التقييم البيئي لنوعية مياه الشرب المحلاة في مدينة الغردقة

في ضوء إستراتيجيات التنمية المستدامة- دراسة جغرافية

إعداد

د. محمدي شعبان محمدي

مدرس الجغرافية الطبيعية

كلية الآداب- جامعة المنوفية

٢٠١٧

المقدمة:

تسببت الزيادة السكانية والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، وكذلك التغيرات المناخية، في زيادة الحاجة إلى المياه العذبة التي تمثل المشكلة الرئيسة أمام العالم في الوقت الراهن. وتحاول بعض الدول التغلب على مشكلة الشح المائي في بعض المناطق عن طريق نقل المياه في صهاريج، أو في سفن كما يحدث في جزر اليونان.

ومعظم دول العالم التي تعاني من الشح المائي تلجأ إلى إنشاء محطات لتحلية مياه البحر، خصوصاً في المنطقة العربية التي تعاني بشدة من نقص المياه. وهناك نحو (١٥ ألف) محطة حول العالم تنتج نحو (٦٠ مليون متر مكعب) من الماء يومياً، بحسب إحصاءات الجمعية الدولية للتحلية التي أعلنت في مؤتمرها العالمي الذي استضافته دبي في نوفمبر ٢٠٠٩، أي بزيادة ٦,٦ ملايين عن سنة ٢٠٠٨. وثلثا هذا الانتاج في المنطقة العربية وخصوصاً التي تقع على سواحل الخليج العربي والبحر المتوسط والبحر الأحمر. وأكبر الدول المنتجة للمياه المحلاة هي المملكة العربية السعودية (١٨% من الانتاج العالمي)، تليها الامارات والولايات المتحدة (١٣% لكل منهما) (International Desalination Association– IDA, 2009).

وتعتبر تحلية المياه من المصادر غير التقليدية للمياه العذبة، وتنتج عملية التحلية مياهاً ذات جودة عالية تكاد تكون خالية من أية شوائب إذا ما كانت مطابقة للمواصفات العالمية، وقد ساهمت تحلية مياه البحر في تلبية العديد من الاحتياجات المتزايدة باستمرار لمختلف القطاعات الاستهلاكية في الكثير من دول العالم، خاصة تلك التي تقع في مناطق صحراوية جافة مثل منطقة الخليج العربي.

وهناك تقنيات متنوعة للحصول على المياه العذبة عن طريق التحلية، وأكثرها شيوعاً هي التحلية عن طريق التقطير، حيث تعتمد هذه الطريقة على تبخير مياه البحر ثم تكثيف البخار الذي يتم فصله عن باقي المكونات كمياه نقية. وهناك طريقة التحلية بواسطة التناضح العكسي والتي بدأت تأخذ طريقها مؤخرا للتطبيق، كإحدى الطرق الرئيسة للتحلية، وتعتمد هذه الطريقة على ضغط المياه وحفزها للمرور من خلال أغشية شبه نفاذه تعمل على

حجز الأملاح وتسمح بمرور المياه النقية، (DOW",Water Solutions., Reverse Osmosis Membranes- Technical Manual).

وأياً كانت التكنولوجيا المستخدمة في عملية التحلية، فإن المدخلات والمخرجات الرئيسة لعملية التحلية تكاد تكون واحدة. حيث تؤخذ مياه البحر المالحة من مأخذ سطحي أو من آبار على الشاطئ، ويتم إدخالها إلى محطة التحلية، حيث تخضع هناك لعمليات فيزيائية وتفاعلات كيميائية معقدة مثل الضغط والتبخير وإضافات كيميائية لتعديل درجة الحموضة والتطهير ومواد منع التآكل والرواسب وتكون الرغوة وخلافه، ليتم بعد هذه العمليات فصل المياه المحلاة عن الأملاح التي تتركز في سائل يسمى بالمياه المرفوضة أو الراجعة، ويكون تركيز المياه الراجعة عادة ما يقارب ضعف تركيزها في مياه البحر العادية التي تحوي على ما يقرب من (٣٥.٠٠٠ – ٤٠.٠٠٠ جزء بالمليون من الأملاح). بالإضافة للأملاح فإن المياه الراجعة تحوي على معظم المواد الكيماوية والإضافات التي تستعمل أثناء عملية التحلية. ويتم غالبا إعادة هذه المياه إلى البحر من خلال مخرج المحطة وذلك بما تحويه من تراكيز عالية من الأملاح والكيماويات. أضف إلى ذلك درجة حرارة المياه الراجعة تكون عادة أعلى من درجة حرارة مياه البحر الطبيعية بحوالي (٧-١٠ درجات مئوية) وذلك في حالة التحلية عن طريق التقطير (أبو قديس، ١٩٩٨).

ومع دخول مصر منطقة الفقر المائي كما يقول الخبراء تسعى الحكومة المصرية للبحث عن مصادر بديلة لمياه الشرب النظيفة، زاد الاعتماد على تحلية مياه البحر خاصة في المحافظات الساحلية والمناطق الحدودية التي يصعب مد مياه النيل إليها. وتعتمد مصر على مياه نهر النيل بنسبة (٩٠%) حسب تقرير وزارة الري والموارد المائية، ويوفر النهر (٥٥ مليار م٣/السنة) معرضة للإنخاض بعد تدشين سد النهضة الذي تبنيه أثيوبيا على فرع رئيسي من النهر.

وتتوجه الدولة بالنسبة للمحافظات الساحلية ومنها محافظ البحر الأحمر خلال الخمس سنوات القادمة للإعتماد الكلي على المياه المحلاه لتصل الطاقة الإنتاجية لأكثر من (٢٥٠٠٠٠م٣/اليوم). ويبلغ إجمالي عدد محطات التحلية بمحافظة البحر الأحمر في عام ٢٠١٨م (١١محطة تحلية) بإجمالي طاقة تصميمية (١٠٣٦٠٠ م٣/يوم) (جدول ١)،

ومزمع وصولها خلال عام إلى (١٧١١٠٠م٣/يوم) (تقرير الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر، ٢٠١٧م)

جدول (١) بيان بمحطات التحلية التابعة لشركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر

م	المدينة	إسم المحطة	الطاقة التصميمية م٣/ اليوم	طاقة تصميمية لمحطات مخطط إنشاؤها (م٣/يوم)	مصدر التغذية
١	الغردقة	اليسر	٨٠٠٠٠	–	البحر مباشر
٢	سفاجا	سفاجا	٦٠٠٠	٢٠٠٠٠	البحر مباشر
٣	القصير	القصير	٧٥٠٠	٢٠٠٠٠	آبار شاطئية
٤	مرسى علم	مرسى علم ١	١٥٠٠	١٠٠٠٠	آبار شاطئية
٥		مرسى علم ٢	٦٠٠		آبار شاطئية
٦		مرسى علم ٣	٣٠٠٠		آبار شاطئية
٧		حماطة	٢٠٠		البحر مباشر
٨	الشلاتين	مرسى حميرة	١٠٠	٣٠٠٠ ستدخل بعد شهر	البحر مباشر
٩		الشلاتين	٣٥٠٠	١٠٠٠٠	البحر مباشر
١٠	أبورماد	أبو رماد	٦٠٠	٣٠٠٠ (سيدخل ١٥٠٠ الخدمة بعد شهرين)	البحر مباشر
١١	حلايب	حلايب	٦٠٠	١٥٠٠ ستدخل الخدمة بعد سنتين	البحر مباشر
المجموع			١٠٣٦٠٠	٦٧٥٠٠	
المصدر: الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالغردقة، البحر الأحمر، ٢٠١٨.					

ومصادر المياه في منطقة الدراسة حتى عام ٢٠١٠م كانت ثلاثة مصادر (إثنان منها مياه عذبة من نهر النيل؛ والثالثة مياه محلاه من المياه المالحة البحرية) وهي: محطة تنقية الكريمات السطحية (٤٩٠٠٠م٣/اليوم) ومحطة تنقية مياه قنا السطحية (٢٥٠٠م٣/اليوم) ومحطة تحية اليسر (٢٠٠٠م٣/يوم).

ولكن مصادر عام ٢٠١٨م هي محطة تحلية اليسر والتي وصلت الطاقة التصميمية لها إلى (٨٠٠٠٠م٣/اليوم) وجاري الإنتهاء من أخرى جنوب الغردقة بطاقة تصميمية (٢٠٠٠٠م٣/اليوم). وتُوزع مياه المحطة إما عن طريق شبكة من المواسير الأرضية أو عربات

نقل للمناطق غير المخدومة بشبكات مواسير أرضية والتي كانت تعتمد من قبل على مياه نهر النيل.

وتعتبر محطة تحلية اليسر الغردقة من أكبر محطات التحلية في الشرق الأوسطة بصفة عامة ومحافظة البحر الأحمر بصفة خاصة، وقد تم تجديدها من عامين تقريباً على أحدث وسائل التقنية العالمية المستخدمة في تحلية مياه البحر وفق معايير الجودة العالمية والتكنولوجيا اليابانية وهي تخلص الشوائب والأملاح حتى (٥ ميكرون/ م٣). وقد أنشأت المحطة على مساحة إجمالية مقدارها (٥٦ ألف م٢) بتكلفة إجمالية وصلت لحوالي (٥٠ مليار جنية) لتنتج (٨٠ ألف م٣/ اليوم) من المياه المحلاة تخدم بها مدينة الغردقة وضواحيها، (تقرير الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧).

إشكالية البحث:

يوجد عدة تساؤلات سوف تجيب عليها الدراسة وهي:

١- هل تم عمل دراسات لتقييم الأثر البيئي لمحطة تحلية المياه بالغردقة، لتقييم حالة المياه التي تغذي المحطة خصوصاً تركيز العناصر الثقيلة، وكذلك حالة مياه الصرف (الراجعة) وتأثيرها على البيئة البحرية، وكذلك الاشتراطات البيئية اللازمة ليكون الصرف في البحر آمناً؟

٢- هل توطنة محطات التحلية جغرافياً في مواضعها البيئية الصحيحة؟

٣- هل تتم المعالجة وفقاً للمعايير العالمية؟ وهل تمت الاستعانة بنماذج عالمية وإقليمية؟

٤- هل توجد أثار سلبية لمحطات التحلية على البيئة البحرية؟

٥- هل لمحطات التحلية أثار صحية سلبية على سكان المناطق المخدومة؟

أهداف البحث:

٦- تحديد نطاقات خدمة محطة التحلية بالمنطقة، والسكان المشمولون بالخدمة، وأنواع الإستهلاك المنزلي. وهل الخدمة تضم منطقة الدراسة كاملة أم مناطق معينة، وهل الطاقة التصميمية للمحطة تكفي متطلبات المنتفعين.

٧- تحديد أي أنواع التحلية المتبعة بمحطة تحلية اليسر.

٨- مراحل المعالجة بمحطة تحلية اليسر.

٩- التقييم الجغرافي لموقع محطة تحلية اليسر.

١٠-خصائص التمديدات الشبكية لمحطة التحلية من خلال معرفة أنواع المواسير المستخدمة وأنسبها للخدمة.

١١-دراسة الحالة النوعية لمياه التغذية والمياه المنتجة والمستهلكة.

١٢-دراسة الخصائص البيئية والصحية لمحطة التحلية من خلال دراسة الآثار البيئية على البيئة البحرية والآثار الصحية على الإنسان.

١٣-دراسة التنمية المستدامة وسبل التعزيز بالمحطة من خلال إقتراح وسائل للحد من الآثار البيئية والصحية لتعظيم الطاقة الانتاجية للمحطة.

مناهج الدراسة:

إعتمدت الدراسة على عدة مناهج هي:

- ☒ المنهج الوصفي التحليلي ويهتم بتحليل الظاهرة وعناصرها والعوامل المؤثرة فيها سواء كانت طبيعية أو بشرية، وكذلك البحث عن أسباب الظاهرة من حيث تباينها وتغايرها.
- ☒ منهج النظم ويقوم برصد أبعاد الظاهرة من خلال المدخلات والعمليات والمخرجات.

خطوات العمل الميداني:

تم وضع خطة للعمل الميداني لتجيب على تساؤلات إشكالية البحث كالتالي:

- ☒ قام الباحث بتصميم إستمارة إستبيان تشتمل على مجموعة من الأسئلة كان أهمها مصادر مياه الشرب والمرحاض والغسيل، ودرجة الرضا عن نوعية المياه، وعدد ساعات إنقطاع المياه عن السكن، وهل توجد معاناة في الحصول على مياه نقية، ومقترحات المنتفعين من خدمة المياه المحلاة لتحسين جودتها.
- ☒ قام الباحث بجمع عينات من المياه المحلاة (المحطة- المستهلكين) لتحليلها بيولوجياً وكيميائياً وبكتريولوجياً لتقييم الحالة النوعية لها وبالتالي آثارها الصحية على الإنسان.
- ☒ قام الباحث بجمع عينات من مياه تغذية المحطة لتحليلها بيولوجياً وكيميائياً وبكتريولوجياً لمعرفة الحالة النوعية لها وهل مطابقة للمواصفات العالمية أم لا.

☒ قام الباحث بجمع عينات من أجاج (المياه المنصرفة) المحطة لتحليلها بيولوجياً وكيميائياً وبكتريولوجياً لمعرفة الحالة النوعية لها وهل مطابقة للمواصفات العالمية أم لا.

المصادر التي إعتمدت عليها الدراسة:

١- المصادر الرقمية:

☒ التقرير الفني عن محطات التحلية بمحافظة البحر الأحمر، قامت به وحدة التحلية بالشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالمحافظة لعام ٢٠١٧م.

☒ التقرير السنوي لمحافظة البحر الأحمر، مركز البيانات والمعلومات بالمحافظة، ٢٠١٧م.

☒ دليل خطة سلامة المياه، دليل مفصل لإدارة المخاطر لمقدمي مياه الشرب، قامت به منظمة الصحة العالمية، الإتحاد الدولي للمياه، ٢٠٠٤م.

☒ تقرير حالة البيئة للبحر الأحمر لعامي ٢٠١٦- ٢٠١٧م قامت به الإدارة العامة لنوعية مياه البحر بوزارة الدولة لشئون البيئة.

☒ نتائج رصد نوعية المياه الساحلية في البحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة- خلال الرحلة الحقلية الأولى والثانية لعام ٢٠١٧م، برنامج المعلومات والرصد البيئي، قام به جهاز شئون البيئة.

☒ تقرير وكالة البيئة الأوربية رقم ٢٠٠٦/٤، القضايا البيئية ذات الأولوية في منطقة البحر الأحمر.

☒ تقرير برنامج البيئة الامم المتحدة، خطة عمل البحر الأحمر.

☒ نتائج تقرير مديرية الصحة والسكان بالبحر الأحمر، وحدة الخدمات الوقائية، عام ٢٠١٧.

☒ تقارير المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث (طرق تحلية المياه المالحة- معالجة المياه)، المملكة العربية السعودية، ١٤٢٩هـ.

☒ تقرير إنجازات شركة مياه الشرب والصرف الصحي ٢٠١٧، شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر.

٢- المصادر المصورة:

- ☒ تم تحليل الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ الصادرة عن المساحة العسكرية عام ١٩٩٤.
- ☒ تم تحليل خريطة التكوينات الرسوبية السطحية مقياس ١:٥٠٠٠٠ الصادرة عن المساحة الجيولوجية المصرية عام ١٩٨٦.
- ☒ مرئية فضائية حديثة وهي Land sat 8 (OLI) بدقة (٣٠م) لعام ٢٠١٥م، وعددها مرئية واحدة (row, path).

عناصر الدراسة:

أولاً: بعض الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة.

ثانياً: طرق التحلية المتبعة بالمحطة.

ثالثاً: خطوات معالجة المياه بالمحطة.

رابعاً: التقييم الجغرافي لموقع المحطة، وتمديداتها الشبكية.

خامساً: خصائص الحالة النوعية للمياه.

سادساً: الآثار البيئية والصحية للمحطة.

سابعاً: التنمية المستدامة وسبل تعزيز محطة التحلية بمنطقة الدراسة.

ثامناً: النتائج والتوصيات.

أولاً: بعض الخصائص الجغرافية.

١- الموقع والمساحة:

تقع منطقة الدراسة علي الساحل الغربي للبحر الأحمر، وتمتد على دائرة عرض ً٣٣.٠٢ َ١١ ْ٢٧ شمالاً، وخط طول ً٥٤.١٦ َ٤٦ ْ٣٣ شرقا، وتتبع إدارياً محافظة البحر الأحمر. يحدها شمالاً رأس غارب وجنوباً سفاجا وشرقاً الساحل الغربي للبحر الأحمر وغرباً جبال البحر الأحمر. وتقدر مساحتها بحوالي (٤٦٠.٥ كم٢) أي ما يعادل (٣.٩ %) من مساحة المحافظة وهي بذلك تحتل المرتبة الرابعة من حيث المساحة بعد رأس غارب وسفاجا والقصير، وتمتد الكتلة العمرانية للمدينة طولياً بموازاة خط الساحل لمسافة تقدر بحوالي ٢٣كم، بينما لا يزيد امتدادها للداخل عن ٣.٦كم. وتمتد مدينة الغردقة القديمة (الدهار) في

شريط طولي ينحصر بين هضبتين جيريتين إحداهما في الشرق بين المدينة القديمة والساحل وتعرف بهضبة الضبعة والأخرى في الغرب. لذلك تقع مدينة الغردقة في سهل ساحلي يتباين اتساعه من منطقة لأخرى إذ يتراوح عرضة ما بين (٨- ٣٥كم) ويظهر بذلك تعدد أنماط النسيج العمراني للمدينة، فيتركز النسيج التلقائي والشبكي في نواة المدينة حيث عشوائية العمران والذي يتسم بالمباني الرديئة والمتوسطة المتلاحم معظمها، علاوة على ضيق وتعرج الطرق والشوارع التي يتراوح عرضها ما بين (٣-٦م تقريباً). أما النسيج الشبكي والشريطي المنظم فيسود في الامتدادات العمرانية الحديثة (شكل ١)، (محافظة البحر الأحمر، ٢٠١٧م).

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

SOURCE: UTM Zone 36N, 28.5m, WGS 1984.

٢- النطاقات الجغرافية لخدمة مياه الشرب من محطة تحلية اليسر:

تخدم محطة اليسر أربعة نطاقات جغرافية عن طريق روافع (محطات تخزين أو محطات رفع أو خزانات) تمهيداً لضخها في الشبكة، بالإضافة إلى نطاق الضخ المباشر من محطة التحلية (اليسر) وذلك لمنطقتين قريبتين من المحطة يمتدا على طول خط الساحل (شكل ٢)، وتتوزع نطاقات الخدمة لروافع مدينة الغردقة كالتالي (بيانات الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي، ٢٠١٧م):

☒ نطاق خدمة رافع الدهار:

يعتبر حي الدهار هو المنطقة الشعبية بالمدينة والمركز القديم، حيث يبرز الحياة المصرية التقليدية الممزوجة بالطابع البدوي، كما أنه يحتوي على الأسواق الشعبية والمحلات التجارية وسوق السمك إلخ...

ويخدم رافع حي الدهار ١٥ منطقة هي (حي الأمل- والبداري- والزراعة- والزهراء- والسلام الجديد- والسلام وفلفل- والسوق القديم- والشبان والرحلات- والشيخ محمود- والعرب والسوق القديم- الكنيسة والطيبين- المحجر والملاحة- باتا- حفر الباطن والتقوى- مجاهد) (شكل ٣).

