآتي:

- الكفاءة الحرارية عالية.
- استهلاك الكهرباء منخفضة جداً بالمقارنة مع غيرها من العمليات الحرارية.
- مثالية للاقتـران مع محطات توليد الطاقة، يمكن استخدام البخار في أي ضغط (من 1 الى 40 بار)

2.1 مبدأ عمل وحدة تقنية التأثير متعدد المراحل (M E D) ومراحل تشغيلها.

تعتمد منظومة التحلية على الحقيقة الفيزيائية (درجة غليان السوائل تتناسب طردياً مع الضغط الواقع عليها فكلما قل الضغط الواقع على السائل انخفضت درجة غليانه). مراحل التحلية مبينة في النموذج شكل (3)، وتعتمد على تمرير مياه البحر عبر سلسلة من حجرات التبخير المتتالية (التأثيرات)^[11] بدرجات حرارة متناقصة، مستخدمة الحرارة المنتجة من الغلاية لتبخير المياه وتكثيفها تدريجياً لإنتاج مياه عذبة نقية، ويمكن ترتيب مراحل التحلية من سحب مياه البحر حتى إنتاج المياه النقية :

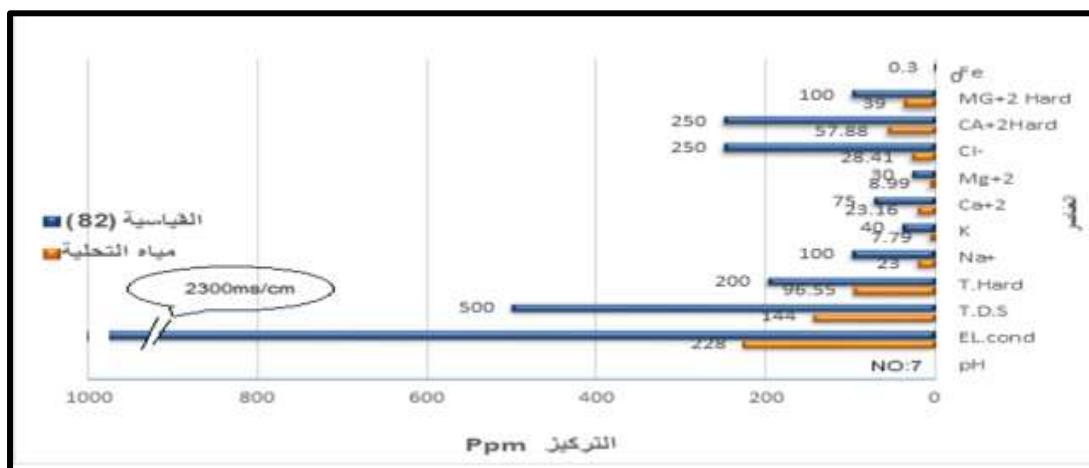


الشكل (3) نموذج وحدة تقنية التأثير متعدد المراحل (MED)^[11]

3 تحليل النتائج:

3.1 الاختبارات الكيميائية:

جُمعت عينات المياه المنتجة من المحطة بتاريخ 2026/4/2 وحُفظت في ظروف بيئية ملائمة بعيداً عن الضوء وأشعة الشمس المباشرة، لضمان استقرار خصائصها الطبيعية وتقادي أي تأثير على دقة نتائج التحليل، ويستعرض الشكل (4) مقارنة بين عناصر المياه المنتجة ومواصفات المياه القياسية.^[12]



الشكل (4) مخطط التحاليل الكيميائية للمحطة

يتبين من المخطط الاتي:

- 1- متوسط قياسات الرقم الهيدروجيني للمياه المنتجة (7) وهذا المعدل يقع ضمن المسموح به للمواصفات الليبية (82). وتقع القيم في حدود المتعادل (بين الحامضي والقلوي).
 - 2- تبلغ نسبة الأملاح الذائبة الكلية (144 Ppm) والموصلية الكهربائية (228 ms/cm)، وهما ضمن الحدود المثالية التي تجعل طعم المياه مقبولا، والعكارة معدومة مما يؤكد صفاء المياه وخلوها من العوالق.
 - 3- توزيع الأيونات المفيدة في المياه بشكل متوازن، إذ يحتوي الماء على نسب معتدلة من الكالسيوم (23.16 Ppm) والمغنيسيوم (8.99 Ppm) والبوتاسيوم (7.79 Ppm) وهي عناصر تمنح الجسم احتياجه اليومي دون أن تسبب عسرة عالية للمياه.
 - 4- تُعد نسبة الصوديوم منخفضة أقل من (23 Ppm)، مما يجعل هذه المياه خياراً جيد وآمناً لمرضى ضغط الدم والكلية.
- تؤكد النتائج أيضاً الخلو التام للمياه من أشكال التلوث العضوي أو الكيميائي أو الزراعي؛ حيث سجلت نسب النترات والنيتريت والأمونيوم والحديد قيمة صفرية .
- تتميز هذه المياه بجودة عالية ونقاء ممتاز من الناحيتين الكيميائية والفيزيائية، وتتطابق أغلب مؤشرات مع معايير مياه الشرب القياسية. تظهر النتائج أن المياه عذبة جداً.