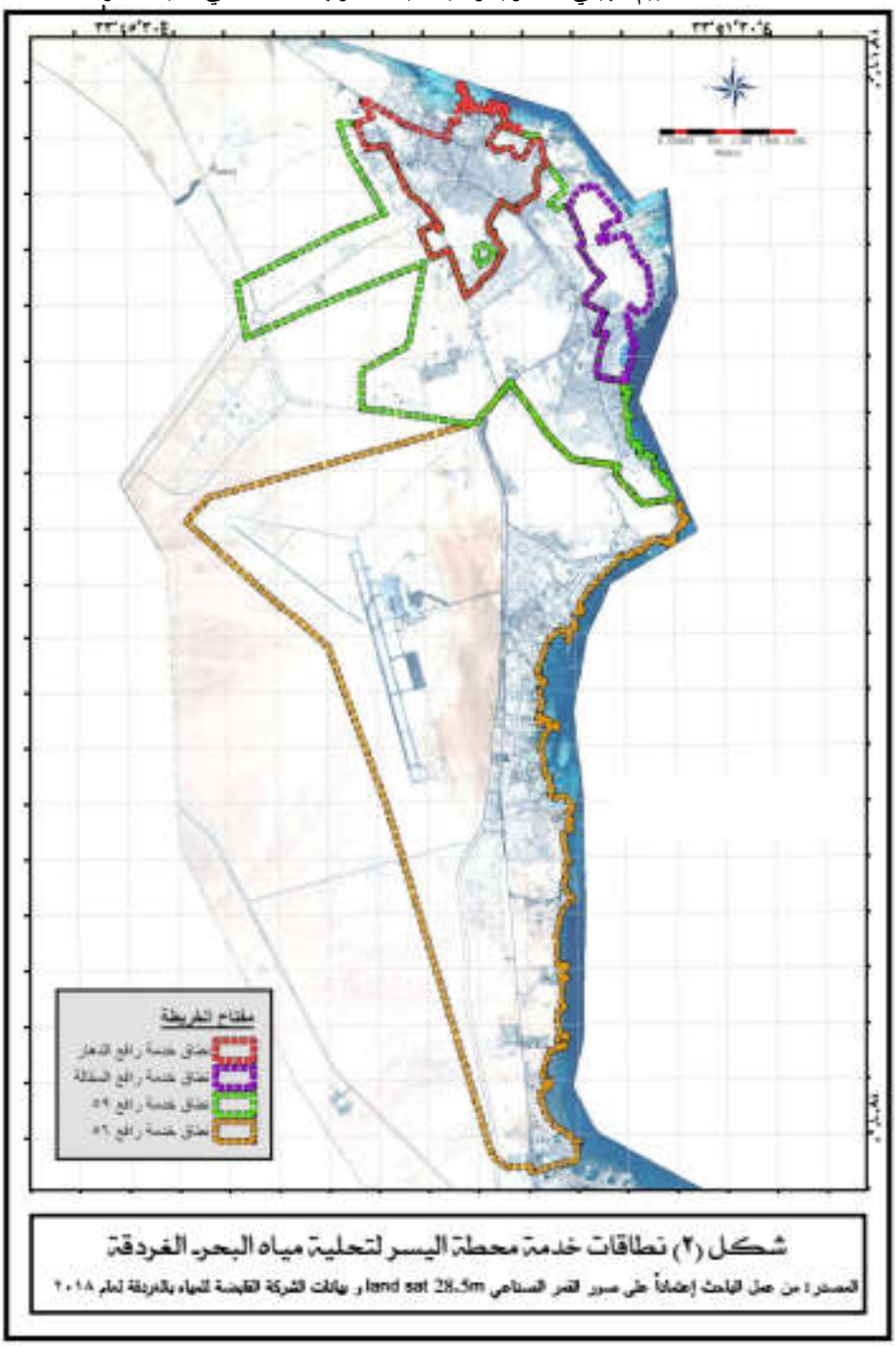
☒ نطاق خدمة رافع السقالة:

يعتبر حي السقالة هو المنطقة السياحية بالمدينة، حيث يقع به العديد من الفنادق والمحلات ومراكز التسويق والنوادي والمطاعم.

ويخدم رافع حي السقالة أربعة مناطق هي (الصيادين- الميناء السسياحي- منخفض التكاليف وأبو نواس- منطقة الميناء) (شكل ٤).

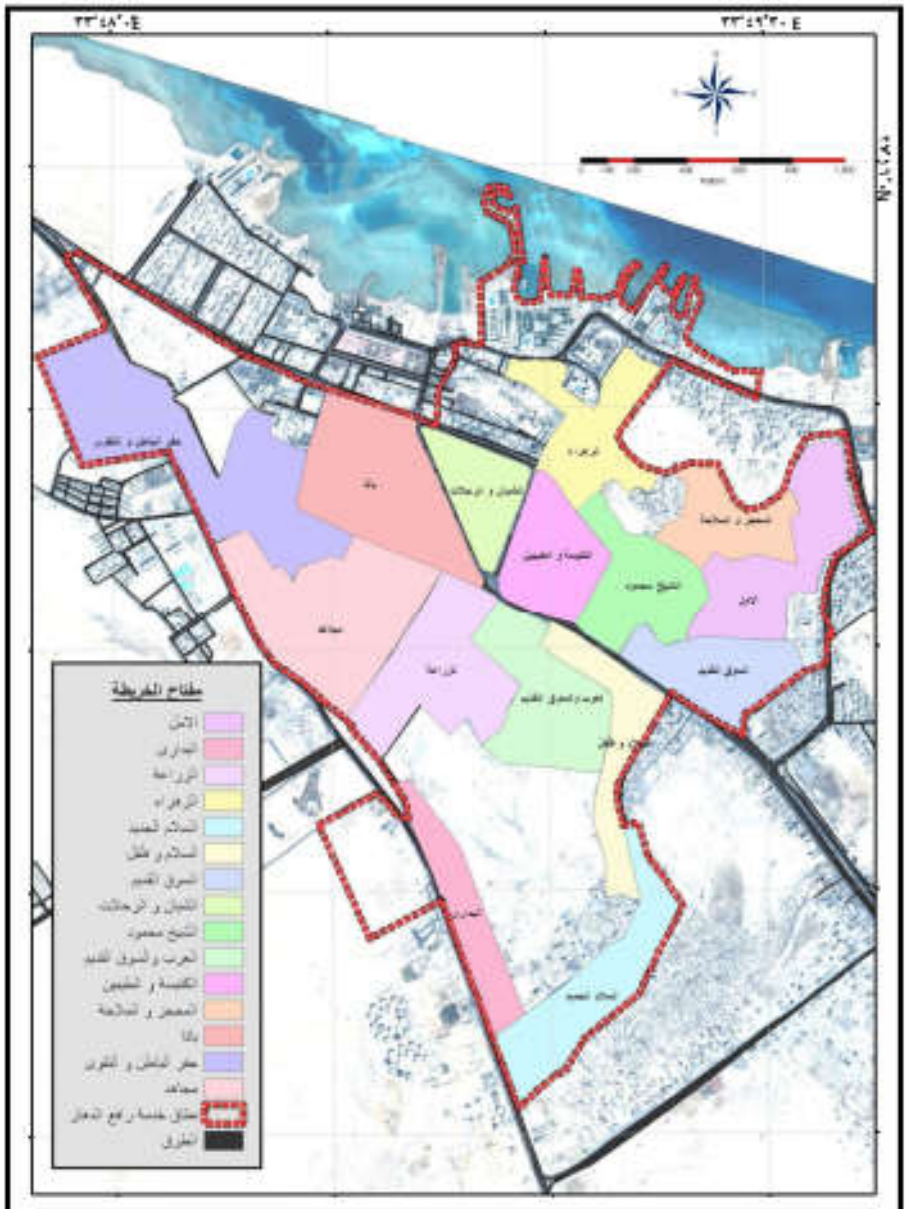
☒ نطاق خدمة الرافع ٥٦:

ويخدم عدة مناطق حديثة النشأة وجميعها سياحية عبارة عن فنادق وقرى ومنتجعات وفلل وشاليها وإسكان فاخر وهي (الهضبة- وتقسيم الكوثر والمطار- وسفير والماريوت- طريق القرى- ومبارك ٢ و ٥ و ٨) (شكل ٥).



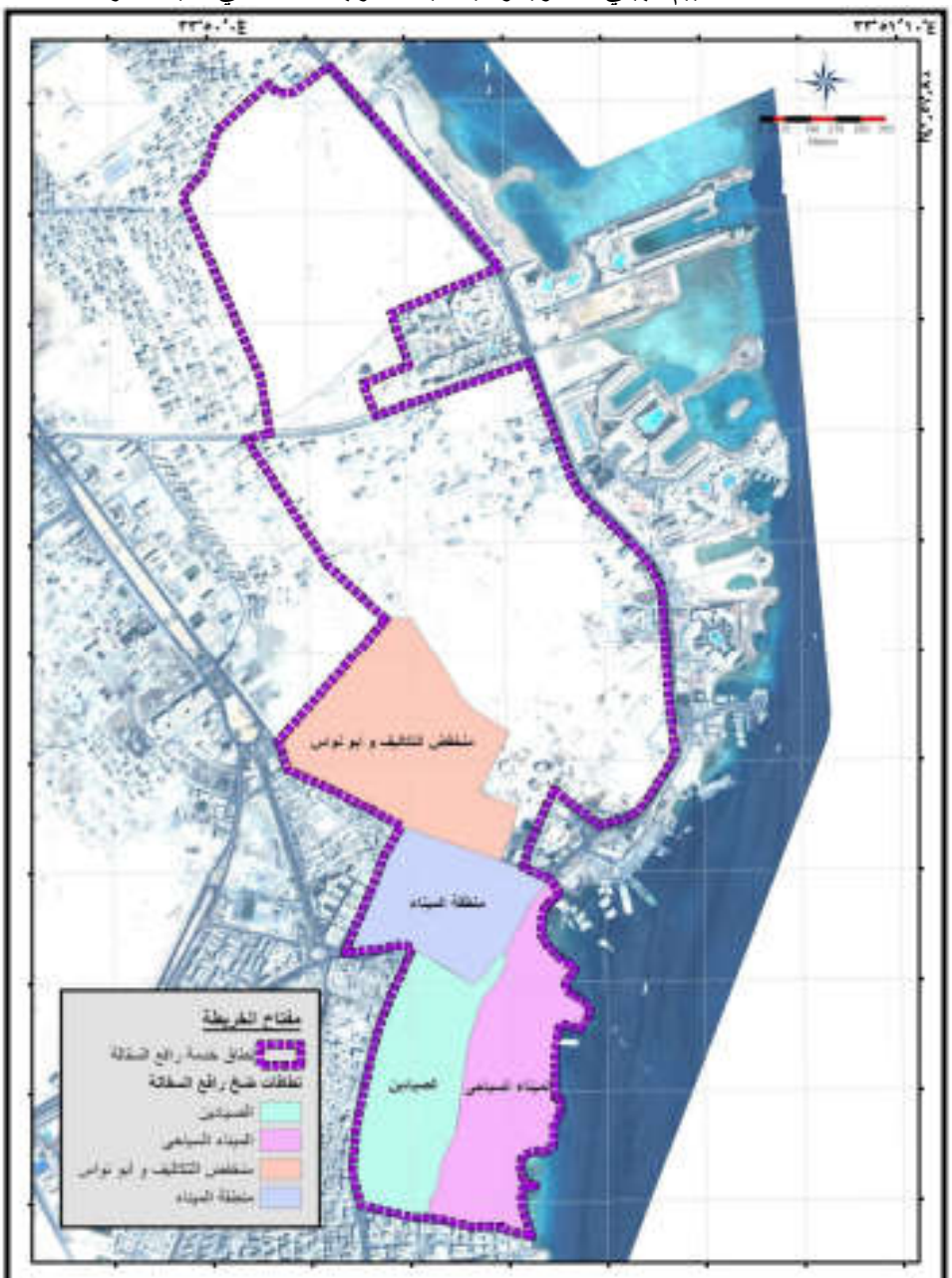
شكل (٢) نطاقات خدمة محطة اليسر لتحلية مياه البحر الغردقة

المصدر: من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m و بيانات الشركة القابضة لمياه بالغردقة لعام ٢٠١٨



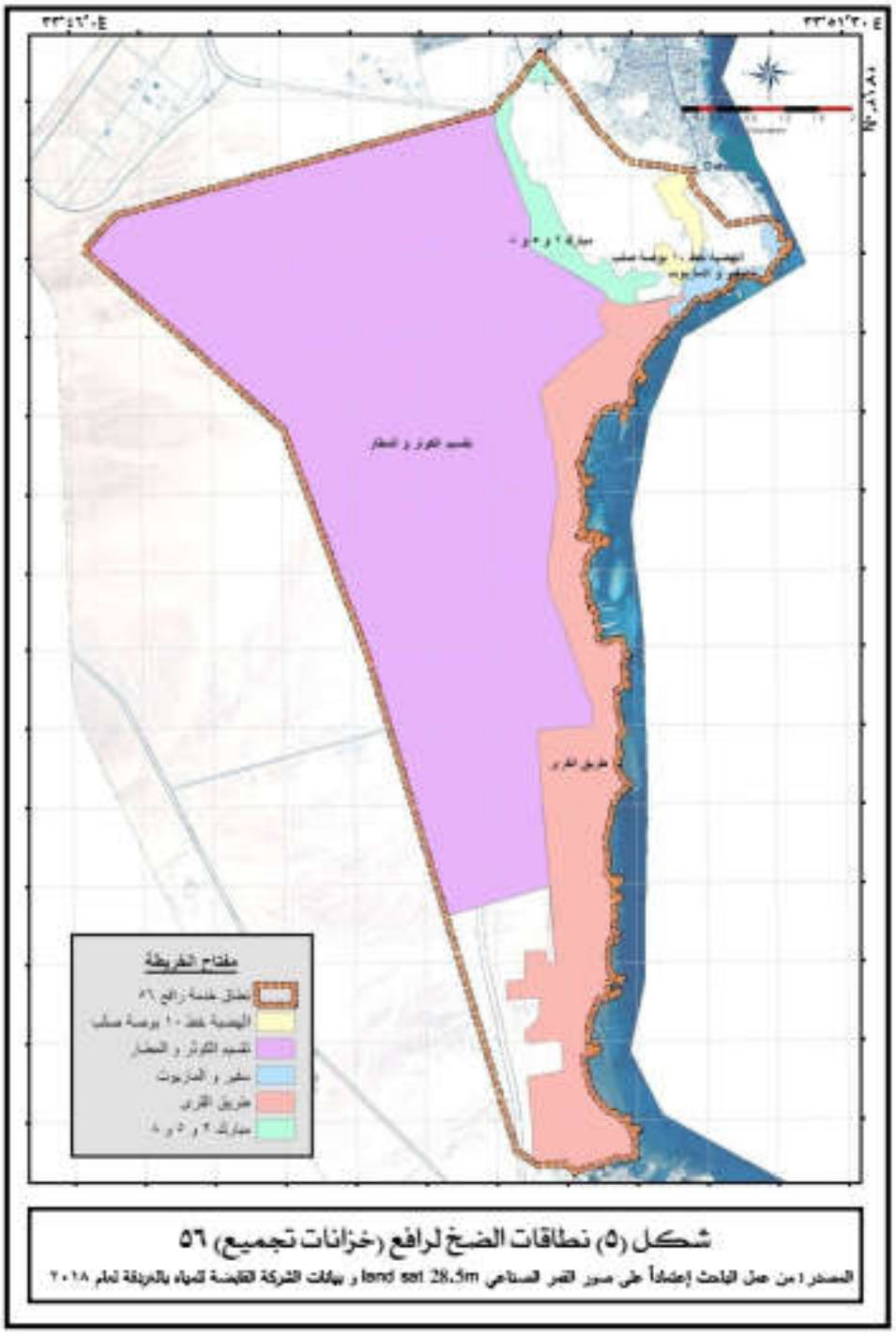
شكل (٣) نطاقات الضخ لرافع (خزانات تجميع) الدهار

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m و بيانات الشركة القابضة للمياه بالغربية لعام ٢٠١٨



شكل (٤) نطاقات الضخ لرافع (خزانات تجميع) السقالة

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m و بيانات الشركة القابضة للمياه بالغردقة لعام ٢٠١٨

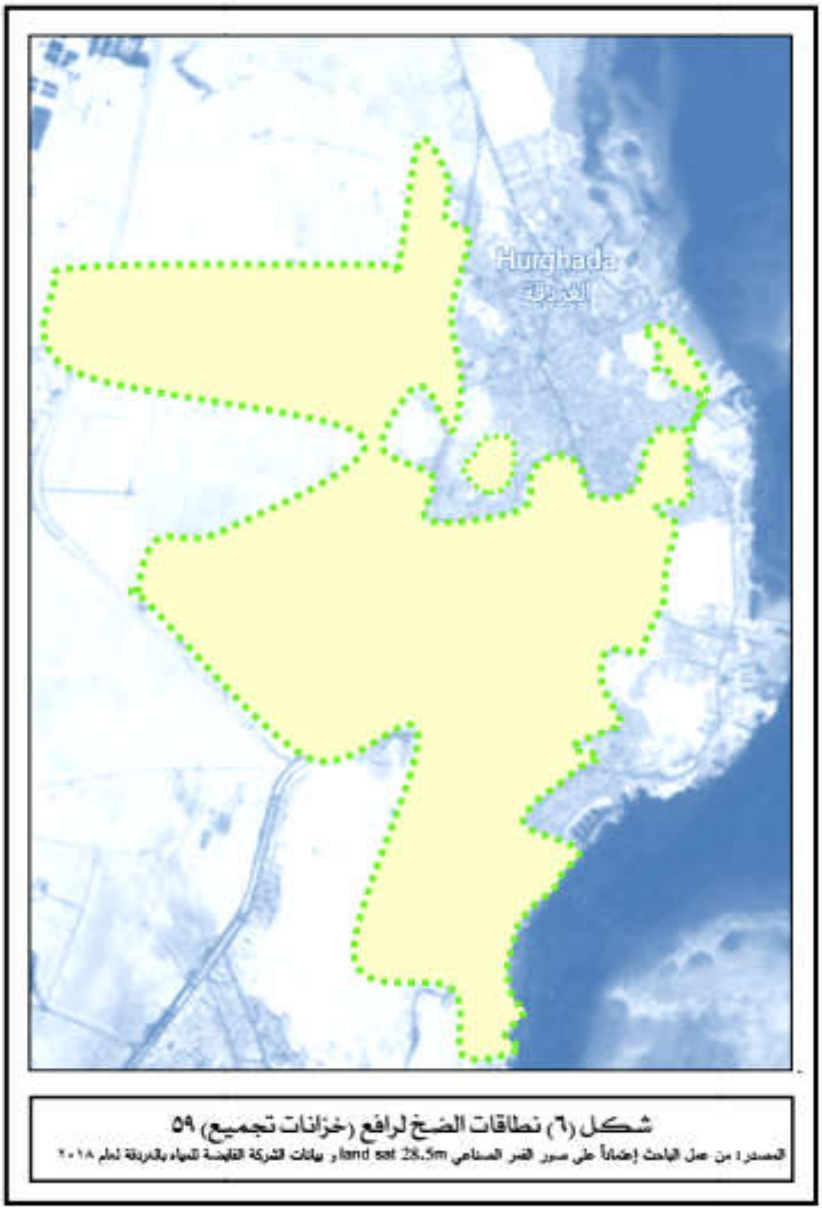


شكل (٥) نطاقات الضخ لرافع (خزانات تجميع) ٥٦

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي landsat 28.5m و بيانات الشركة القابضة للمياه بالغربية لعام ٢٠١٨

☒ نطاق خدمة الرافع ٥٩:

ويخدم النطاق المحصور بين مناطق رافع السقالة في الشرق ورافع الدهار في الشمال ورافع ٥٦ في الجنوب، وهي عبارة عن مناطق هامشية داخل الظهير الصحراوي للمدينة (شكل ٦).

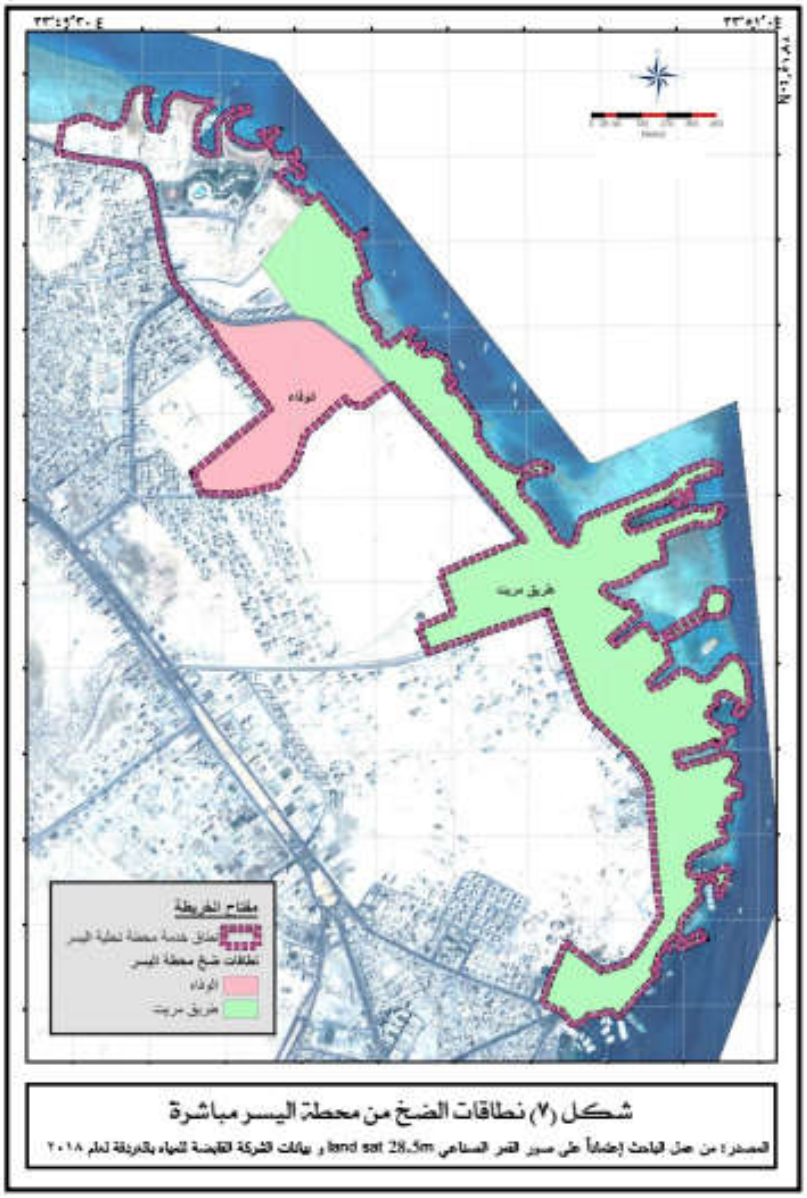


شكل (٦) نطاقات الضخ لرافع (خزانات تجميع) ٥٩

المصدر: من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m و بيانات الشركة القابضة للمياه بالغردقة لعام ٢٠١٨

☒ نطاقات الضخ من محطة اليسر مباشرةً:

ويخدم منطقتين تتركز على طول خط الساحل متمثلة في جميع القرى السياحية التي تبدأ من الشمال عند الشاطئ الاجتماعي حتى حضيض الهضبة في الجنوب. والمنطقتين هما (الوفاء– طريق مريت) (شكل ٧).



شكل (٧) نطاقات الضخ من محطة اليسر مباشرة

المصدر: من عمل الباحث إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m و بيانات الشركة القابضة للمياه بالغردقة لعام ٢٠١٨

٣- السكان المشمولون بالخدمة:

تطور حجم الكتلة السكانية للغردقة خلال الفترة الأخيرة نتيجة للاستثمارات الكبيرة بالمحافظة، فقد بلغ عدد سكان الغردقة حسب تعداد ٢٠١٥م (٢٧٩٦٨٤ ألف نسمة)، ويزيد على ذلك حوالي (٤٠ ألف نسمة) من العاملين القادمين من خارج المدينة للعمل بمجال السياحة. ويعود أصل سكان المدينة إلى قبائل جهينة والرشايدة والمعازة (مركز معلومات محافظة البحر الأحمر، ٢٠١٧م).

ثانياً: طرق التحلية المتبعة بمحطات منطقة الدراسة.

تجرى عمليات معالجة المياه لإزالة الملوحة بواسطة طرق مختلفة، بعضها معروف فكرته منذ قرون مضت والبعض الآخر حديث. والطريقة الأكثر شيوعاً لإزالة الملح من مياه البحر التي ظلت مستخدمة لعدة قرون هي تحلية المياه حرارياً (أي تعتمد على الحرارة لتبخير الماء المالح ثم تكثيف البخار إلى ماء عذب، كمحاكاة للدورة الهيدرولوجية الربانية).

ومن الطرق المستخدمة في التحلية، طريقة التبخير الومضي، والتبخير متعدد التأثير، والتحلية بضغط البخار، والتحلية بالتجميد، والتحلية بالمقطرات الشمسية، والتحلية بواسطة تكنولوجيا التوليد المشترك (توليد الكهرباء والماء)، والتحلية بالتناضح العكسي (المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- طرق التحلية، ١٤٢٩هـ، ص ص ١-٦٨).

وتعد التحلية بالتناضح العكسي (العملية الأسموزية) (DOW, Water Solutions., Reverse Osmosis Membranes- Technical Manual) هي الطريقة المستخدمة في التحلية بمنطقة الدراسة. وعلى الرغم من أن العملية الأسموزية كانت معروفة للكثير من منذ أكثر من قرن، فإن تقنية إستخدام الأغشية لمعالجة المياه تعتبر حديثة. وكان أول إعلان لاستخدام التناضح العكسي هو براءة إختراع بنفس الإسم لإزالة عسرة الماء (Softening) بإستخدام أغشية فيروسيانيد على مثبتات مسامية من البورسلين، وفي سنة ١٩٥٢ أنتج في جامعة فلوريدا أغشية من أسيتات السيليلوز لتحلية المياه بالتناضح العكسي. وكان من عيوب الغشاء المستخدم قلة معدل الإنتاج للماء العذب لسمك الغشاء (وكان هذا تقريباً وقت ظهور تقنية الديلزة أو الفرز الكهربائي). وفي الخمسينيات تم تطوير

الأغشية لزيادة معدل مرور الماء مع إرتفاع معدل طرد الملح. وتم في الستينيات إنتاج أغشية مثل الملفوفة حلزونياً وعلى صورة أنابيب وغيرها ثم ظهرت في السبعينيات أغشية الشعيرات الدقيقة المجوفة من البوليميد مع إستقرار إنتاج أغشية أسيتات السليلوز. وقد كان تطوير الأغشية لإستخدامها لإزالة ملوحة المياه قليلة الملوحة أما الآن (ومنذ نهاية السبعينيات) فقد تم تطوير الأغشية لتحلية المياه شديدة الملوحة كمياه البحار.

وتعد الطريقة الأسموزية هي أحدث طريقة سلكت الطريق في الوقت الراهن وهي الطريقة الوحيدة المستخدمة في جميع محطات التحلية بمحافظة البحر الأحمر بصفة عامة ومحطة الغردقة (اليسر) بصفة خاصة. وتقوم فكرتها على أننا إذا وضعنا محلول ماء ملحي في جانب لغشاء شبه نفاذ والجانب الآخر ماء عذب فمن المعروف طبيعياً أن ينتقل الماء العذب (الأقل تركيزاً) إلى المحلول الملحي (الأكثر تركيزاً)، وذلك لإحداث التوازن أو التعادل في عملية التركيز وهذه تعرف بعملية التناضح (Osmosis Process) ويستمر نفاذ الماء العذب في هذا الإتجاه وعليه يرتفع عمود المحلول الملحي لأعلى نتيجة زيادة كمية الماء بالمحلول بإستمرار نفاذ الماء العذب.

وبإرتفاع عمود الماء يرتفع الضغط بجانب المحلول الملحي وتزداد لذلك مقاومة نفاذ ومرور المياه العذبة حتى يصل إرتفاع الضغط إلى قيمة تمنع من نفاذ الماء العذب تماماً. عند هذا الضغط يحدث التوازن ويسمى هذا الضغط بالضغط الأسموزي. وقد إكتشف العلماء أنه يمكن عكس هذه العملية أي أنه إذا أثرنا على المحلول الملحي بضغط أعلى من الضغط الأسموزي فسينتقل الماء العذب من المحلول الملحي (الأكثر تركيزاً) في الاتجاه العكسي وينفذ إلى جهة الماء العذب (الأقل تركيزاً) وتعرف هذه العملية بالتناضح العكسي (Reverse Osmosis) والتي يمكن بها الحصول على الماء العذب من الماء المالح. ومن ثم فعملية التناضح العكسي هي عملية فصل الماء العذب عن محلول ملحي من خلال غشاء نفاذ وذلك بضغط المحلول الملحي بضغط أعلى من الضغط الأسموزي ولا يحتاج الأمر إلى تسخين أو تغيير في الشكل بل يلزم أن يوضع المحلول الملحي (الماء المالح) تحت ضغط أعلى من الضغط الأسموزي لكي تتم عملية التناضح العكسي.

وتعتمد قيمة الضغط الأسموزي على عوامل عدة منها تركيز الملوحة للماء المالح وعلى نوعية الأملاح الذائبة وعلى درجة الحرارة. ويتراوح الضغط الأسموزي لعنصر كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والذي يمثل ٦٠% في الماء المالح بين (١-١.١ رطل/ البوصة المربعة) أي حوالي ٠.٠٧بار/ مائة جزء في المليون من الملح المذاب أو واحد بار/ ١٤٣٠جزء في المليون.

ومن الناحية التطبيقية يتم ضخ مياه التغذية المالحة في وعاء ضغط مغلق حيث يضغط الماء المالح ويدفع خلال مجموعة من الأغشية، وعندما يمر جزء من الماء العذب عبر الغشاء تزداد ملوحة الماء المالح المتبقي وعليه فإن جزءاً من مياه التغذية الأكثر ملوحة يتم التخلص منه. وبدون هذا التخلص فإن الازدياد المطرد لملوحة مياه التغذية سوف يتسبب في مشاكل كثيرة مثل زيادة الترسيبات وزيادة الضغط عبر الأغشية (لزيادة الضغط الأسموزي مع زيادة الملوحة). وتتراوح كمية المياه المتخلص منها بهذه الطريقة ما بين (٢٠-٧٠%) من مياه التغذية إعتماداً على كمية الأملاح الموجودة في مياه التغذية ويسمى المحلول بالمطرود (Rject). أما الماء العذب والذي نفذ من الأغشية فيكون الماء المنتج (Permeat- OR Water Product).

وتحتاج هذه التقنية لعمليات معالجة أولية دقيقة لمياه التغذية (ُزالة المواد العالقة من الطمي أو الرمال وغيرها). وكذلك إزالة وقتل وفصل الأحياء المائية الدقيقة (كالفطريات والبكتريا والطحالب) وذلك للمحافظة على وحدة التحلية من إنسداد وتلف الأغشية. كما يحتاج الماء المنتج إلى معالجة نهائية لضبط خواصه بما يناسب الخواص المطلوبة حسب الاستخدام (سواء ماء شرب، أو مياه للغلايات البخارية، أو للإستخدام الصناعي والغذائي والطبي) وعليه فمحطة التحلية تتكون من ثلاثة نظم أساسية الأولى المعالجة الابتدائية، والثانية لفصل الماء العذب (مجمع الأغشية)، والثالثة للمعالجة النهائية.

وأخيراً؛ لكل من هذه الطرق مميزات وعيوب ويتم اختيار الأنسب منها حسب معايير كثيرة منها السعة الإنتاجية لوحدة التحلية ونوعية وملوحة الماء المالح (بحر أم بئر أم صرف)، وجودة الماء المطلوب حسب سعر إنتاج المتر المكعب (ويدخل في ذلك سعر

الوحدة الإبتدائية وسعر التشغيل والصيانة وغيرها). ولا يوجد ما يسمى بأفضل طريقة للتحلية حيث تدخل هذه العوامل الكثيرة وغيرها لاختيار نوعية التقنية الأمثل لتطبيق معين. وعموماً فالطرق الحرارية (كالتبخير الومضي) وطرق الأغشية تستخدما لتحلية مياه البحر بينما طرق الأغشية (التناضح العكسي) تفضلان لتحلية المياه القليلة الملوحة مثل مياه الآبار.

وعلى كل فإختيار التقنية المناسبة يحتاج إلى دراسة شاملة ومعمقة وربما تلعب الظروف البيئية المحلية دوراً بارزاً في تحديد أفضل الطرق والتي تكون أكثر اقتصادية. كما يلزم أن يعمل النظام بكفاءة لتوفير كميات المياه العذبة المطلوبة بالنوعية والكمية والتكلفة المتوقعة طيلة عمر المحطة، (المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث– المصادر الطبيعية للمياه، ١٤٢٩هـ، ص٢).

ثالثاً: مراحل معالجة المياه بمحطة التحلية، أو مكونات المحطة.

تمر معالجة المياه بمحطة تحلية (اليسر) بمرحلتين رئيسيتين الأولى المعالجة الابتدائية، والثانية المعالجة النهائية، مروراً بمجمع الأغشية لفصل الماء (المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث– معالجة المياه المالحة، ٢٠١٤، ص ص١–٢٣).

١- المعالجة الأولية لمياه التغذية:

معالجة مياه التغذية الداخلية لوحدة التحلية feed treatment (سواء مياه البحار أو الآبار) تسمى بالمعالجة الأولية أو الإبتدائية. ويتم معالجة هذه المياه أساساً لحماية وحدة التحلية والأجهزة بها من التآكل ومن ترسيب الأملاح ومن عمليات ترسب العوالق والمواد العضوية. وتعتبر جودة المعالجة الأولية من أهم العوامل المؤثرة في نجاح عملية تشغيل وحدات التناضح العكسي.

وتختلف عملية المعالجة الأولية حسب نوع ماء التغذية (بحر أو بئر)، وحسب تكنولوجيا التحلية المستخدمة (حرارية، أغشية) فقد يلزم لعمليات التحلية بالأغشية معالجة المواد العالقة والبحرية أكثر من الطرق الحرارية وذلك لمنع انسداد شعيرات ومسامات الأغشية الدقيقة جداً. في حين أن الطرق الحرارية يلزمها معالجة الأملاح الذائبة أكثر من طرق الأغشية خوفاً من ترسيب الأملاح على أسطح إنتقال الحرارة مع زيادة درجة الحرارة.

وتمر عملية المعالجة الإبتدائية لمحطة تحلية اليسر على المراحل التالية (DOW, Water Solutions., Reverse Osmosis Membranes- Technical Manual):

- ☒ شبكات تصفية عوالق البحر.
- ☒ إضافة الكلور لماء التغذية لقتل الأحياء الدقيقة.
- ☒ إضافة المواد الكيميائية (لتجميع العوالق الدقيقة).
- ☒ عملية الترسيب.
- ☒ عمليات إزالة العوالق الدقيقة (الترشيح- الفلترة).
- ☒ عمليات إزالة العوالق الدقيقة جداً (الفلترة الدقيقة جداً أو الميكرونية).
- ☒ إزالة الكلور الزائد قبل دخول الماء للأغشية. (حتى لا تتلف الأغشية) ومنه إلى مجمع الأغشية.

أما عن الكيمياويات المضافة لعملية التحلية في المعالجة الأولية، فهي كالتالي:

- هيبوكلوريد الصوديوم (الهيبو) أو كبريتات النحاس، لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج).
- باي سلفات الصوديوم، لإزالة الكلور من ماء التغذية.
- هيكسا ميتا فوسفات الصوديوم، لمقاومة الترسيبات.
- حامض الكبرتيك، لضبط الرقم الهيدروجيني ومقاومة الترسيبات.

٢- المعالجة النهائية لمياه التحلية المنتجة:

تعني المعالجة النهائية للمياه المنتجة، ضبط بعض الخواص عن طريق إضافة بعض العناصر الكيميائية، وتتمثل خواص المياه المنتجة في الأتي (DOW, Water Solutions., Reverse Osmosis Membranes- Technical Manual):

- ☒ الطعم والرائحة.
- ☒ درجة حرارة المياه.
- ☒ العوالق الدقيقة والميكروبات.
- ☒ نسب الأملاح الذائبة.
- ☒ القلوية والحامضية والرقم الهيدروجيني pH.

☒ القدرة علة التآكل للمعادن.

ولكي يتم ما سبق لا بد من إضافة عناصر كيميائية ليخرج المنتج النهائي للمياه في صورها الحالية للمستهلك، وهذه العناصر هي:

- هيبوكلوريد الكالسيوم/ الصوديوم، لتطهير الماء المنتج.
- الجير، لضبط الرقم الهيدروجيني.
- هيدروكسيد الأمونيوم/ الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك ويستخدموا لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف.
- حامض الستريك/ الفسفوريك/ الاكسليك ويستخدموا إزالة الترسيبات الكربونية والأكسيد.
- فوسفات الصوديوم الثلاثي ويستخدم لإزالة المواد العضوية والترسيبات الميكروبيولوجية.
- الفورمالدهايد ويستخدم للتطهير والمحافظة على الأغشية.

يتضح مما سبق أن بمرور محطات التحلية في أية منطقة في العالم بمراحل المعالجة السابقة والدقيقة لا بد من خروج المنتج النهائي للمياه بكل تأكيد في أحسن صوره للمستهلك، ولكن السؤال.

هل المستهلك على دراية كاملة بتلك المراحل؟ وأن هناك ضوابط لتنفيذها، وأن المياه المنتجة خرجت من محطة التحلية صالحة للشرب بنسبة ١٠٠%، وعلى المستهلك أن يعي ذلك ويبحث عن سبب تلوث المياه؟ هل هو المسئول عن هذا التلوث من خلال (شبكة المواسير المنزلية، والخزانات)، أم التقصير من القائمين عن الخدمة بسبب خلل بمحطة التحلية أو شبكة المواسير القديمة التي بحاجة للتجديد والإحلال بنوعية مناسبة لنوعية المياه وظروف البيئة. وتجيب الدراسة عن كل ذلك في العناصر القادمة.

رابعاً: التقييم الجغرافي للمحطة، وتمديداتها الشبكية.

١- التقييم الجغرافي لموقع المحطة:

تبين من الدراسة الميدانية وتحليل الصور الفضائية (لمعرفة مصادر الخطورة على محطة التحلية وبالتالي الوقوف الأخطار ومستوياتها لمعالجتها – حسب تصنيف دير وآخرون، ٢٠٠١م)، أن موضع المحطة يؤثر ويتأثر؛ فعن تأثير موضع محطة تحلية اليسر فهو

غير مباشر ويتمثل في تأثيره على البيئة البحرية، من خلال موضع مأخذ المياه، فإمتداد المواسير لمسافة أقل من (٥٠م) داخل المياه البحرية، وعمق يصل لحوالي (١٢م تحت سطح المياه) لسحب مياه التغذية مباشرةً (صورة١)، غير ملائم ومخالف لقوانين البيئة، حيث أن هذا النطاق البحري غني بالإنتاج البيولوجي وبالتالي فأثناء السحب تُجرف الكائنات الحية مع تدفق المياه البحرية إلى داخل المحطة فتموت أثناء المراحل المختلفة في عملية التحلية. ويمكن تفادي هذه المشكلة من خلال تعيين موضع المأخذ بعيداً عن المناطق وافرة الإنتاج البيولوجي. كما في المياه الأعمق الأبعد في البحر، أو بإستخدام آبار شاطئية تحت الأرض رغم صعوبة تنفيذ الأخيرة لمحطات تحلية المياه الكبيرة (NRC, 2008, Elimelesh and Phillip 2011).