3.2 الاختبارات البيولوجية:

يبين الجدول (1) نتائج الفحوصات البيولوجية للمحطة والتي تدل خلو العينات من الملوثات .

الجدول (1) نتائج التحليل البيولوجي للمياه

النتيجة	العينة
0.00	نسبة الكلور المتبقي (mg/l)
0.00	الجراثيم القولونية في 100 مل
0.00	العدد الكلي للجراثيم الميكروبية في 100 مل

3.3 كفاءة المحطة:

تعرف الكفاءة بأنها مقياس قدرة المحطة على انتاج مياه صالحة للشرب وفق المعايير الدولية المثالية بأقل تكلفة وهدر الطاقة في الانتاج. ولقياس نسبة كفاءة محطة التحلية قيد الدراسة في التخلص من الأملاح، فإنه يتوجب معرفة متوسط تركيز عناصر المياه الداخلة للمحطة، ومتوسط قياسات تركيز المياه المنتجة، وذلك باستخدام المؤشرات التالية: وهي استرجاع المياه وإزالة الأملاح وجودة المياه. في هذا الشأن وبمعلومية نتائج سابقة من (ارشيف المحطة) كما مبين بالجداول التالية يتم تطبيق بعض المعادلات الخاصة بالمؤشرات لمعرفة كفاءة المحطة:

3.3.1 كفاءة المحطة لقياسات الموصلية الكهربائية (EC)^[11]

وهو مقياس مئوي يعبر عن نسبة انخفاض الموصلية بعد عملية التحلية . يبين الجدول (2) قيم مقاسة للموصلية الكهربائية (EC) للمياه الداخلة للمحطة والمياه المنتجة لعدد عشرة عينات. من المعادلة (1) يمكن حساب كفاءة إزالة الأملاح في المحطة:

$$Salt\ Rejection = \left(1 - \frac{EC_p}{EC_f}\right) \times 100 \quad \dots \dots (1)$$

(EC_p=21.29) متوسط موصلية المياه الداخلة (EC_f=58.28) متوسط موصلية المياه المنتجة

الجدول (2): يوضح نسبة كفاءة المحطة لقياسات الموصلية الكهربائية (EC).

العينات	المياه الداخلة للمحطة	المياه الخارجة (المنتجة)	نسبة الكفاءة
1	58.17	26.1	%63.47
2	58.28	22.5	
3	58.42	19.4	
4	58.42	24.5	
5	58.17	22	
6	58.28	22	
7	58.42	16.2	
8	58.33	25	
9	58.22	14.2	
10	58.13	21	
متوسط القراءات	58.28	21.29	

تشير النتيجة لنسبة كفاءة المحطة لقياسات الموصلية الكهربائية (EC) 63.47%. وهذه النسبة تعتبر غير جيدة مقارنة بالسنوات السابقة وقد يُعزى ذلك إلى عدم صيانة المحطة لفترة طويلة جداً، وتهالك الأنابيب، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تسرب جزء من المياه المالحة، يؤثر هذا سلباً في أداء المحطة في قياس الموصلية الكهربائية (EC). فضلاً عن وجود أسباب أخرى من المرجح أن تكون وراء تدني مستوى نسبة كفاءة المحطة في قياس الموصلية الكهربائية (EC)، وهي قلة كفاءة الغلايات والتناقص في درجات حرارة المياه الداخلة للمبخرات مما يؤثر في عملية التبادل الحراري بغرف المبخر. من المعلوم أن زيادة حرارة الماء تزداد الموصلية الكهربائية، وتكون العلاقة طردية بين الموصلية وحرارة الماء نتيجة لزيادة سرعة أيونات العناصر عند ارتفاع حرارة الماء.