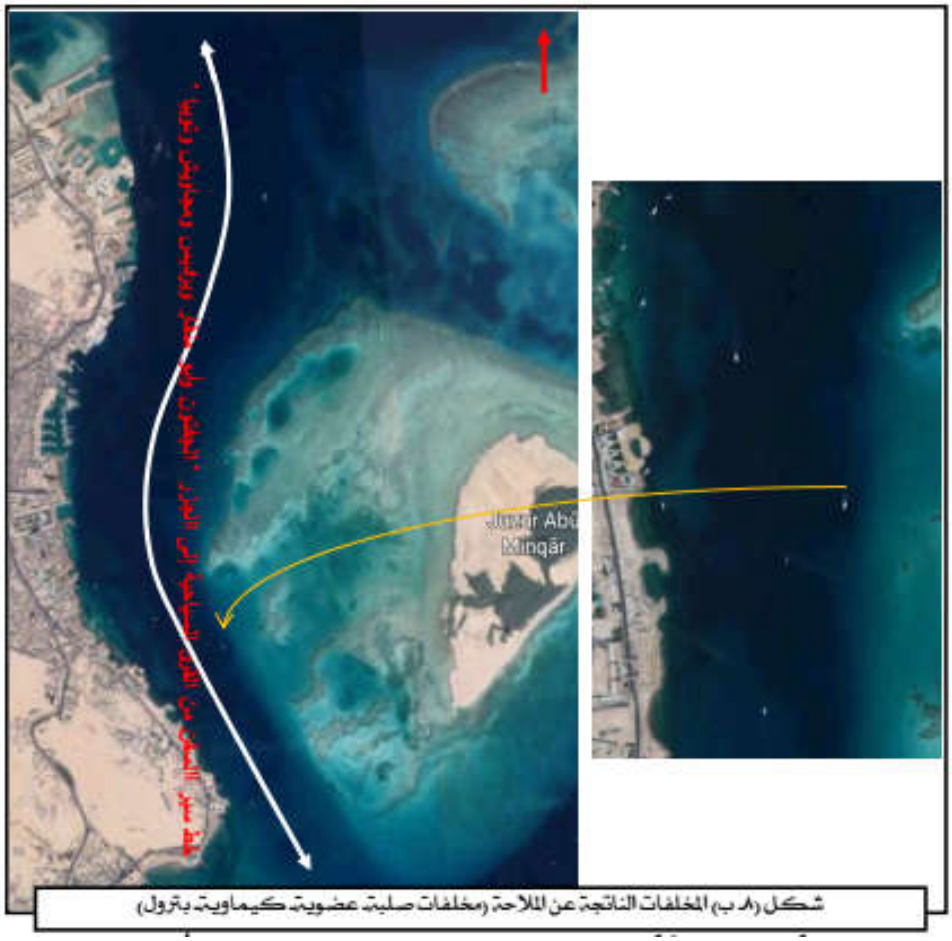
صورة (١) المأخذ البحري لمحطة اليسر- الغردقة

أما بالنسبة لموضع محطة تحلية اليسر فهو يتأثر عدة مصادر للتلوث وهي:

- ☒ توطن المحطة جغرافياً داخل الكتلة السكنية وعلى المنطقة الشاطئية التي تتسم بتنوع الانشطة الاقتصادية بداخلها.
- ☒ يقع داخل نطاق محطة اليسر عدة أنشطة بشرية تمثل مصادر خطورة للمحطة، أهمها محطة تخزين وتموين السفن ومواصلات النقل العام، وميناء الغردقة البحري السياحي، ومارينا اليخوت– (مارينا الغردقة)، وميناء الصيد وحلقة السمك.
- ☒ تتمثل الأخطار الناتجة عن مصادر الخطورة سابقة الذكر في:

- **بالنسبة لمحطة تخزين وتموين السفن والسيارات**، يطرح منها مواد بترولية تتسرب للطبقة السطحية المتشققة من النطاق الارض للمحطة فتختلط بالمياه السطحية والجوفية المرتفع منسوبها داخل منطقة الدراسة وبالتالي إما أن تختلط بمياه تغذية المحطة أو بالمياه المنتجة من المحطة نتيجة التسريب من مواسير الشبكة القديمة المتهالكة.

شكل (٨ أ) مسببات التلوث لمحطة تحلية المياه "اليسر – الغردقة- البحر الأحمر"، منوجهة نظر الباحث



شكل (أ، ب) المخلفات الناتجة عن الملاحة (مخلفات صلبة عضوية كيماوية بترول)

- **بالنسبة لميناء الغردقة البحري السياحي**، يطرح من السفن مواد بترولية أثناء التموين، كذلك مخلفات صلبة وكيماوية أثناء القيام بالتنظيف، جميعها تتسرب في المياه البحرية بنطاق السحب المباشر لتغذية المحطة، وبالتالي تختلط المواد السامة بمياه التغذية التي ربما لا يمكن التخلص منها أو تكلف المحطة تكاليف إضافية للتخلص منها.
- **بالنسبة لميناء الصيد وحلقة السمك**، يطرح منهما مواد بترولية ومخلفات حفظ وتصنيع الاسماك، جميعها تتسرب في المياه البحرية بنطاق السحب المباشر لتغذية

المحطة. وبالتالي تختلط المواد السامة والعضوية بمياه التغذية والتي ربما يصعب التخلص منها.

- **بالنسبة لمارينا الغردقة**، يطرح من اليخوت مواد بترولية وعناصر كيميائية ومواد صلبة ناتجة عن عمليات النظافة، جميعها تتسرب في المياه البحرية بنطاق السحب المباشر لتغذية المحطة، وبالتالي تختلط المواد السامة بمياه التغذية التي ربما لا يمكن التخلص منها.

☒ وقوع محطة التحلية والنطاق البحري لتغذية المحطة على الممر الملاحي للسفن من الشمال والجنوب ومن القرى السياحية للجزر (الجفتون، براديس، أبو منقار، ومجاويش، وتوبيا)، وينتج عن هذه السفن مواد ببترولية ومواد كيميائية ومخلفات عضوية وصلبة، جميعها تتسرب في المياه البحرية القريبة من نطاق السحب المباشر لتغذية المحطة.

٢- التقييم الجنرافي للمحطة:

ليس من المنطقي أن نُخلي أية مسئولية على عاتق المحطة والقائمين عليها، ونترك الأخطار جميعها إما على تمديدات الشبكة أو المستهلك. ولكن يوجد بعض الإخطار النمطية المرتبطة بطريقة المعالجة(*) والتي ربما من وجهة نظر القائمين على المحطة أنها عادية ولكن عواقبها كبيرة جداً إذا لم تُعرف أسبابها ثم تُعالج بالطرق العلمية الصحيحة. لتفادي أية مشاكل تُوجه للخدمة من المستهلك. وهذه الأخطار ومستوياتها حسب تصنيف (دير وآخرون، ٢٠٠١) يوضحها (جدول٢،٣،٤) ومنها يتضح:

- أن هناك مجموعة مصادر للخطر هي المسئولة عن وجود الأخطار(**) (جدول ٢) جميعها مرتبطة بمرحلة المعالجة (المحطة)، وهذه الأخطار توزع بين خمسة مستويات للخطورة حسب تصنيف (دير) (جدول ٣) ولمعرفة مستوى الخطورة لكل خطر لا بد من تحديد مصدر الخطر أولاً ثم الخطر نفسه، ثم بعد ذلك يتم إحتساب مستوى الخطر بإستخدام المصفوفة (جدول ٣) من خلال عنصرين أحدهما افقي ممثلاً في صفوف المصفوفة وهي (مدي الخطورة أو الآثار) والثاني رأسي ممثلا في (درجة إحتمالية تكرار الحدث).

جدول (٢) بعض الأخطار النمطية المرتبطة بالمعالجة

حالة الخطر (مصدر الخطر)	الأخطار المرتبطة بها (والقضايا التي ينبغي مراعاتها)
أي خطر لا يتم ضبطه/التخفيف منه داخل حوض التجميع	وفق ما يتم تحديده في حوض التجميع
إمدادات الطاقة	المعالجة المتقطعة/ انعدام التعقيم
سعة محطات المعالجة	حجم المعالجة الزائد
التعقيم	الموثوقية الآثار الجانبية للتعقيم
المرافق الثانوية	المعالجة غير الكافية
فشل المعالجة	المياه غير المعالجة
مواد المعالجة الكيميائية غير الموافق عليها	تلوث إمدادات المياه
مواد المعالجة الكيميائية الملوثة	تلوث إمدادات المياه
المرشحات المسدودة	إزالة الجسيمات بشكل غير كاف
السماكة غير الكافية لمادة المرشح	إزالة الجسيمات بشكل غير كاف
الأمن/ التخريب	التلوث/ فقدان المخزون
عيوب استخدام الآلات	انعدام السيطرة
إرسال البيانات	انقطاع التواصل
الفيضان	خسارة محطات المعالجة أو تقييدها
الحرائق/ الانفجارات	خسارة محطات المعالجة أو تقييدها

المصدر: منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، دليل خطة سلامة المياه، الكبعة الانجليزية، جنيف، ٢٠٠٩م

- أما عن الهدف من تحديد مستوى الخطوره للأخطار فهو لتقييم الأخطار والمخاطر بإتباع المنهج شبة الكمي ويوضح (جدول ٤) نتائج تقييم بعض الأخطار والمخاطر بإتباع المنهج شبه الكمي لمحطة تحلية اليسر بالغردقة.

* دليل خطة سلامة المياه– دليل مفصل لإدارة المخاطر لمقدمي مياه الشرب، دراسة تطبيقية على ثلاثة نماذج هي استراليا وأمريكا اللاتينية والكاريبي والمملكة المتحدة (انجلترا وويلز)، قام بالدراسة منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، دليل خطة سلامة المياه، الكبعة الانجليزية، جنيف، ٢٠٠٩م.

** تعرف الأخطار بأنها: العوامل المادية أو البيولوجية أو الكيميائية أو الإشعاعية، التي يمكن أن تضر بالصحة العامة. أما حالة الخطر فتعرف بأنها: الحدث الذي يوجد الأخطار في إمدادات المياه أو لا يزيلها منها. فالأمطار الغزيرة مثلاً (حالة خطر) قد تتسبب في إيجاد مسببات الأمراض الجرثومية (الأخطار) في مصادر المياه.

جدول (٣) منهج مصفوفة المخاطر شبه الكمي (مأخوذ عن دير وأخرين، ٢٠٠١)

درجة احتمال تكرار الحدث	مدى الخطورة أو الآثار: طفيف أو لا أثر له – التصنيف: 1	تأثير بسيط على الامتثال– التصنيف: 2	تأثير جمالي متوسط – التصنيف: 3	تأثير تنظيمي كبير – التصنيف: 4	تأثير كارثي على الصحة العامة – التصنيف: 5
شبه مؤكد/ مرة يومياً – التصنيف: 5	5	10	15	20	25
محتمل/ مرة أسبوعياً – التصنيف: 4	4	8	12	16	20
متوسط/ مرة شهرياً – التصنيف: 3	3	6	9	12	15
غير محتمل/ مرة في السنة – التصنيف: 2	2	4	6	8	10
نادر الحدوث/ مرة كل 5 سنوات – التصنيف: 1	1	2	3	4	5
درجة الخطر تصنيف الخطر	6 > متدني	9 - 6 متوسط	15 - 10 مرتفع		15 < مرتفع جداً

المصدر: منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، دليل خطة سلامة المياه، الكبعة الانجليزية، جنيف، ٢٠٠٩م

جدول (٤) نتائج تقييم الأخطار والمخاطر بإتباع المنهج شبه الكمي

خطوة العملية	حالة الخطر (مصدر الخطر)	نوع الخطر	الاحتمالية	الخطورة	الدرجة	تصنيف المخاطر (قبل النظر الى الضوابط)	الأساس
المصدر (المياه الجوفية)	طرح محطة تموين السفن والسيارات مواد بترولية على الارض، كذلك مخلفات حلقة السمك. مما يشكل مصدراً محتملاً لدخول مسببات الامراض اثناء المطر	حرثومي وكيميائي	٣	٥	١٥	مرتفع	احتمالية المرض من مسببات الامراض الصادرة عن المواد البترولية
المصدر (المياه الجوفية)	طرح االبنزين والسولار أثناء التموين بالميناء السياحي البحري وميناء الصيد	كيميائي	٢	٥	١٠	مرتفع	احتمال دخول المواد الكيميائية السامة التي قد تتركز في المياه المنتجه بمعدلات تتجاوز المعايير الوطنية وقيم ارشادات منظمة الصحة العالمية
المصدر (المياه الجوفية)	خليط من مبيدات الهوام المستخدمة في حدائق القرى السياحية	كيميائي	٢	٤	٨	متوسط	احتمال دخول المواد الكيميائية السامة التي قد تتركز في المياه المنتجه بمعدلات تتجاوز المعايير الوطنية وقيم ارشادات منظمة الصحة العالمية. نتيجة التسرب واختلاط مع المياه الجوفية
المصدر (المياه الجوفية)	احتمال طرح الفضلات الصلبة بشكل غير رسمي	جرثومي وكميائي	١	١	١	متدني	احتمال النفايات الخطرة. وسقوط الامطار المؤدي إلى تلوث مياه الشبكة نتيجة التسرب مع ارتفاع منسوب الماء الجوفي
المصدر (الخزان– المستهلك)	الخزانات المكشوفة يسمح للطيور بالتجمع وطرح فضلاتها في المياه المعالجة وكذلك البكتيريا	جرثومي	٢	٥	١٠	مرتفع	احتمال المرض من مسببات الامراض كالسالمونيلا والعطيفة
المصدر المعالجة	لا يوجد مصدر احتياطي للطاقة	جرثومي وكيميائي	٢	٥	١٠	مرتفع	احتمال فقدان المعالجة وصغط المضخات
المصدر (الشبكة)	التسريب من الخط الرئيسي ونظام التوزيع	جرثومي	٥	٣	١٥	مرتفع	يشكل التسرب مصدراً محتملاً لمسببات الامراض الجرثومية وهو سبب لنسبة عالية من المياه المفقودة
المصدر: من عمل الباحث بناء على مصادر الخطر للمحطة ثم الاخطار المحتمل وجودها ثم احتساب مستويات الخطورة من الجدول ٣، للخروج بنتائج تقييم الاخطار بإتباع المنهج الكمي							

٣- خصائص التمديدات الشبكية لمحطة التحلية :

تستخدم عدة أنواع من المواسير في أعمال مياه الشرب بالغردقة وتصنع المواسير بأقطار مختلفة ومواد مختلفة حسب الغرض منها وموضع إستعمالها، وتورد إلي مكان العمل بأطوال مختلفة مما يدعو إلى قطعها وثنيها ووصلها لتُكون شبكات التغذية، ويجب أن تتوافر في المواسير ثلاثة شروط وهي المتانة وطول فترة الإستخدام والإقتصاد في التكاليف ويجب أيضاً الإهتمام بحماية أسطح المواسير الداخلية والخارجية حتي لا تتعرض للتآكل (ISO- Pipe, Tube and Fittings Standard and Specification)، ولمعرفة هل لتمديدات الشبكة آثار بيئية أم لا؟ لا بد من دراسة عدة عناصر كما يلي:

أ- أنواع مواسير الشبكة وأطوالها:

تتكون الشبكة من عدة أنواع من المواسير تتباين فيما بينها من حيث مادة الصنع وأطوالها، ولمعرفة مدى ملائمة كل نوع في موضعة لنقل المياه من المحطة إلى المستهلك، وكذلك أفضل أنواع المواسير التي اثبتت قدرتها على التحمل لأطول مدة. لا بد من دراسة خصائص كل نوع ومميزاته وعيوبه وبما يمثل من الشبكة (Daniel R. Rople, Pe and David M. Coles. 2012)، كما يلي:

١- المواسير الزهر:

تتسم المواسير الزهر عن باقي أنواع المواسير بالعمر الطويل جدًا حيث أنه يوجد خط من مواسير الزهر في فرنسا لا يزال يعمل منذ ١٦١٤م. وتصنع مواسير الزهر بصب الحديد الزهر في قوالب رأسية بحيث يكون رأس الماسورة لأعلي وذيلها لأسفل وبعد الصب يقطع جزء من طرفها العلوي بطول حوالي ١٠ سم لاحتوائه علي ترسيب مواد غريبة وشوائب موجودة بالزهر نفسه وتغمس المواسير بعد صبها في حمام من مركب البيتومين الساخن لتكسيتها من الداخل والخارج لوقايتها من التآكل. ويمثل هذا النوع حوالي (١١.٣%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة بإجمالي أطوال مقدارها (٢.٦٧كم) بنسبة (٠.٦٣%) من إجمالي أطوال الشبكة الذي وصل (٤٢٦.٦٥كم) (جدول ٥).

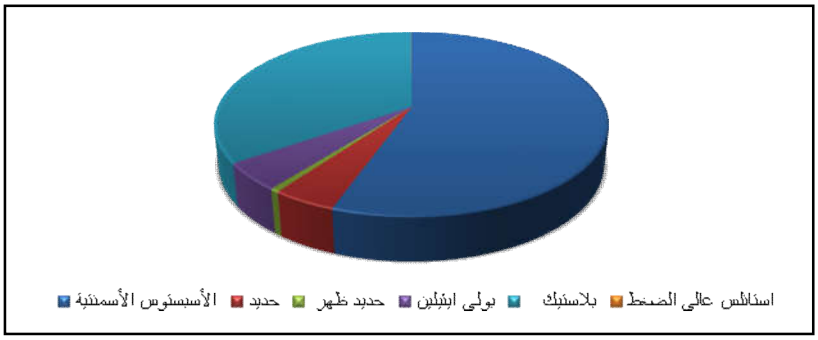
أهم مميزاتها:

- ❖ يمكن تصنيعها بمصر.

جدول (٥) بعض خصائص شبكة التغذية لمحطة تحلية اليسر- الغردقة لعام ٢٠١٨م

م	القطر (مم)	مادة الصنع (النوع)	الطول (كم)	م	القطر (مم)	مادة الصنع (النوع)	الطول (كم)
١	٨٠٠	الأسبستوس الأسمنتية	٠.١١	٢٨	٢٠٠	الأسبستوس الأسمنتية	٤٤.٣١
٢	٧٠٠	حديد	٠.١٠	٢٩		حديد ظهر	٠.٢٩
٣	٦٠٠	الأسبستوس الأسمنتية	٠.٤١	٣٠		بولي ايثيلين	٠.٣٥
٤		حديد ظهر	٠.٨٦	٣١		بلاستيك (رمادي- اسود)	١٧.٥٤
٥		بولي ايثيلين	٢.٤٦	٣٢		حديد	٠.٤٦
٦		حديد	٠.١١	٣٣	١٥٠	الأسبستوس الأسمنتية	٧٦.٩١
٧		بلاستيك (رمادي- اسود)	٠.٥٢	٣٤		بلاستيك (رمادي- اسود)	٤٠.٥١
٨	٤٥٠	بلاستيك (رمادي- اسود)	٠.٣٠	٣٥		حديد	١.٧٣
٩	٤٠٠	الأسبستوس الأسمنتية	١٥.١٦	٣٦		استانلس عالي الضغط	٠.٠٨
١٠		حديد ظهر	٠.٢٣	٣٧	١٠٠	الأسبستوس الأسمنتية	٤٨.٩٩
١١		بولي ايثيلين	٧.٠١	٣٨		بولي ايثيلين	٠.٠٤
١٢		بلاستيك (رمادي- اسود)	٦.٤٠	٣٩		بلاستيك (رمادي- اسود)	٦٢.٢٨
١٣		حديد	٠.١١	٤٠		حديد	٠.١٩
١٤	٣٥٠	الأسبستوس الأسمنتية	٤.٥٢	٤١	٧٥	أسمنت الأسبستوس	١.٠٢
١٥		حديد	٠.١٤	٤٣		بلاستيك (رمادي- اسود)	٢.٠٧
١٦		بلاستيك (رمادي- اسود)	٠.٠١	٤٤		حديد	١.١٥
١٧	٣٠٠	حديد	٨.٧٥	٤٥		استانلس عالي الضغط	٠.٠٤
١٨		بلاستيك (رمادي- اسود)	٧.٦٥	٤٦		حديد ظهر	٠.٠٤
١٩		بولي ايثيلين	٩.٠٤	٤٧	٦٣	بلاستيك (رمادي- اسود)	٠.٤٦
٢٠		حديد ظهر	٠.٠١	٤٨	٥٠	أسمنت الأسبستوس	٠.٠١
٢١		الأسبستوس الأسمنتية	٢٥.٣٧	٤٩		حديد	٠.٥٦
٢٢	٢٥٠	الأسبستوس الأسمنتية	١٩.٩٦	٥٠		استانلس عالي الضغط	٠.٠٣
٢٣		حديد ظهر مرن	١.٢٤	٥١		بلاستيك (رمادي- اسود)	١.٣٧
٢٤		حديد	٤.٨١	٥٢	٣٧.٥	بولي ايثيلين	١.٥١
٢٥		بلاستيك (رمادي- اسود)	٤.٢٠	٥٣		حديد	١.٠٤
٢٦	١٦٠	بلاستيك (رمادي- اسود)	١.٢٩	٥٤	٢٥	بلاستيك (رمادي- اسود)	٠.٠١
٢٧	١١٠	بلاستيك (رمادي- اسود)	٢.٩١				
إجمالي طول الشبكة							٤٢٦.٦٥

المصدر: الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر الغردقة، بيانات غير منشورة؛ ٢٠١٨، بتصرف الباحث.



شكل (٩) أنواع وأطوال المواسير المستخدمة في شبكة المياه بمدينة الغردقة

- ❖ أسعارها مقبولة.
- ❖ لا تحتاج الي عزل داخلي أو خارجي.
- ❖ سهولة في التركيب.
- ❖ يمكن استخدامها في خطوط الطرد وشبكات الانحدار.
- ❖ تعيش عمراً طويلا.

أهم عيوبها:

- ❖ سهلة الكسر وتحتاج لحرص شديد في النقل والتركيب.
- ❖ ثقيلة الوزن.
- ❖ تنتج في مصر بأقطار صغيرة ٣٠٠ مم.

٣- المواسير الأسبستوس الاسمنتية :

كان المتبع في مصر تفضيل المواسير الزهر حتي في الأقطار التي لا تتجاوز ١٨ بوصة لقدرتها على مقاومة التآكل في التربة السبخية والكبريتية أو المردومة بينما مواسير الأسبستوس الأسمنتية دلت في الخارج علي مقاومتها لهذا التآكل لدرجة كبيرة مع تحملها للضغوط المطلوبة للتشغيل إحتمالاً مأموناً فضلاً عن مزاحمة أثمانها للزهر والصلب في حدود هذه الأقطار وأكبر منها أحياناً في الضغوط المتوسطة. هذا بالإضافة إلى التيارات كهربائية الشاردة في التربة بينما يكون التلف سريعاً في المواسير المعدنية. ويمثل هذا النوع يمثل حوالي (٢٠.٦%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة بإجمالي أطوال

مقدارها (٢٣٦.٧٧كم) وبنسبة (٥٥.٥%) من إجمالي أطوال الشبكة، وهي بذلك تحتل المرتبة الأولى من حيث تمثيلها للشبكة بالغردقة.

طريقة صناعة مواسير الأسبستوس الاسمنتي بمصر:

تصنع مواسير الأسبستوس الاسمنتي بمصانع سيجوارت بالمعصرة بطريقة مانياتي الايطالية وهي اضافة الأسمنت البورتلاندي الخالص وخيوط الأسبستوس النقي بنسبة ١٥٠ كيلوجرام علي طن الاسمنت علي أربع درجات تجرب علي نفس الضغوط المقررة لمواسير الزهر.

٣- المواسير البلاستيك UPVC:

يتم تركيب مواسير البلاستيك بإستخدام حلقات مطاط أو بإستخدام المواد اللاصقة للحصول على وصل قوى وسريع لا يسمح بأى تسرب وتتسم المواسير البلاستيك بأنها مصنوعة من مادة كلوريد الفينيل غير الملدن بالنعومة الهيدروليكية نتيجة صغر معامل الاحتكاك للمواسير مما يؤدي الي سرعة السوائل داخل المواسير فيحدث لها تنظيف ذاتي. ويمثل هذا النوع حوالي (٢٨.٣%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة بإجمالي أطوال مقدارها (١٤٧.٥٢كم) بنسبة (٣٤.٦%) من إجمالي أطوال الشبكة، وهي بذلك تحتل المرتبة الثانية من حيث تمثيلها للشبكة بالغردقة.

أهم مميزاتها:

- ❖ سهلة التركيب – سهلة النقل – سهلة الإصلاح وتتحمل الصدمات.
- ❖ تتميز بالمرونة وتكيفها مع تحركات التربة مما يجعلها مقاومة للكسر.
- ❖ تقاوم الأملاح والأحماض والقلويات ولا تصدأ.
- ❖ سطحها الداخلى يتميز بالنعومة الهيدروليكية مما يؤدى إلى سرعة تدفق السوائل داخل المواسير وعدم ترسيب الفطريات والاملاح وغيرها.
- ❖ تكلفة إنشاء وتركيب الشبكة أرخص من مثيلاتها من الأنواع الأخرى مع السرعة فى تنفيذ الشبكات.
- ❖ العمر التصميمي الأفتراضى لهذة المواسير أكثر من خمسون عاماً.
- ❖ كثرة المصانع التي تنتجها في مصر.

- ❖ المقاومة الكيميائية للمواسير البلاستيك: وتم تأكيد هذا عملياً بعد الكشف عن أول خط مواسير بى فى سى تم تركيبة فى ألمانيا عام ١٩٣٢ حيث تم الكشف عنه فى عام ١٩٨٣ ووجدت المواسير محتفظة بنفس خواصها كما أكدتها الإختبارات المعملية التى يتم إجراؤها بصفة دائمة.

٤- مواسير البولي إيثيلين:

تنتج المصانع نوعين من مواسير البولي إثيلين أحدهما يتحمل ضغط البولي ايثيلين المرتفع والآخر يتحمل الضغط المنخفض، وكلاهما بديل ممتاز للمواسير المعدنية لتوفير المياه ويمكن توصيله بسهولة على أي نوع آخر من المواسير (William Johns, Notes on Pipe, Gizmology.Net, 2012). ويمثل هذا النوع حوالي (١١.٣%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة بإجمالي أطوال مقدارها (٢٠.٤١كم) بنسبة (٤.٨%) من إجمالي أطوال الشبكة، وهي تحتل المرتبة الثالثة من حيث تمثيلها للشبكة داخل منطقة الدراسة.

مميزاته:

- ❖ مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة (أقل من ٢٠ درجة مئوية).
- ❖ قوي

عيوبه:

- ❖ أثناء الحرارة العالية يصبح البلاستيك لزج
- ❖ لا يتم لحامه

٥- مواسير الحديد:

تعتبر المواسير الحديد أقدم مواسير التغذية، وتوجد حتى الآن، وتوجد في الأسواق بنوعين أحدهما حديد أسود يستخدم في نقل الزيوت وخطوط التبريد. والثاني الحديد المجلفن ويستخدم في تغذية مياه الشرب وخطوط الحريق (ISO- Pipe, Tube and Fittings Standard and Specification)، وتوجد المواسير الحديد بطول موحد (٦م) وبأقطار تتراوح بين (٠.٥-٤ بوصة) ويوجد أقطار أخري حسب الطلب. ويمثل هذا النوع حوالي (٢٢.٦%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة بإجمالي أطوال مقدارها

(١٩.١٥كم) بنسبة (٤.٥%) من إجمالي أطوال الشبكة، وهي تحتل المرتبة الرابعة من حيث تمثيلها للشبكة داخل منطقة الدراسة.

ب- الأطوال القياسية للمواسير وأفضلها نوعاً وتطبيق ذلك على منطقة الغردقة.

يوجد أطوال قياسية للمواسير المستخدمة في شبكات المياه ومتوفرة في أي مكان بالعالم وتنطبق على منطقة الدراسة، وكلاً يستخدم في موقعه على حسب المطلوب منه (جدول ٦)، ويوجد أنواع أطوالها تناسب الشبكة بمنطقة الدراسة أي يمكن الاعتماد عليها وتعد من أجود الأنواع وتناسب جميع الظروف. بغض النظر أنه يوجد مجموعة من العيوب الفنية للمواسير عند إستخدامها في التمديدات الشبكية وهي: الصدأ لسوء العزل وعدوانية التربة، والإنحراف وعدم الاستقامة لسوء التشوين، والإبنعاج لسوء الردم حولها، إنهيار الراسم العلوي لسوء التحميل فوقها، والتسريب من الوصلات لسوء التركيب، وعدم مقاومة بعض الأنواع لأشعة الشمس مما يقلل من عمرها الافتراضي، والإنفجار نتيجة زيادة الضغط. وهذه عيوب جميعها مرتبط بسوء الإستخدام ولا علاقة لها بنوع المواسير المستخدمة في الشبكة. ولكن هناك دراسات أثبتت أن المواسير البلاستيكية (PVC) هي الأفضل بين كل أنواع المواسير والتي أحدثت طفرة كبيرة في هذا المجال نظراً لتوافر العديد من المزايا بها حيث أنها تصنع من مادة الكلوريد فينيل والتي تتميز بمرونتها وقابليتها للتصليح واللحام الذي يعمل على توصيل عدة مواسير مختلفة الأطوال ليتم تمديدها بسهولة لأبعد المناطق وهذا اللاصق محكم جداً لا يسمح بتسريب للمياه.

وتتسم هذه المواسير بميزة فريدة وهي نعومة السطح الداخلي لها مما يزيد من إنزلاق المياه ويمنع وجود أية تراكمات من رواسب أو مخلفات نظراً لعدم وجود نتوءات أو خشونة تعلق بها فهي ذات معامل إحتكاك ضئيل. وتتميز أيضاً هذه النوعية من المواسير بأنها مرنة بدرجة كبيرة ومحتفظة بحالتها لأكثر من عشرات السنين دون أن يطرأ عليها أية تغييرات ولهذا فإن إستخدامها في شبكات الصرف وشبكات المياه النظيفة مأمون ومناسب وقليل التكلفة بالمقارنة مع أنواع أخرى من المواسير.

جدول (٦) الأطوال القياسية المستخدمة في شبكات المياه

م	الطول (كم)	مادة الصنع (النوع)
١	٠.١٥-٠.٢٥	فخار وخرسانة
٢	٤—٦	بولي بروبلين
٣	٤-٦	بلاستيك
٤	٦-١٢	فايبر
٥	١٢-١٠٠	خراطيم البولي ايثيلين
Source; ISO- Pipe, Tube and Fittings Standard and Specification		

تتسم أيضاً بسهولة النقل والتركيب والإصلاح ولأنها مرنة فإنها مقاومة للكسر بنسبة عالية، كما أنها لا تصدأ لعدم وجود أية عنصر معدني. وهي أيضاً قادرة على مقاومة التفاعلات الكيميائية والغازات المنبعثة بفعل الضغط والحرارة. ويمكن تطبيق ذلك على منطقة الدراسة سواء بالإحلال أو بالتجديد لتفادي الأخطار النمطية أو الآثار البيئية المتكررة الخاصة بمواسير شبكات توزيع المياه بالمنطقة، بالإضافة لبعض الأخطار الأخرى والتي تتطلب إجراءات ضبط من القائمين على المحطة والشبكة (جدول ٧) وهذه الأخطار هي: دخول الملوثات للمياه (إما نتيجة لتكرار إنفجار الخط الرئيسي للمياه أو تقلبات الضغط داخل المواسير أو الإمدادات المتقطعة للمياه)، التدفق العكسي أو المتغير الذي يحرك الرواسب (ويرجع ذلك إلى صمامات الفتح أو الإغلاق)، تلوث إمدادات المياه (نتيجة إستخدام المواد غير الموافق عليها أو الوصول غير المراقب لخزانات الخدمة أو غياب الأمن أو ترك خزانات مفتوحة أو أن خزانات الخدمة تعاني من تسريب)(جدول ٧). وهذه الأخطار تتطلب إجراءات ضبط تتمثل في الآتي:

- التفتيش المنتظم على الخزانات (الخارجية والداخلية).
- تغطية خزانات الخدمة المفتوحة.
- الخرائط الحديثة للشبكة.
- الحالة المعلومة للصمام.
- سياسة الشراء وإجراءاته.

- إجراءات إصلاح الخط الرئيسي.
- العاملون المؤهلون (كفاءة المشغل).
- إجراءات النظافة.
- أمن الصنابير.
- الصمامات المانعة لإرتداد المياه لمنع تحريك الرواسب.
- مراقبة الضغط وتسجيله.
- السياج والفتحات المغلقة والإنذار ضد المتطفلين على خزانات الخدمة وأبراجها.

جدول (٧) بعض الأخطار النمطية في شبكة التوزيع

حالة الخطر (مصدر الخطر)	الأخطار المرتبطة بها (والقضايا التي ينبغي مراعاتها)
أي خطر لا يتم ضبطه/التخفيف منه أثناء المعالجة	وفق ما يتم تحديده أثناء المعالجة
انفجار الأنبوب الرئيسي	دخول الملوثات
تقلبات الضغط	دخول الملوثات
الإمدادات المتقطعة	دخول الملوثات
صمامات الفتح/ الإغلاق	التدفق العكسي. أو المتغير الذي يحرك الرواسب دخول المياه الراكدة
استخدام المواد غير الموافق عليها	تلوث إمدادات المياه
وصول الآخرين إلى صنابير التحكم	التلوث بالتدفق العكسي زيادة التدفق مما يحرك الرواسب
الربط غير المصرح به	التلوث بالتدفق العكسي
خزان الخدمة المفتوح	التلوث عن طريق الحيوانات البرية
خزان الخدمة الذي يعاني من التسريب	دخول الملوثات
الوصول غير المراقب لخزانات الخدمة	التلوث
الأمن/ التخريب	التلوث
الأراضي الملوثة	تلوث إمدادات المياه عن طريق الأنواع الخاطئة من الأنابيب

خامساً: خصائص الحالة النوعية للمياه.

لقد حددت هيئة الصحة العالمية وغيرها من الهيئات القومية والعالمية مواصفات لمياه الشرب الصالحة لإستعمال الإنسان من محطات التحلية، وقد إتفقت جميع هذه المواصفات على إعتبار (٥٠٠ جزء في المليون) هو الحد المرغوب فيه لمجموع المواد الصلبة الذائبة في مياه الشرب والذي يجب أن ندركه هو أنه ليس كل ما يستعمله الإنسان في جميع أنحاء العالم مطابقاً لهذه المواصفات، ففي مناطق كثيره من العالم هناك من

يعيشون على مياه تزيد ملوحتها عن (١٥٠٠جزء في المليون) كما في المكسيك والسنغال وأجزاء من استراليا.

وتختلف الأملاح الذائبة في تأثيرها على الإنسان أو خطورتها عليه، فكربونات الكالسيوم مثلاً لها أثر فسيولوجي، في حين أن الكربونات القلوية ضررها كبير، والكبيرتات القلوية قليلة الضرر، والكلوريدات القلوية ومنها ملح الطعام متوسطة الضرر، وكبريتات المغنسيوم تعطي طعماً مراً للماء، أما الحديد فإن نصف جزء في المليون منه يجعل طعم الماء غير مستساغ، (المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- المصادر الطبيعية للمياه، ١٤٢٩هـ، ص١٢).

وتتلخص المواصفات العالمية لمياه الشرب من محطات التحلية فيما يلي (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، خطة عمل البحر الأحمر، ٢٠١٧م، ص ص ١٥-١٧):

- ☒ المواد السامة والمواد التي حدد لها أعلى تركيز مسموح به وهي: الرصاص (٠.٠٠٥مجم/لتر)، والسيلينيوم (٠.٠٠١مجم/لتر)، والزرنيخ (٠.٠٠٥مجم/لتر)، والسيانيد (٠.٠٠١مجم/لتر)، والكادميوم (٠.٠٠١مجم/لتر)، والزئبق (٠.٠٠١مجم/لتر).
- ☒ الفلوريدات: وتتوقف الحدود المقترحة لتركيزها في الماء على الحرارة السائدة بالمنطقة (جدول ٨):

جدول (٨) الحدود المسموح بها للفلوريدات وفقا لدرجات الحرارة بالمنطقة

المتوسط السنوي لدرجة حرارة المنطقة (درجة مئوية)	الإستهلاك	
	الحد الأدني للفلور (مجم/لتر)	الحد الأقصى للفلور (مجم/لتر)
١٠-١٢	٠.٩	١.٨
١٢.١- ١٤.٦	٠.٨	١.٥
١٤.٧- ١٧.٦	٠.٨	١.٢
١٧.٧- ٢١.٤	٠.٧	١.٢
٢١.٥- ٢٦.٢	٠.٧	١
٢٦.٣- ٣٢.٣	٠.٦	٠.٨

المصدر: برنامج البيئة،الأمم المتحدة، خطة عمل البحر الأحمر، ٢٠١٧م.

أ- أما منظمة الصحة العالمية فرأت أن تضع في مواصفاتها حدين، أحدهما مرغوب فيه، والآخر غير مرغوب فيه ولا يسمح بتخطيه (جدول ٩، ١٠).

جدول (٩) الحد الأقصى المسموح به للمواد الضارة من أملاح ومعادن ثقيلة ومركبات كيميائية وسموم في ماء الشرب، طبقا للهيئة العالمية (مجم/ لتر).

العنصر	المواصفات العالمية				
	هيئة الصحة العالمية	التحاد الاوروبي	كندا	امريكا	روسيا
فلوريد	١.٥	١.٥-٠.٧	١.٥	٢	١.٥
بورون	–	١	٥	–	–
سيانيد	٠.١	–	٠.٢	–	٠.١
الومنيوم	٠.٢	٠.٢	–	–	–
ارسنك	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	–
باريوم	–	٠.١	١	١	–
كادميوم	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠١	٠.٠٠١
كروميوم	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٥	٠.٥ -٠.١
كويلت	–	–	–	–	٠.١
نحاس	١	٠.١	١	١	١
حديد	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٥
رصاص	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٣
منجنيز	٠.١	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	–
زئبق	٠.٠٠١	٠.٠٠١	٠.٠٠١	٠.٠٠٢	٠.٠٠٠٥
بيكل	–	٠.٠٠٥	–	–	–
سيانيوم	٠.٠١	٠.١	٠.٠١	٠.٠١	–
زنك	٥	٣-٠.١	٥	٥	١

المصدر: المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- المصادر الطبيعية للمياه، ١٤٢٩هـ، ص ١٥.

١- خصائص الحالة النوعية لمياه التغذية.

لمعرفة نوعية المياه الساحلية (مصدر تغذية الشبكة)، قام الباحث بجمع عينتين للمياه البحرية (من مكان معلوم أمام الهضبة بجوار فندق صن رايز وقد حدده معهد علوم البحار في تقريره وأصر الباحث على نفس الموقع بهدف مقارنة نتائج التحاليل المعملية) في موسمين مختلفتين (صيف- شتاء)، بهدف إخضاعها للتحليل المعملي بالمعمل المركزي لكلية العلوم جامعة المنوفية، وذلك لتحديد المواد الضارة الموجودة بالمياه البحرية (أملاح ومعادن ثقيلة ومركبات كيميائية وسموم) وتحديد مصادر التلوث التي تؤدي إلى تدهور البيئة البحرية، وإعتمدت الدراسة الحالية في تحليلها لنتائج التحليل المعملي على نموذج تقرير حالة

جدول (٩) الحد الأقصى المسموح به للمواد العضوية حسب المواصفات العالمية (مجم/ لتر).

المنتجات العضوية	المواصفات العالمية				
	هيئة الصحة العالمية	التحاد الاوروبي	كندا	امريكا	روسيا
المنتجات البترولية	–	٠.٠١	–	–	٠.٣
المبيدات مجمعة	–	٠.٥	٠.١	–	–
المبيدات منفردة	–	٠.٥	٠.١	–	–
الدرين وديلزين	٠.٠٣	–	٠.٧	–	–
مادة ددتي	١	–	٣٠	–	–
الليندان	٣	–	٤	٠.٤	–
ميثوكشلدور	٣٠	–	١٠٠	١٠٠	–
البنزين	١٠	–	–	٥	–
الهيكساكلورو بنزين	٠.٠١	–	–	–	–
البنتاكلوروفينول	١٠	–	–	–	–
الفينول	–	٠.٥	٢	–	١
المنظفات	–	٠.٢	–	٠.٥	٠.٥

المصدر: المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث– المصادر الطبيعية للمياه، ١٤٢٩هـ، ص ١٦.