3.3.2 كفاءة المحطة لقياسات الأملاح الذائبة الكلية (TDS)^[8]

يشير الجدول رقم (3) إلى نتائج نسبة كفاءة المحطة لقياسات الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، والتي تصل إلى نسبة (99.96%) والتي تم حسابها من المعادلة (2)، ومن خلال هذه النتائج اتضح أنه هناك توافق كبير جداً في قياسات قيم الموصلية الكهربائية (EC) والأملاح الذائبة

الكلية (TDS)، وهو ما يتفق تماماً مع الدراسة التي أجراها أبو ظهير وآخرون (2023م)، حيث لوحظ أن الموصلية الكهربائية تسلك سلوكاً مشابهاً لسلوك الأملاح الذائبة الكلية.

$$\text{Salt Rejection} = \left(1 - \frac{TDS_{OUT}}{TDS_{in}}\right) \times 100 \quad \dots (2)$$

(TDS_{in}=28325Ppm) المياه الداخلة (TDS_{out}=10.6 Ppm) المياه المنتجة

الجدول (3) يبين نسبة كفاءة المحطة لقياسات الأملاح الذائبة الكلية (TDS).

العينات	المياه الداخلة للمحطة	المياه الخارجة (المنتجة)	نسبة الكفاءة لازالة الاملاح
1	28300	13	%99.96
2	28400	11.2	
3	28200	9.7	
4	28330	12.25	
5	28480	11	
6	28303	11	
7	28350	8.1	
8	28340	12.5	
9	28200	7.1	
10	28345	10.5	
متوسط القراءات	28325	10.6	

من خلال النتائج يمكن استنتاج ما يلي:

- متوسط قياسات الموصلية الكهربائية (EC) ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات الليبية، حيث سجلت نسبة كفاءة المحطة للقياسات 63.47% وتعد هذه النسبة مرتفعة، ولكنها تراجع مقارنة بنسبة كفاءتها في السنوات الماضية.
- نسبة كفاءة المحطة لقياسات الأملاح الذائبة الكلية (TDS) وصلت إلى 99.96% وتصنف بأنها ممتازة.
- المطابقة للمواصفات: عند مقارنة النتائج بالمواصفة القياسية الليبية رقم (10) والمواصفة رقم (82)، نجد أن جميع القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها.
- كفاءة التقنية: استخدام تقنية التأثير المتعدد (MED) في محطة الزاوية أثبت كفاءة عالية في إنتاج مياه ذات نقاوة عالية جداً (عكارة 0.00) ومعاملات أمان بيولوجية ممتازة.

■التوازن الأيوني: بالرغم من انخفاض الأملاح، إلا أن عمليات المعالجة النهائية وإضافة الحجر الجيري تساهم في تعديل الطعم وتوفير ببيكربونات الكالسيوم الضرورية للجسم.

3.3.3 الأثر البيئي للمياه الراجعة : ان احد اهم التأثيرات البيئية الناجمة من محطات تحلية المياه هي إعادة المياه الناتجة من عمليات التحلية، والتي تتميز بملوحة وحرارة عاليتين حيث تؤثر على المجتمعات البحرية الحساسة، مثل الاحياء البحرية والشعاب المرجانية والحشائش البحرية. يصل معدل تركيز الأملاح في المياه الخارجة من المحطة أكثر من 30% الى 50% من تركيز الأملاح في المياه الداخلة الى المحطة كما مبين في الجدول (4).^[13] يتضح من الجدول ان نسبة الزيادة المئوية للملوحة (ملوحة المياه الراجعة الى ملوحة مياه البحر) مرتفعة في كل العناصر وخاصة (الموصلية الكهربائية والاملاح الذائبة) وهذا دليل على زيادة تركيز الاملاح في اغلب العناصر.

جدول (4) مقارنة بين تركيز المياه الخارجة ومياه البحر

العنصر	الوحدة	ماء البحر	الماء الراجع	الزيادة %
pH	عدد	8.2	8.44	2.93
EL.cond	µs/cm	54771.88	78577.32	43.46
T.D.S	mg/L	35054	68598	95.69
T.Hard	mg/L	6372.57	11109.99	74.34
Na+	mg/L	10752	22250	106.94
K	mg/L	400	610.12	52.53
Ca+2	mg/L	416	1202.28	189.01
Mg+2	mg/L	1295	1968.45	52.00
Cl-	mg/L	19345	39100.27	102.12
CA+2Hard	mg/L	1038.96	3002.7	189.01
MG+2 Hard	mg/L	5333.61	8107.29	52.00
Fe	mg/L	0.0034	0.02	488.24

كذلك تتكون المياه الراجعة من خليط من المواد الكيميائية السامة. ولتخلص من هذا المحلول الملحي فإن الكلفة ستكون عالية وإذا تمت إعادته للبحر سيكون مضرًا ومميتًا للحياة البحرية، ومن اهم خصائص المياه الراجعة وتأثيرها البيئي:

- ارتفاع الملوحة والحرارة: تزيد نسبة الأملاح في المياه الراجعة بنسبة تصل إلى 30% إلى 50% بالمئة مقارنة بمياه البحر الطبيعية، مما يرفع درجة حرارة وكثافة مياه البحر في المصب.
 - الإضرار بالأحياء المائية: نتيجة للكثافة العالية للمياه الراجعة تهبط نحو قاع البحر، مما يؤدي إلى الإضرار بالكائنات البحرية، والشعاب المرجانية، والتنوع الحيوي في المناطق الساحلية المحيطة .
 - الملوثات الكيميائية: تحتوي المياه الخارجة على مخلفات ومواد كيميائية مستخدمة في عمليات التنظيف والمعالجة (مثل الكلور والمعادن الثقيلة) السامة للحياة البحرية .
 - تغير الخواص الفيزيائية والكيميائية: يتسبب التصريف المستمر في إحداث تغيرات سلبية في تركيز الأكسجين والخصائص الكيميائية لماء البحر .
- ويمكن تصريف المياه الراجعة مباشرة الى وحدات لإنتاج الملح بالتجفيف عبر التبخر تحت أشعة الشمس، كما يمكن الاستفادة منها في الاستخدام الصناعي.

4 الخلاصة:

تعتمد محطة تحلية الزاوية على تقنية التبخير متعدد التأثير مع ضغط البخار الحراري MED-TVC وهي اختصار من (Multi-Effect Distillation with Thermal Vapor Compression) وتعتبر هذه التقنية من الطرق الحرارية المتطورة والفعالة في إنتاج مياه عالية النقاوة ، كما أن مياه محطة تحلية الزاوية صالحة تماماً للاستهلاك البشري من الناحيتين الكيميائية والبيولوجية، وهي تطابق المعايير الوطنية ، إن استخدام تقنية التبخير متعدد التأثير (MED) أثبتت فعاليته في إزالة الأملاح والملوثات بكفاءة عالية ومع ذلك، فإن استدامة هذه الجودة تعتمد بشكل كلي على الشفافية في إدارة المحطة، والالتزام ببروتوكولات الصيانة، والرقابة الصارمة من قبل الجهات المختصة لضمان أمن المياه وصحة المجتمع.

5 التوصيات:

- (1) الرقابة الدورية من خلال التفتيش الدوري على المحطة لضمان استمرار كفاءتها.
- (2) تشجيع الدراسات المستقبلية التي تشمل عدداً أكبر من العينات وفترات زمنية أطول للخروج بقرارات رصينة.
- (3) الصيانة المستمرة: تحديث المعدات والالتزام بجدول الصيانة لضمان عدم تراجع جودة المياه المنتجة.
- (4) الاهتمام بتأثير المياه الراجعة من المحطة الى البحر ووضع حلول عاجلة كما ذكر في هذا البحث والمتمثلة في انتاج املاح من هذه المياه.

المراجع العربية:

- 1- (الشركة العامة لتحلية المياه)بنغازي. ليبيا <https://gdol.ly> ، 2026 .
- 2- (كرار مجيد عبيد)تلوث المياه،جامعة المستقبل، وزارة التعليم والبحث العلمي في العراق، 2026
- 3- (ارشيف محطة الزاوية لتحلية مياه البحر) 2026
- 4- (تحديد المواقع في العالم). جوجل ارث. 7/2026
- 5- (محمد قباصة'2022) . تحديد نسب تركيز العناصر الثقيلة في محطات غرب ليبيا. المجلة الدولية للعلوم والتقنية،العدد 31 -2022

- 6-(كمال بوعظم،2016).تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة من 2005 الى 2015، مجلة الباحث '2016- الجزائر
- 7-(حلاسة كوثر،2022) دراسة نظرية لتحلية مياه البحر.بحث لنيل ماستر اكاديمي.كلية الرياضيات وعلوم المياه.جامعة قاصدي مرباح ورقلة،202
- 9- تأثيرات البيئية لتحلية مياه البحر(Ecomena) 7/2026 > <https://ecomena.org>
- 10-قناة الخيمة الالكترونية (2026). طرق تحليل مياه البحر. <http://khayma.com/madina>
- 12-المواصفة القياسية الليبية (82). الخاصة بمياه الشرب المعبأة، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية.
- 13-(حنان واخرون،2022) تقييم الاثر البيئي لبعض محطات التحلية بالساحل الغربي الليبي، African Journal Volume 1, Issue 4, October–December 2022، of Advanced Pure and المرجع الاجنبية:
- 8-(AL-shammiri,M).Multi-effect distillation plant. State of the art.
- 11-Enviromental impact of desalination (Barc-M E D-TVC techn.)