البحر الاحمر لعام ٢٠١٧م والذي أعده معهد علوم البحار والمصايد بتكليف من وزارة الدولة لشئون البيئة. ويتضح من نتائج (جدول ١٠) ما يلي:

☒ **القياسات الفيزيائية:**

- بلغ متوسط كمية مياه التغذية الداخلة للمحطة (٣٩٥ م٣/ الساعة) بمتوسط ضغط دخول للمحطة وصل (٥٤ بار) وبمعدل تحول وصل (٣٧%)، ودرجة شفافية معتدلة (محطة تحلية اليسر، ٢٠١٨م).
- تبين من خلال نتيجة درجة حرارة المياه أنه لا توجد تقسيمات حرارية للمياه البحرية داخل منطقة الدراسة وربما يرجع ذلك إلى خصائص المياه البحرية بالمنطقة ممثلة في ضحالة العمق على طول خط الساحل وحركة الأمواج وتوقيت جمع العينة. فقد تراوحت درجة حرارة المياه خلال فصلي الشتاء والصيف بين (١٩– ٣١ °) لكل منهما على التوالي.

- بلغ متوسط قيمة الأس الهيدروجيني (الحامضية والقلوية) خلال فصلي الصيف والشتاء (٨.٣) أي أنه دائما في الجانب القلوي الضعيف وهذه القيمة دائما مستقرة وثابتة.
- إرتفعت نسبة تركيز الملح في المياه البحرية داخل منطقة الدراسة (٤٠.١١جم/لتر) ويرجع ذلك إلى ندرة مصادر المياه العذبة التي تصب في البحر الأحمر إذا قورن بالبحر المتوسط الذي يصب فيه نهر النيل، ويؤكد على ذلك نسبة السيليكات النشطة في المياه البحرية بمنطقة الدراسة (٠.٤مجم/لتر) والتي تعد مؤشراً جيداً يمكن الإستدلال عليه في معرفة وجود صرف للمياه العذبة من عدمه (تقرير حالة البحر الاحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص ١٢).
- بلغت نسبة الأملاح المذابة الكلية في المياه البحرية (٤١٣٧٠ مجم/ لتر)، وهي نسبة عالية جداً تعكس الضرر الكبير الواقع على التنوع البيولوجي بالمنطقة نتيجة تنوع الأنشطة الإقتصادية.
- يعتبر الأكسجين الذائب واحداً من أهم وأفضل المتغيرات البيئية لتحديد كتل الماء المختلفة وتقييم درجة التلوث في البيئة البحرية وتشير الدراسات البيئية للمياه البحرية ومنها (تقرير حالة البحر الاحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص٤) أنه كلما زادت نسبة الأكسجين الذائب في المياه البحرية عن (٤مجم/لتر) دل ذلك على قلة معدلات التلوث في البيئة البحرية وأن المياه جيدة التهوية. وتؤكد نتائج التحليل أن متوسط نسبة الأكسجين الذائب في المياه البحرية بالمنطقة بلغت (٦.٥٧مجم/لتر) ولكنها تقل بالاتجاه تدريجياً نحو الأعماق الكبيرة.

☒ **القياسات البكتريولوجية:**

- يتم عمل القياسات البكتريولوجية (بكتريا القولون الكلية، وبكتريا الايشر شياكولاي، وبكتريا القولون السبحية) لمعرفة مدي تأثر المياه البحرية بوجود تلوث برازي، كما أن وجود هذه البكتريا في المياه الطبيعية يدل على إحتمال وجود مسببات الأمراض البكتيرية (الكوليرا، السالمونيلا، الشيجيلا)، والفيروسية (فيروسات الإسهال، والنزلات

المعوية وغيرها)، والطفيلية (البلهارسيا، الدوسنتاريا الأميبية) في هذه المياه، (تقرير حالة البحر الاحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص٥).

جدول (١٠) بيان بنتائج التحليل المعملي للمياه البحرية "مياه التغذية"

م	العنصر	الوحدة	الغردقة	م	العنصر	الوحدة	الغردقة
1	الأس الهيدروجيني	وحدة	8.30	21	الحديد	ملجم/لتر	0.25
2	التوصيلة الكهربائية	ميكروسيمنز/سم	59100.00	22	السيليكا النشط	ملجم/لتر	0.4
3	العكارة	-	NR	23	الأمونيا	ملجم/لتر	0.02
4	اللون	-	NR	24	النيتروجين غير العضوي	ملجم/لتر	0.1
5	النيتريت	ملجم/لتر	NR	25	النيتروجين الكلي	ملجم/لتر	0.93
6	الايرون	ملجم/لتر	<LOQ	26	الفوسفات الفعال	ملجم/لتر	0.004
7	المنجنيز	ملجم/لتر	<LOQ	27	الفوسفور الكلي	ملجم/لتر	0.07
8	النترات	ملجم/لتر	0.075	28	البرون	ملجم/لتر	5.5
9	الفلوريد	ملجم/لتر	1.99	29	السترنشيوم	ملجم/لتر	9.58
10	الكلوريد	ملجم/لتر	23950.50	30	الحرارة	درجة مئوية	25
11	الكبريتات	ملجم/لتر	2370.93	31	كمية مياه التغذية	م٣/لتر	395
12	السيليكا	ملجم/لتر	0.14	32	معدل التحول	%	37
13	الصوديوم	ملجم/لتر	13396.50	33	النحاس	ميكجرام/لتر	<LOQ
14	البوتاسيوم	ملجم/لتر	465.18	34	الباريوم	ملجم/لتر	0.09
15	الأمونيوم	ملجم/لتر	NR	35	ضغط دخول المياه	بار	54
16	الكالسيوم	ملجم/لتر	512.70	36	الكادميوم	ميكجرام/لتر	<LOQ
17	المغنيسيوم	ملجم/لتر	1577.52	37	الكروم	ميكجرام/لتر	<LOQ
18	العسر الكلي	ملجم/لتر	7854.74	38	الألمونيوم	ملجم/لتر	0.04
19	الأملاح الذائبة الكلية	ملجم/لتر	41370.00	39	الرصاص	ميكجرام/لتر	<LOQ
20	القلوية الكلية	ملجم/لتر	139.09				

المصدر: نتائج التحليل المعملي للعينات، تم التحليل بالمعمل المركزي بكلية العلوم جامعة المنوفية.

- أظهرت نتيجة التحليل البكتريولوجية أن مستويات العد البكتيري (التلوث البكتيري) على سواحل منطقة الدراسة مقبول ولم يتعدى الحدود المسموح بها، فقد بلغ متوسط العد البكتيري لبكتيريا القولون (١١ ميكروب/ ١٠٠مل)، بينما بلغ متوسط العد البكتيري لبكتريا الإيشر شياكولاي (٤ ميكروب/ ١٠٠مل)، أما متوسط العد البكتيري لبكتريا القولون السبحية فقد بلغ (١٣ ميكروب/ ١٠٠مل).

☒ **القياسات الكيميائية:**

- تهدف التحليلات الكيميائية إلى معرفة نسبة كلاً من (الكلورفيل أ)، والأمونيا والنيتريت والنترات والنيتروجين الكلي والفسفور النشط والكلي والسيلكات الفعالة والكلوريدات والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والحديد والالمونيوم والفلوريدات والكبريتات الباريوم والاسترانشيوم.
- تبين من نتائج التحليل المعملي أن عنصر الأمونيا في المياه البحرية منخفض فقد بلغت نسبة تركيزه (٠.٠٢مجم/لتر) ويرجع العامل الرئيسي المسئول عن توافر الأمونيا في المياه

البحرية هو التأثير البشري وبالتالي تحلل المواد العضوية (تقرير حالة البحر الاحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص ٨).

- إنعدمت نسبة تركيز النيتريت في المياه البحرية بالمنطقة وهو يعتبر من مركبات النيتروجين غير العضوي وهو في الغالب مركب غير مستقر بسبب موقعه المتوسط بين عمليات أكسدة الأمونيا وإختزال النترات الذي بلغ (٠.٠٧٥مجم/لتر).
- أوضحت النتائج إنخفاض نسبة النيتروجين غير العضوي الذائب في المياه البحرية في المنطقة (٠.١مجم/لتر) وتشير النسب العالية له إلى الوفرة الغذائية المرتفعة في المياه البحرية مما يعكس الدور الفعال لمياه الصرف الصحي وصرف النفايات الصناعية السائلة لإثراء المنطقة بالأملاح المغذية المختلفة.
- أما بالنسبة للنيتروجين الكلي فجاء منخفض أيضاً بالمياه البحرية لمنطقة الدراسة (٠.٩٣مجم/لتر) وربما يرجع ذلك لقلة الأنشطة في هذا النطاق مع الرقابة المستمر على الأنشطة السياحية الحالية.
- يرجع الفارق بين النيتروجين غير العضوي والنيتروجين الكلي إلى زيادة النيتروجين في الصور العضوية العالقة والتي تتفق مع المفهوم العام لحركة وديناميكية العوالق النباتية، حيث أن سرعة إستهلاك كلاً من الأمونيوم والنترات والنيتريت بواسطة العوالق النباتية وغيرها من مكونات السلسلة الغذائية تكون كبيرة. وفي نفس الوقت فإن معدل إستهلاك صور النيتروجين العضوي بواسطة الكائنات المائية يسير بصورة أبطأ بكثير من إستهلاك صور النيتروجين غير العضوي بالإضافة إلى أن بعض المواد العضوية التي تحتوي على النيتروجين تقاوم التآكل بواسطة البكتيريا وتبقى في الماء أو تغوص إلى القاع، (وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص ١٠).
- بلغت نسبة تركيز الفسفور في المياه البحرية بمنطقة الدراسة (٠.٠٠٤مجم/لتر) وهي نسبة منخفضة جداً. وعنصر الفسفور من العناصر التي تمتص بسرعة كبيرة بواسطة الطحالب والبكتيريا، وهذا يفسر السبب الرئيسي لوجود الفسفور في مياه البحر مرتبطاً بالكائنات الحية (تقرير حالة البحر الاحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٧م، ص ١١).
- تشابهة تقريباً نتائج القياسات المعملية للدراسة الحالية مع نتائج تقرير حالة البيئة للبحر الأحمر خلال عامي (٢٠١٦-٢٠١٧م) والتي قامت بها الإدارة العامة لنوعية مياه البحر-

قطاع نوعية البيئة بوزارة الدولة لشئون البيئة في مصر، وكلاهما مطابقين للمعايير العالمية.

٢- خصائص الحالة النوعية للمياه المنتجة.

لمعرفة الحالة النوعية للمياه المنتجة من محطة اليسر – الغردقة، قام الباحث بجمع عينة من مخرج المحطة، بهدف إخضاعها للتحليل المعملي بالمعمل المركزي لكلية العلوم جامعة المنوفية، وذلك لتأكيد صلاحيتها للإستخدام الآدمي من عدمة، وتبين من الخصائص الفيزيائية ونتائج التحليل الكيميائي والبيولوجي والبكتريولوجي. أن طعمها مستساغ، ولونها شبه معدوم ورائحتها معدومة وبها نسبة ضئيلة جداً من العكارة. وجاءت نتائج التحليل الكيميائي والبيولوجي والبكتريولوجي خالية من أية أخطار فيما عدا بعض الزيادات الطفيفة في بعض العناصر الكيميائية عن الحد المسموح به عالمياً مثل (الكوريدات والسيليكات والعسر المؤقت). وإرتفاعها في عناصر أخرى مثل (القلويات الكلية والتوصيلية الكهربائية والبيكربونات) وجميعها ليس لها تأثير سلبي على صحة الانسان (جدول ١١).

جدول (١١) بيان بنتيجة التحليل المعملي للمياه المحلاة "من مخرج محطة اليسر"

N	العنصر	الوحدة	الغردقة	N	Analyte	Units	الغردقة
1	الأس الهيدروجيني	وحدة	7	26	الحديد	ملجم/لتر	NR
2	التوصيلة الكهربائية	ميكروسيمنز/سم	820	27	السيليكا النشط	ملجم/لتر	-
3	العكارة	-	1	28	الأمونيا	ملجم/لتر	-
4	اللون	-	2	29	النيتروجين غير العضوي	ملجم/لتر	-
5	النيتريت	ملجم/لتر	0.02	30	النيتروجين الكلي	ملجم/لتر	-
6	الايرون	ملجم/لتر	-	31	الفوسفات الفعال	ملجم/لتر	-
7	المنجنيز	ملجم/لتر	NR	32	الفوسفور الكلي	ملجم/لتر	-
8	النترات	ملجم/لتر	NR	33	البرون	ملجم/لتر	-
9	الفلوريد	ملجم/لتر	0.1	34	السترنشيوم	ملجم/لتر	-
10	الكلوريد	ملجم/لتر	248	35	العسر الكلي	ملجم/لتر	80
11	الكبريتات	ملجم/لتر	0.5	36	العسر المؤقت	ملجم/لتر	80
12	السيليكا	ملجم/لتر	0.2	37	العسر الدائم	ملجم/لتر	NR
13	الصوديوم	ملجم/لتر	NR	38	عسر الكالسيوم	ملجم/لتر	40
14	البوتاسيوم	ملجم/لتر	NR	39	عسر المغنسيوم	ملجم/لتر	40
15	الأمونيوم	ملجم/لتر	0.08	40	القلوية الكاوية	ملجم/لتر	NR
16	الكالسيوم	ملجم/لتر	16	41	العدد الاحتمالي للمجموعة القولونية ١٠٠سم٣		NR
17	المغنيسيوم	ملجم/لتر	9.6	42	العدد الاحتمالي لباسيل القولون النموذجي في ١٠٠سم٣		NR
18	العسر الكلي	ملجم/لتر	-	43	العد البكتيري في ١مل عند ٣٨ م		LESS THAN 50
19	الأملاح الذائبة الكلية	ملجم/لتر	100	44	العد البكتيري في ١مل عند ٢٢م م		-
20	القلوية الكلية	ملجم/لتر	100	45	مجاميع ستربتوفيكالس في ١٠٠سم٣		NR
21	الألمونيوم	ملجم/لتر	-	46	قلوية الكربونات	ملجم/لتر	NR
22	الرصاص	ميكجرام/لتر	-	47	قلوية البيكربونات	ملجم/لتر	100
23	الكادميوم	ميكجرام/لتر	-	48	الفحص لبيولوجي	ملجم/لتر	120
24	الكروم	ميكجرام/لتر	-	49	الطعم	-	مقبول
25	النحاس	ميكجرام/لتر	-	50	الرائحة واللون	-	معدوم

المصدر: نتائج التحليل المعملي للعينات، تم التحليل بالمعمل المركزي بكلية العلوم جامعة المنوفية.

وجاءت نتائج تحليل العينة متقارب إلى حد كبير مع نتائج تحليل عينات الشركة القابضة لمياه الشرب بالغردقة ومديرية الشئون الصحة بالبحر الأحمر وجميعها مطابق للقرار رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧م فيزيائياً وكيميائياً وبيولوجياً وبكتريولوجياً.

يلاحظ من مقارنة بيانات الجدولين (١٠، ١١) أن هناك عناصر زادت في قيمها بعد عملية التحلية للمياه البحرية بمنطقة الدراسة مع العلم أنها كانت زائدة عن الحد المسموح به قبل التحلية، مثل (الأمونيا، والنيتريت، والنترات، والسيلكا).

٣- خصائص الحالة النوعية للمياه المستهلكة داخل الحلات العمرانية.

تبين من نتائج التحليل المعملي لعينة ضمن مجموعة عينات جمعها الباحث من صنابير منازل بعض المتضررين من المياه المحلاة وهم (مصطفى الشاطر، وعلي أحمد محمد، وأحمد أبو عين، والحاجة أم إسلام) ويقيمون بمساكن حي الأمل بلوك ٧٨٩ بجوار مدرسة طه حسين. وهذه المنطقة تقع داخل نطاق رافع الدهار، صورة (١) وجدول (١٢) ما يلي:

صورة (١) عينات مياه الشرب المحلاة بحي الأمل- الغردقة

جدول (١٢) بيان بنتيجة التحليل المعملي للمياه المحلاة " من مخرج محطة اليسر"

م	العنصر	الوحدة	الغردقة	م	العنصر	الوحدة	الغردقة
1	الأس الهيدروجيني	وحدة	7.85	16	الفوسفات	ملجم/لتر	12.64
2	التوصيلة الكهربائية	ميكروسيمنز/سم	614	17	تركيز الاكسجين الذائب	ملجم/لتر	4.02
3	العكارة	-	85	18	الكلور الحر	ملجم/لتر	0.04
4	اللون	-	clored	19	العسر الكلي	ملجم/لتر	70
5	الأملاح الذائبة الكلية	ملجم/لتر	360	20	عسر الكالسيوم	ملجم/لتر	50
6	المنجنيز	mg/l	0.1	21	عسر المغنسيوم	ملجم/لتر	20
7	CO3	mg/l	0	22	الحديد	ملجم/لتر	0.5
8	HCO3	mg/l	54.9	23	الزنك	ملجم/لتر	0.35
9	الفلوريد	ملجم/لتر	0.11	24	الطعم	-	غير مقبول
10	الكلوريد	ملجم/لتر	147	25	الرائحة	-	معدوم
11	الكبريتات	ملجم/لتر	33	26	بروتوزوه	-	موجود
12	الكالسيوم	ملجم/لتر	16	16	ألجي	-	موجود
13	المغنيسيوم	ملجم/لتر	4.86	17	ايكولي	-	غير موجود
14	النيتريت	ملجم/لتر	9	18	أنواع أخرى من البكتريا المسببة للامراض	-	موجود
15	النترات	ملجم/لتر	0	19			

المصدر: نتائج التحليل المعملي للعينات، تم التحليل بالمعمل المركزي بكلية العلوم جامعة المنوفية.

١- العينة في مجملها غير مطابقة للمواصفات القياسية والقرار رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧م فيزيائياً وكيميائياً وبيولوجياً وبكتريولوجياً.

٢- التحليل الكيميائي لعينة المياه يدل على العديد من المشاكل على سبيل المثال:

- **العكارة**، وهي في العينة عالية جداً عن المسموح به من المواصفات الخاصة بمياه الشرب والمنصوص عليه في مواصفات مياه الشرب من قبل وزارة الصحة العالمية.
- **اللون**، وجودت المياه تتمثل في أنها عديمة اللون وهو ما لا يتوافر في العينة موضوع النقاش.
- **الأملاح الكلية**، وهي هنا زيادة عن ما هو مسموح به من العديد من وزارات الصحة العالمية الخاصة بالمياه المحلاة.
- **الفوسفات**، وهو زيادة عن المسموح به وإرتفاعه يدل على أن العينة غير مقبوله وغير صالحة للشرب، وتشير دراسة أمريكية نشرتها جامعة هارفارد إلى أن إرتفاع نسبة الفوسفات في الجسم تؤدي حتماً إلى شيخوخة المبكرة أي ظهور علامات الشيخوخة على الشخص في سن صغير بالإضافة إلى زيادة انتشار مضاعفات الأمراض المزمنة المرتبطة أصلاً بالشيخوخة حيث تزداد وتيرة أمراض الكلى المزمنة وتصلب الشرايين بلإضافة إلى ضمور العضلات وتأثيرات سيئة على الجلد.
- **النيتريت** وهو من المركبات التي لها مفعول سام فهي تتفاعل مع الأكسجين في أنزيمات تحتوي على الحديد في الخلايا كما تتفاعل مع الهيموجلوبين في الدم وتفاعل النيتريت مع الهيموجلوبين يؤكسده وينتج منها ميتوهيموجلوبين وبذلك يفقد الدم القدرة على نقل الأكسجين في الجسم. كما أن النيتريت يتفاعل من البروتينات في الجسم مكوناً مادة النتروزامين التي تتسبب في نشأة مرض السرطان.
- **الحديد والمنجنيز** وهما من العناصر الغير مرغوب في وجودها بمياه الشرب والاستعمالات المنزلية. ويندرج الحديد والمنجنيز في مياه الشرب ضمن الموثات الثانوية التي تختص بها المعايير الثانوية لمياه الشرب، وحسب المعايير الثانوية

العالمية يجب ألا يكون لمياه الشرب لون وطعم ورائحة والمسئول عن ذلك هو زيادة نسبة الحديد والمنجنيز في المياه، كما أن الحديد يتحد بمركبات التانين (العفصين) الموجودة في الشاي والبن (القهوة) مما يجعلهما غير مستساغين كما أن الشاي يتغير لونه إلى اللون الغامق غير المحبب وغير المستساغ ويكون له طعم غير مقبول. وبالمثل عندما تطهى الخضروات بمياه بها تركيز عال من الحديد والمنجنيز يتغير لون الطبيخ عن لونه المألوف ويصبح غير مستساغ وغير فاتح للشهية.

٣- التحليل البكتيري، المياه ملوثه ببكتيريا الأوليات protozoa والطحالب وأنواع أخرى من البكتيريا ولتحديد أنواعها تحتاج تحاليل أخرى ولكن بكتيريا الأوليات بصفة عامة ممرضة وتسبب أمراضاً مثل التريبانوزوما الغامبية التي تسبب مرض النوم الأفريقي، وبعض أنواع جنس الجيارديا التي تسبب الإسهال للإنسان والحيوان، التريكوموناس (المشعرة المهبلية) وتصيب الجهاز البولي التناسلي عند البشر وتنتقل عن طريق العدوى الجنسية وتكون أعراضها خفيفة بالنسبة للذكور وشديدة بالنسبة للإناث الملاريا عند الانسان والطيور والثدييات، والزحام الأميبي والتهاب الدماغ الأميبي الحبيبي والتهاب القرنية.

٤- تشابهة **نتائج تحليل العينة** مع **نتائج إستمارات الإستبيان** (٨٦ إستمارة أجراها الباحث على عينة عشوائية طُبقت ميدانياً داخل منطقة الدراسة (جدول ١٣) وراعت كل فئات المجتمع، وتوزعت جغرافياً على غالبية النطاق الجغرافي للمنطقة ١٧ حي). **ونتائج التحليل الجغرافي للخريطة (شكل ٩) التي أعدتها الشركة القابضة للمياه الشرب والصرف الصحى بالغردقة عن شكاوي المنتفعين من خدمة المياه المحلاه من محطة اليسر بالغردقة لعام ٢٠١٣م** والتي ما زالت موجودة حتي اليوم. وتبين منهما جميعاً عدة حقائق هي:

أ- جميع النتائج تؤكد أم مياه الشرب المحلاة داخل الوحدات السكنية والمنتجة من محطة اليسر جاءت غير مطابقة للمواصفات القياسية العالمية وقرار وزارة الصحة المصرية.

ب- أوضحت نتائج الإستبيان عدة حقائق كما يلي:

- أن حوالي (٥٧%) من إجمالي العينة المدروسة غير راض تماماً عن المياه المحلاه، في حين أن النسبة المتبقية (٤٣%) كانت متوسطة الرضا أيضاً. أي أنه لا يوجد أحد من الذين طُبق عليهم الإستبيان راض عن الخدمة وغالبيتهم يطالب بتوفير مياه النيل.
- أن حوالي (٦١.٨%) من إجمالي العينة المدروسة هم فقط الذين يستخدمون المياه المحلاه في الشرب والطعام والغسيل والمرحاض، أما النسبة المتبقية (٣٨.٢%) فهي تعتمد في الشرب والطعام على شراء المياه (معدنية- النيل) وتستخدم المياه المحلاه فقط في المرحاض والغسيل. كما أن حوالي (٣١.٥%) من الذين يستخدمون المياه المحلاه، والذي لم يتيسر لهم الحال على شراء المياه المعدنية نتيجة لظروفهم الإجتماعية قاموا بتركيب فلاتر لتنقية المياه بالإضافة إلى غليها.

جدول (١٣) مستويات رضا المنتفعين من خدمة المياه المحلاة محطة اليسر الغردقة، وبعض شكواهم

مصدر مياه الشرب %			درجة الرضا %			شكاوي المنتفعين بالخدمة %									
شراء	المحطة	محطة ومفلتره	مرتفع	متوسط	منخفض	ذات رائحة	ارتفاع الكلور	لا تصلح نهائي	عكرة	لونها اصفر	ملح مرتفع	رواسب	شوائب	صدأ	متنوع
٣٨.٢	٣٠.٣	٣١.٥	٠	٤٣	٥٧	١٥.٣	١٤.٥	٣.٨	١٠.٦	٩.٨	٩.٨	١٠.٦	٩.٤	٦.٨	٩.٤
المصدر: بعض نتائج استمارات الاستبان، التي قام الباحث بتطبيقها على منطقة الدراسة في الفترة من (٢٥ ديسمبر ٢٠١٧ حتى ١٠ يناير ٢٠١٨م)															

- تنوعت الشكوى من المياه المحلاه داخل نطاق الدراسة وفقاً للعينة المدروسة كما يلي:
  - مياه ذات رائحة كريهة (صرف صحي) وكانت نسبتهم (٣٦%) من إجمالي الشكاوي.
  - إرتفاع نسبة الكلور وكانت نسبتهم (٣٩.٥%) من إجمالي شكاوي المنتفعين بالخدمة.
  - مياه عكرة (أصفر، أسود) ونسبتهم (١٠.٦%) من إجمالي شكاوي المنتفعين بالخدمة.
  - مياه لا تصلح للإستخدام الآدمي، (٣.٨%) من إجمالي شكاوي المنتفعين بالخدمة.
  - بها رواسب وشوائب، (٢٠%) من إجمالي شكاوي المنتفعين بالخدمة.
  - المياه بها صدأ، (٦.٨%) من إجمالي شكاوي المنتفعين بالخدمة.

ت- تبين من تحليل خريطة شكاوي المنتفعين لعام ٢٠١٣م (شكل ١٠)، عدة حقائق كما يلي:

بلغ إجمالي عدد الشكاوي المقدمة من المنتفعين تجاه الخدمة بعد الفحص الدقيق (١٥٣ شكوى)، تنوعت بين (شكاوي إختلاط بمياه الصرف الصحي، والمياه الجوفية، ووجود عكارة بالمياه). وتوزعت الشكاوي على منطقة الملاحة والأمل ومساكن الإيواء ومنطقة ناصر والمشروعات ومنطقة الميناء وقرية الصادين ومنطقة الجمعية الاستهلاكية والعمارات التي توجد خلف الهاي جيت ومساكن أبو عشرة وشارع السلام ومنطقة حفر الباطن. وتباينت كثافة الشكاوي بين هذه المناطق، فكانت منطقة الملاحة والأمل أكثرهم شكوى، تلاها مساكن أبو عشرة ومساكن الإيواء ومنطقة ناصر والمشروعات. وجاءت جميع نتائج تحليل العينات من خلال الهيئة غير مطابقة للمواصفات وتتفق مع ما جاء بشكاوي المواطنين.

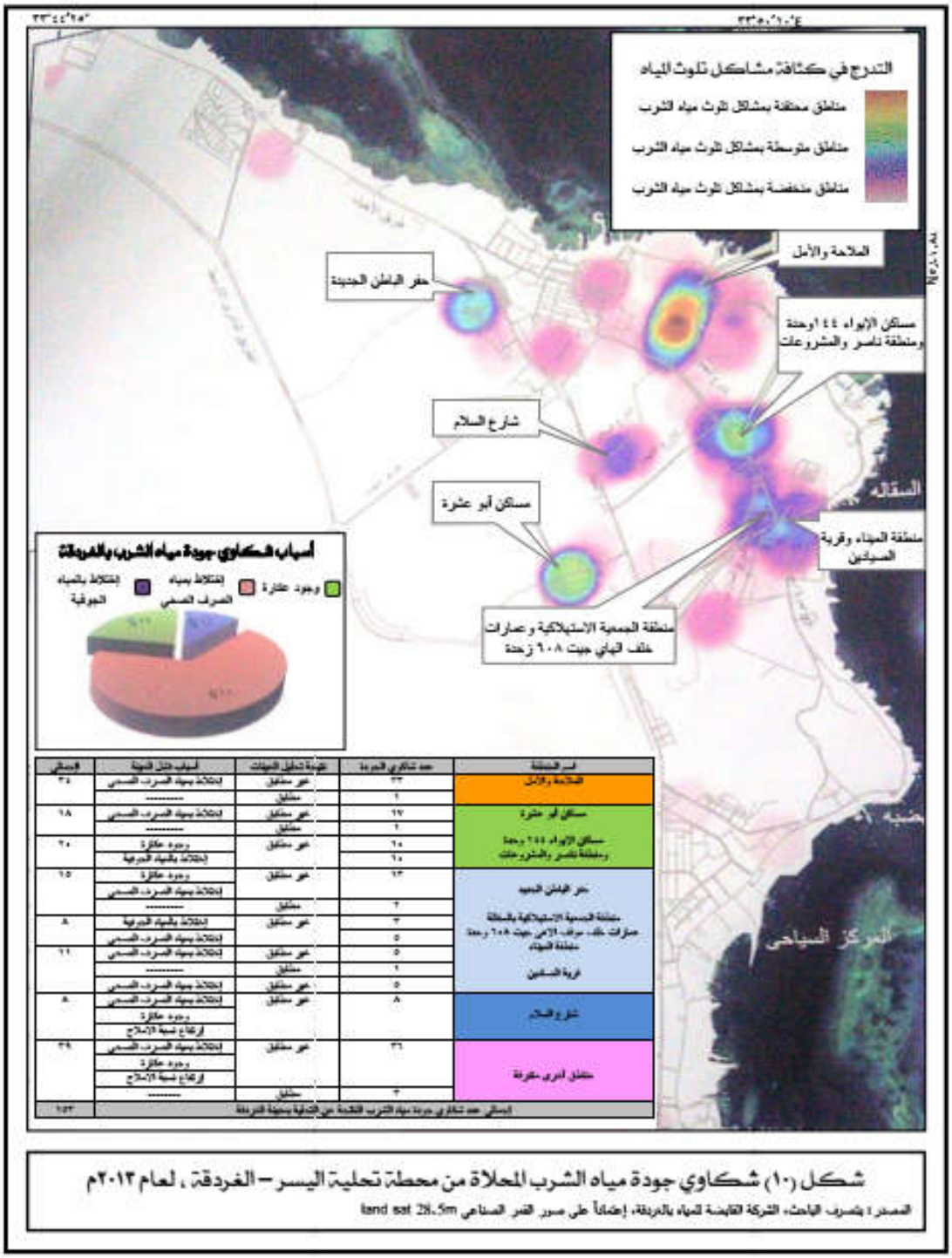
سادساً: الآثار البيئية والصحية لمحطات التحلية

وعلى الرغم من أن تحلية المياه لها الكثير من الآثار البيئية الإيجابية حيث أن إنتاج المياه المحلاة خاصة في المناطق التي تعاني من شح في مواردها المائية التقليدية سَهل عمليات التنمية الإقتصادية والإجتماعية إلا أن لمحطات التحلية آثارها السلبية على البيئة البحرية، والصحية بمنطقة الدراسة. ويمكن إيجازها في ما يلي :-

١- الآثار البيئية على البيئة البحرية.

تظهر الآثار السلبية لمحطات التحلية منذ بداية عملية تشييد المحطة على الشاطئ وبناء المداخل والمخارج داخل البحر (Kess,. N., and B. S. Galil. 2015)

حيث يتم تغيير صفة إستعمال الإراضي في تلك المنطقة، وتقوم الآلات والمعدات بدمك الرمال مما يؤثر على الكائنات الدقيقة المتواجدة على الشاطئ، بالإضافة إلى ذلك فإن الحفريات تعمل على تفتيت التربة وزيادة المواد العالقة والراسبة في المياه والتي بدورها تحجب ضوء الشمس عن النباتات المائية وتمنعها من إتمام عملية التمثيل الغذائي، كما أن وجود هذه المواد يعيق عملية التنفس لدى الأسماك والأحياء البحرية (مركز فقية للأبحاث والتطوير، المياه المحلاة من البحر- المخاطر المحتملة، ص٦٤).



اسم المنطقة	عدد شكاوي الجودة	تبعية تحليل العينات	أسباب تلك التبعية	الإجمالي
الملاحة والأمل	٣٣	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي	٣٤
	١	معادل	---------	
مساكن أبو عشرة مساكن الإيواء ٤٤٠ وحدة ومنطقة ناصر والمشروعات	١٧	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي	١٨
	١	معادل	---------	
	٢٠	غير معادل	وجود حشرة	٢٠
	٢٠		إختلاط بالمياه الجوفية	
حفر الباطن الجديد منطقة الجمعية الاستهلاكية بالمنطقة ممرات خلف مرتفعات الإمبي جنوب ٦٠٨ وحدة سكنية الميناء قرية الصيادين	١٣	غير معادل	وجود حشرة	١٥
	٢	معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي	
	٣	غير معادل	---------	٨
	٥		إختلاط بالمياه الجوفية	
	٥	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي	١١
	١	معادل	---------	
	٥	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي	
شارع السلام	٨	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي وجود حشرة إرتفاع نسبة الأملاح	٨
منطقة أخرى متفرقة	٣١	غير معادل	إختلاط بمياه الصرف الصحي وجود حشرة إرتفاع نسبة الأملاح	٣٩
	٢	معادل	---------	
إجمالي عدد شكاوي جودة مياه الشرب الناتجة من المنطقة بمدينة الغردقة				١٥٣

شكل (١٠) شكاوي جودة مياه الشرب المحلاة من محطة تحلية اليسر – الغردقة ، لعام ٢٠١٣م

المصدر : بتصرف الباحث، الشركة القابضة للمياه بالغردقة، إعتماداً على صور القمر الصناعي land sat 28.5m

وتقترن الآثار البيئة لمحطة التحلية بمنطقة الدراسة بمكونين هما: **مأخذ مياه البحر** (مياه التغذية) إلى داخل المحطة، وصرف الأجاج المحمل بالنفايات الصلبة وخلافة (Robertset al. 2010) وتعتمد درجة خطورته على الخصائص البيئية والجيولوجية للمنطقة وحركة التيارات البحرية والأمواج وعمق الماء والخصائص الفيزيائية والكيميائية لماء البحر. تحدد هذه العوامل شدة الخلط التي تحدث مع مياه البحر، وبالتالي تحدد المدى الجغرافي للتأثير والذي يتغير من مكان الى آخر تبعاً لطبيعتة (شعاب مرجانية، صخور، رمال).

أ- مأخذ مياه البحر (مياة التغذية):

ويتمثل تأثيره في جرف الكائنات الحية البحرية إلى داخل المحطة (NRC 2008, UNEP 2008) وجرف الكائنات الحية يقصد به نقلها مع العوالق أثناء تدفق مياه البحر إلى داخل المحطة. التي بدورها ستموت أثناء المراحل المختلفة لعملية التحلية بما تتضمنه من إستعمال لمبيدات الأفات الإحيائية بالإضافة إلى مياه التبريد من محطات الطاقة (Mayhew et al. 2000).

ب- صرف الأجاج (طرد المحطة):

يقصد بالأجاج الصرف شديد الملوحة والحرارة للمياه من محطة مستندة إلى أغشية. وتتراوح كمية المياه المنصرفة بين (٤٥- ٥٠%) من إجمالي كمية المياه التي تغذي المحطة والتي يجري تحليتها وهذا يعتمد على التقنية المستخدمة في المحطة، ومحتويات المياه المنصرفة من محطة التحلية إلى البحر تشمل كميات كبيرة من المواد الصلبة الذائبة في المياه، والمواد الصلبة العالقة في المياه من غسل المصفيات والمخثرات مثل كلوريد الحديد وأحماض البولي أكريليك المستخدمة للحد من التقشير والكلورين والكيماويات الأخرى التي تقضي على الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في معالجة المياه قبل تحليتها، والمواد العضوية والمعادن التي تتخلص منها عملية الضح الأسموزي المعاكس. وبهذا فإن تركيز المياه التي تتخلص منها المخطة يصل إلى (٨٠ مجم/لتر) بالمقارنة بتركيز (٣٥مجم/ لتر) للمياه التي يتم تحليتها، (US Environmental Protection Agency "EPA", January 24, 2001). ويتباين تشتيت الأجاج بدرجة كبيرة على خصائص الموقع وكمية

النفايات السائلة ووضع الصرف والأحوال الهيدروغرافية السائدة (Fermandes-Torquemada, y., and J. M Gonzalez- correa, A Loya, L. M. Ferrero, M . Diaz- Valdes, and J. L. Sanchez- Lizaso. 2009.). وتوجد مجموعة من المعايير والمواصفات تضبط عملية الأجاج المنصرف إلى البحر وهي معايير دولية غير مسموح بالزيادة عنها (جدول ١٤) ومن يخالف هذه المعايير يعد مخالف للقوانين البيئية والصحية ويعتبر المنصرف غير مطابق للمواصفات العالمية. وتتمثل الآثار السلبية للمياه المنصرفة على البيئة البحرية فيما يلي

- ☒ تبين من التحليل المعملي لعينة من مياه الأجاج الخاصة بمحطة اليسر – الغردقة جمعها الباحث وقام بتحليلها طبيعياً وكيميائياً وبيولوجياً، أنها تحتوي على تركيزات عالية من الأملاح، والتي تؤدي مع الزمن إلى زيادة ملوحة مياه البحر في منطقة مخرج المحطة والمناطق المحيطة بها وخاصة في ظل وجود معدلات تبخر عالية بمنطقة الدراسة نتيجة الحرارة العالية، مما يؤثر على بعض الأحياء المائية التي لا تحتمل الملوحة الزائدة.
- ☒ ارتفاع لبعض المعادن الثقيلة (حديد، نحاس، الألمونيوم) الناتجة عن التآكل في الاجزاء المعدنية لمحطة التحلية. بالرغم من أن بعضها مثل النحاس لا يعد وجوده مؤثراً على البيئة البحرية لأنه مركب طبيعي موجود في الطبيعة (Lattemann and Hopner, 2008) ولكن توجد دراسة لـ (chesher, 1971, Brand et al, 1986) تذكر أن النحاس له أثر على أنواع بحرية معينة وكذلك الأعشاب البحرية والكائنات الحية الدقيقة الحجم. أما بالنسبة للحد فزيادته تقلل من فعالية نمو العوالق النباتية في منطقة المصب(Drami et al. 2011, Belkin et al. 2017). وتتسم هذه المعادن أيضاً بآثارها السامة حيث تتراكم في اجسام الكائنات الحية البحرية ومن ثم تصل للإنسان من خلال السلسلة الغذائية.
- ☒ ارتفاع بعض المعادن الثقيلة الأخرى مثل (منجنيز، زنك، فوسفات، نيتريت) وجميعها له أثار سلبية على الكائنات الحية البحرية.

جدول (١٤) المعايير والمواصفات لبعض العناصر المنصرفة من عمليات التحلية في المياه البحرية

البيان	الحد الأقصى المسموح به (مجم/لتر)	نتايج تحليل عينة منطقة الدراسة ***
درجة الحرارة	لا تزيد عن ١٠ درجات فوق المعدل السائد	–
الرقم الهيدروجيني PH	٦-٩	٨.١
للون	خالية من الملوثات	ملونة
الأكسجين الحيوي الممتص	٦٠	–
الأكسجين المستهلك كيماوياً	١٠٠	–
مجموع المواد الصلبة الذائبة	٢٠٠٠	–
المواد العالقة	٦٠	
العكارة	NTU 50	١١٠
الكبريتات	١	٣٨
الزيوت والشحوم	١٥	١٧
الهيدروكربونات من أصل بترولي	٠.٥	–
الفوسفات	٥	١٤.٤٥
النيترات	٤٠	١١
الفينولات	١	–
الفلوريدات	١	١.١
الألومنيوم	٣	–
الأمونيا (النيتروجين)	٣	٧
الثبق	٠.٠٠٥	–
الرصاص	٠.٥	–
الكادميوم	٠.٠٥	–
الزرنيخ	٠.٠٥	–
الكروم	١	–
النحاس	١.٥	–
النيكل	٠.١	–
الحديد	١.٥	٢.١
المنجنيز	١	١.٧
الزنك	٥	٦.٧
الفضة	٠.١	–
الباريوم	٢	–
الكوبالت	٢	–
المبدات بأنواعها	٠.٢	–
السيانيد	٠.١	–
العدد الاحتمالي للمجموعة القولونية في ١٠٠سم٣	٥٠٠٠	–

المصدر: المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- معالجة المياه المالحة، ١٤٢٩هـ، ص١٠٩.

*** المصدر: نتائج التحليل المعملي للعينات، تم التحليل بالمعمل المركزي بكلية العلوم جامعة المنوفية.

- تنوعت العناصر الكيميائية العضوية المنصرفة مع الأجاج وزادت نسبتها، مما يؤدي ذلك إلى إستنزاف كميات كبيرة من الأكسجين الحيوي أثناء تحلل هذه المواد إلى مركبات بسيطة ويساهم مع إرتفاع درجة الحرارة في تقليل نسبة الأكسجين المذاب بالمياه.
- إرتفاع نسبة الكلور المتبقي الحر من التحلية في المياه المنصرفة، وهذا الكلور قد يتفاعل مع مياه البحر فيكون مواد سامة مثل بروموفورم (والتي تتراكم في كبد الكائنات البحرية) ومركبات التراي هالوميثان والتي تتكون نتيجة تفاعل الكلورين مع المواد العضوية وهي ذات أثر مسرطن إذا ما تواجدت بتراكيز معينة (Taylor, 2006).
- تستعمل الأحماض الكيميائية مثل (ميتا بيكبريتيت الصوديوم Na2S2O5) عادة لتنظيف الأغشية وغسل الغلايات وأنابيب التكثيف وإزالة الرواسب، وهذا الأحماض يجري تصريفها الى البحر فتعمل على تحمض الأكسجين ونقصة في المياه البحرية وكذك تحويل مياه البيئة البحرية إلى وسط غير مناسب لنمو بعض الكائنات البحرية (Portillo et al, 2013).

٢- الآثار الصحية على الإنسان.

مما لا شك فيه أن طبيعة المياه المحلاة وخصائصها لا تضاهي تماماً طبيعة وخصائص المياه العذبة الطبيعية لأن المياه المحلاة تنتج بعمليات تتصف بالسرعة والقسر تحت ضغوط عالية بإستخدام طاقات هائلة (حرارية أو ميكانيكية أو كهربائية)، ويتم تصفيتها وتعقيمها على عُجالة بمواد كيميائية. كما أنها خلال ذلك تفقد ما فيها من أكسجين وأملاح معدنية نافعة وتجري في أنابيب وتمر بأوعية معرضة للتفاعل الكيميائي مع المياه فتنتج ذرات دقيقة من مواد ضارة تتعلق بالمياه المنتجة أو تذوب فيها. كما المياه المحلاة تجرف في طريقها للمستهلك كميات ضئيلة من المواد الضارة المخلفة عن عملية التحلية والتنقية والتعقيم إلى جانب ذلك فإن هذه المياه خالية تماماً من الأكسجين، أي أنها مياه ميتة تحتاج إلى سبل لإنعاشها(مركز فقيه للأبحاث والتطوير، المياه المحلاة من البحر– المخاطر المحتملة، ص ١).

والمخاطر الصحية للمياه المحلاة على الإنسان، تنتج عموماً عن ما تحتويه مياه الشرب من عناصر عضوية أو غير عضوية تعرض صحة الإنسان للخطر سواء بطريق

مباشر أو غير مباشر من خلال السلسلة الغذائية أو المياه الجوفية أو في وسائل نقل وتوزيع المياه. يضاف إلى ذلك تسرب مركبات جديدة من المياه البحرية الخام إلى مياه الشرب ومنها البكتيريا التي تعيش في المياه المالحة والتي قد لا تتخلص منها عملية التحلية. كذلك المواد العضوية الخاصة بالمياه البحرية والمياه الثقيلة التي تدخل مع مياه البحر الخام والتي قد تخرج مع المنتج النهائي للمياه المحلاه.

وبناءً على ما سبق من دراسة مستفيضة للمياه المحلاة بمنطقة الدراسة. يوجد إحتمالية وقوع أضرار على الإنسان من المياه المحلاة ومحطات التحلية معظمها يمكن تلافيها بإتخاذ الإحتياطات اللازمة وإتباع المعايير والمواصفات العالمية للمياه المحلاة المنتجة التي تزودها المحطات للمستهلكين. هذا سواء كانت الأضرار بصورة مباشرة نتيجة شرب المياه المحلاة أو بصورة غير مباشرة لما ينجم عن محطات التحلية من مخاطر على البيئة قد تلحق الأذى بصحة السكان بالمنطقة.

ثم إن تقنية التحلية المستخدمة في الوقت الحاضر قد نجحت في علاج بعض الأضرار المتوقعة من شرب المياه المحلاة، وذلك بإضافة الأملاح المعدنية التي تنزعها عملية التحلية من المياه والقيام بتهوية المياه لإنعاشها بالأكسجين. هذا وإن أغفلت مصالح المياه التلوث بالبكتريا الذي قد يعتري المياه أثناء التوزيع. وهذا هو التلوث الشائع في منطقة الدراسة والذي يسبب الإسهال وقد يؤدي إلى الإصابة بنوع من الديسنتاريا ولعل عدم الإهتمام بهذا النوع من التلوث الشائع أن المواطنين في موقع التوزيع يكتسبون مناعة ضد نوع البكتريا أو الفلور المتواجد في مياه شربهم بعد أن تجد طريقها إلى أمعائهم ثم أن المصالح المسئولة عن توزيع المياه تكتفي بوضع معايير لجودة المياه في مصدرها وتغفل عن تحليل المياه في مراكز إستخدامها.

أما الأضرار الصحية التي ما زالت تقنية التحلية بمنطقة الدراسة عاجزة عن تفاديها والتي أكدتها نتائج الإجابة عن سؤال الإستبيان بالمنطقة (هل أصيب أحد من أفراد العائلة فعلياً بسبب المياه المحلاة). فتشمل التخلص من فلورا البحر الملحية القادرة على التعايش في درجات حرارة عالية، وفلورا الصدأ التي قد تنجرف مع المياه المحلاة مؤدية إلى إضطرابات في الأمعاء والجهاز الهضمي، كذلك تلوث المياه المحلاة بكميات ضئيلة من

المعادن الثقيلة المسئولة عن التسبب في الفشل الكلوي، وكميات محسوسة من المياه الثقيلة التي يصعب تحديد ضررها على الإنسان، والمواد السامة التي تسامي في درجات الحرارة العالية والمسئولة عن أضرار الجهاز التناسلي والأجنة. هذا بالإضافة للتغير في بنية المياه التي تؤدي إلى الإصابة بأنواع مختلفة من الحساسية وإنتاج الشقوق الحرة المسئولة عن تكوين نواة الأورام الخبيثة (نتائج تطبيق الاستبيان بمنطقة الدراسة، نتائج وحدة الخدمات الوقائية بمديرية الصحة والسكان بالبحر الأحمر، نتائج غير منشورة، ٢٠١٧م).

مثل هذه الأضرار التي لا تهتم بها تقنيات التحلية الحديثة مثلما تهتم بخفض تكاليف المحطات وزيادة كفاءة أدائها من الممكن إستخدام التقنيات الحديثة لفصل المياه الثقيلة والمعادن الثقيلة عن مياه الشرب المحلاة، وابتكار تقنيات جديدة للحد من أضرارها أو تلافيها نهائياً وحتى يمكن إبتكار تلك التقنيات يلزم الدأب على زيادة المعرفة بطبيعة الملوثات وخصائصها وإجراء العديد من التحاليل والتجارب إلا أن كل هذا له ثمنه.

سابعاً: التنمية المستدامة وسبل تعزيز محطات التحلية بمنطقة الدراسة.

١- مقترحات للحد من الآثار البيئية.

- ☒ إقامة محطات تحلية عائمة على مسافات بعيدة داخل البحر تقلل الآثار البيئية للتشييد والتشغيل والضوضاء وتوفر الأراضي ذات الأهمية الإقتصادية وتمنع إعاقة حركة الملاحة، كذلك إبعادها عن مصادر التلوث البشري.
- ☒ صرف الأجاج في بحيرات سطحية أو خزانات لتبريدها وتهويتها ومعالجتها طبقاً للمواصفات ثم صرفها بعد ذلك في المياه البحرية.
- ☒ إستخدام تقنيات حديثة أو إبتكار سبل حديثة لمعالجة النفايات قبل التخلص منها كما يحدث في كثير من الصناعات وذلك لضمان أن المياه التي ستعود إلى الخليج لن تسبب أي أذى للبيئة.
- ☒ التصريف المباشر إلى وحدات لإنتاج الملح بالتجفيف عبر التبخر تحت أشعة الشمس، فلا تعود هناك ضرورة للصرف في البحر، كما يمكن الاستفادة من بيع الأملاح الناتجة للاستخدام الصناعي، وهذا معمول به حالياً في بعض الدول الأوروبية مثل اليونان.

- ☒ العزل أو الطلاء الداخلي للأجزاء المعدنية الخاصة بمحطة التحلية لمنع تآكلها وبالتالي التخلص من العناصر الثقيله السامة التي تصرف بالمياه البحري.
- ☒ استخدام مصادر طاقة بديلة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة جوف الأرض لتشغيل محطات الكهرباء الملحقة بمحطات التحلية، وهذا من التدابير البديلة التي يُعمل على جعلها مجدية اقتصادياً.

٢- مقترحات للحد من الآثار الصحية.

- ☒ إحلال وتجديد الشبكة القديمة بمواسير بلاستيكية ذات جودة عالية وأقطار مناسبة لضغط المياه وعزلها داخلياً وخارجياً لتجنب الإنفجار وتسرب المياه وإختلاطها بالمياه الجوفية والصرف الصحي.
- ☒ إحلال وتجديد خزانات المنازل ورافعات تخزين المياه المحلاة بأخرى بلاستيكية لتجنب الصدأ في الخزانات الحديدية والتحلل والتسريب في الخزانات الأسمنتية.
- ☒ تركيب وحدات إضافة أملاح كربونات الكالسيوم التي تعيد للمياه توازنها الأيونى والمعدني لتكون المياه في نهاية عملية الإنتاج صالحة للشرب وأمانة من الناحية الكيميائية والبيولوجية وطبقاً لمواصفات مياه الشرب التي حددتها وزارة الصحة المصرية ومنظمة الصحة العالمية.

٣- مدى الحاجة لمحطات إضافية أو تعديل للمواقع الحالية.

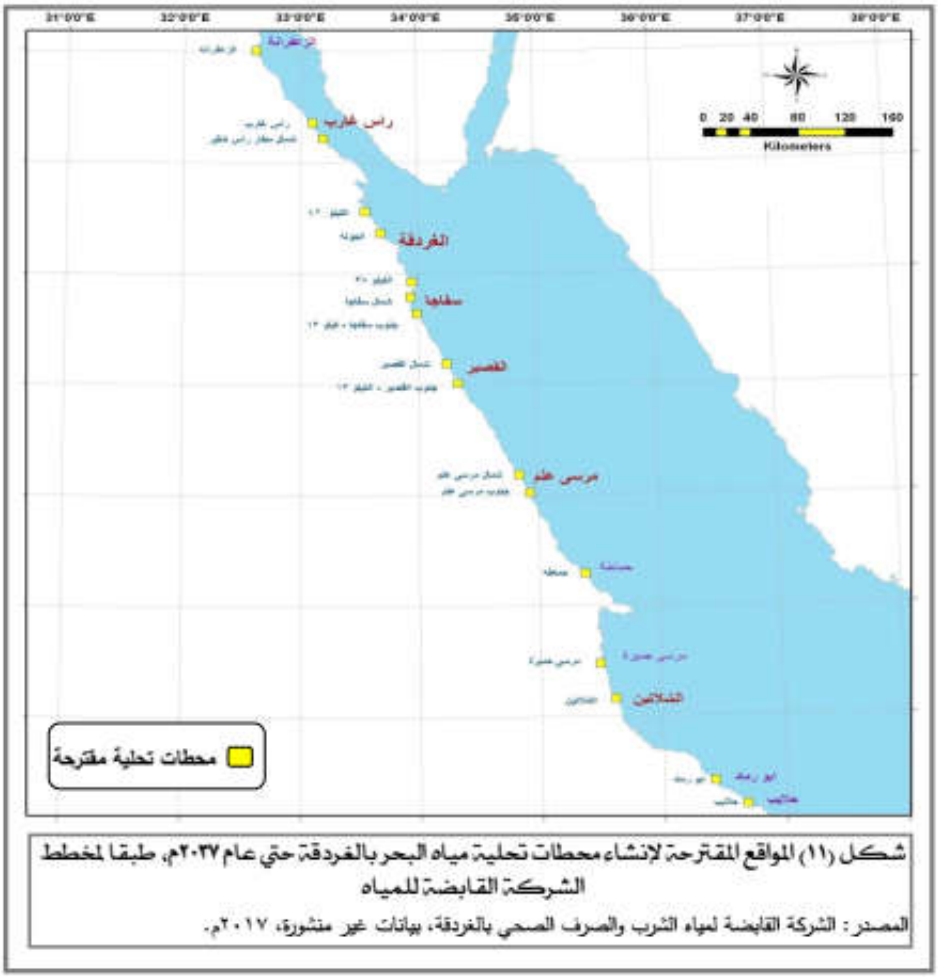
تم اعتماد جميع الموافقات من الجهات الرسمية على تخصيص ثلاثة مواقع جديدة داخل منطقة الدراسة تصلح لإنشاء محطات تحلية مستقبلية وحتى عام ٢٠٣٧م طبقاً للمخطط العام لشركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر. لتعظيم الطاقة الإنتاجية بالمنطقة تمهيداً للإعتماد الكلي على المياه المحلاة في الفترة القادمة (جدول ١٥)، (شكل ١١) وهي:

- ☒ محطة الكيلو ٤٢ شمال الغردقة، بسعة تصميمية مقدارها(١٥٠ ألف م٣/اليوم)، على مساحة إجمالية مقدارها (٥٦٠ ألف م٢).
- ☒ محطة الجونة شمال الغردقة، بسعة تصميمية مقدارها(٥٠ ألف م٣/اليوم)، على مساحة إجمالية مقدارها (١٥٥ ألف م٢).
- ☒ محطة الكيلو ٣٨ جنوب الغردقة، بسعة تصميمية مقدارها(٥٠ ألف م٣/اليوم)، على مساحة إجمالية مقدارها (٥٨٣٤٠٠ ألف م٢).

جدول (١٥) المواقع المقترحة لإنشاء محطات تحلية مياه البحر بالغردقة حتي عام ٢٠٣٧م، طبقا لمخطط الشركة القابضة للمياه

الموقع الفلكي	الإسم	الطاقة	المساحة
ً٤.٩ ً٣٣ ٢٧ْ ش ً١٨.٢ ً٣٣ ٣٣ْ ق	الكيلو ٤٢ شمال الغردقة	١٥٠٠٠٠ م٣/اليوم	أرض ملك القوات المسلحة (٥٦٠ ألف م٢)
ً٣٢.١ ً٢١ ٢٧ْ ش ً٣.٥ ً٤١ ٣٣ْ ق	الجونة	٥٠٠٠٠ م٣/اليوم	أرض مخصصة لجهاز أمن الدولة السابق (١٥٥ ألف م٢)
ً١٠.٥٨ ً٥٥ ٢٦ْ ش ً٣.٤ ً٥٧ ٣٣ْ ق	الكيلو ٣٨ جنوب الغردقة	٢٠٠٠٠٠م٣/اليوم	أرض ملك القوات المسلحة (٥٨٤٤٠٠ م٢)

المصدر: الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالغردقة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧م.



شكل (١١) المواقع المقترحة لإنشاء محطات تحلية مياه البحر بالغردقة حتي عام ٢٠٣٧م، طبقا لمخطط الشركة القابضة للمياه

المصدر: الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالغردقة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧م.

ثامناً: النتائج والتوصيات.

١- النتائج:

- ☒ تبين من الدراسة أن المنطقة يخدمها محطة تحلية واحدة هي (محطة اليسر) وتقع وسط المدينة بمنطقة الدهار (حي الميناء) على مساحة إجمالية بلغت (٥٦ ألف م٢)، وتعمل بطاقة تصميمية مقدارها (٨٠٠٠٠م٣/اليوم)، مع العلم أن الطاقة التصميمية للمحطة كانت في تطور مستمر فحتى عام ٢٠١٠م كانت الطاقة التصميمية للمحطة (٢٠٠٠م٣/اليوم) زادت إلى (٤٠٠٠٠م٣/اليوم على مرحلتين في الفترة ٢٠١٠-٢٠١٤م) حتى وصلت إلى ما هي عليه حالياً.
- ☒ تبين من الدراسة أيضاً أن مصادر المياه في منطقة الدراسة حتى عام ٢٠١٠م كانت ثلاثة مصادر (إثنان منها مياه عذبة من نهر النيل؛ والثالثة مياه محلاه من المياه المالحة البحرية) وهي: محطة تنقية الكريمات السطحية (٤٩٠٠٠م٣/اليوم) ومحطة تنقية مياه قنا السطحية (٢٥٠٠م٣/اليوم) ومحطة تحية اليسر (٢٠٠٠م٣/يوم).

- ☒ أما عن مصادر المياه في منطقة الدراسة في عام ٢٠١٨م فهي محطة تحلية اليسر والتي وصلت الطاقة التصميمية لها إلى (٨٠٠٠٠م٣/اليوم) وجاري الإنتهاء من أخرى جنوب الغردقة بطاقة تصميمية (٢٠٠٠٠م٣/اليوم). وتُوزع مياه المحطة إما عن طريق شبكة من المواسير الأرضية أو عربات نقل للمناطق الغير مخدومة بشبكات مواسير أرضية والتي كانت تعتمد من قبل على مياه نهر النيل. وتسعى المحافظة حالياً إلى الإعتماد الكلي على المياه المحلاة البحرية كبديل للمياه العذبة المنقاه، فوضعت في خطتها حتى عام ٢٠٣٧م إنشاء ثلاثة محطات بإجمالي طاقة تصميمية (١.٣ مليون م٣/ اليوم) تقريباً.

- ☒ تخدم محطة تحلية اليسر خمسة نطاقات جغرافية (قام الباحث بعمل خرائط توزيعية لها) تخدمها أربعة خزانات تجميع رئيسة (رافعات) بالإضافة إلى الضخ المباشر للنطاق الخامس من المحطة مباشرةً. والنطاقات الجغرافية هي (نطاق خدمة رافع الدهار، نطاق خدمة رافع السقالة، نطاق خدمة رافع ٥٩، ونطاق خدمة رافع ٥٦، ونطاق الضخ المباشر من محطة تحلية اليسر)، وإجمالي عدد الشكان المشمولون بالخدمة حوالي (٢٨٠ ألف نسمة في عام ٢٠١٥م).
- ☒ تعد الطريقة الأسموزية (التناضح العكسي) هي طريقة التحلية المتسخدمة في منطقة الدراسة من بين طرق عدة للتحلية قامت بعرضها الدراسة الحالية للوقوف على مميزات وعيوب كل طريقة.
- ☒ تمر معالجة المياه بمحطة تحلية (اليسر) بمرحلتين رئيسيتين الأولى المعالجة الابتدائية لمياه التغذية، والثانية المعالجة النهائية للمياه المحلاة المنتجة، مروراً بمجمع الأغشية لفصل الماء.
- ☒ تبين من دراسة التقييم الجغرافي لموقع محطة اليسر أنه يؤثر ويتأثر؛ فعن تأثير الموضع فهو غير مباشر ويتمثل في تأثيره على البيئة البحرية، من خلال موضع مأخذ المياه، فإمتداد المواسير لمسافة أقل من (٥٠م) داخل المياه البحرية، وعمق يصل لحوالي (١٢م تحت سطح المياه) لسحب مياه التغذية غير ملائم حيث أن هذا النطاق البحري غني بالانتاج البيولوجي وبالتالي فأثناء السحب تُجرف الكائنات الحية مع تدفق المياه البحرية إلى داخل المحطة فتموت أثناء المراحل المختلفة في عملية التحلية.

أما بالنسبة لموضع محطة تحلية اليسر فهو يتأثر عدة مصادر للتلوث ومنها توطن المحطة جغرافياً داخل الكتلة السكنية وعلى المنطقة الشاطئية التي تتسم بتنوع الانشطة الاقتصادية بداخلها وبالتالي تمثل مصدراً للخطورة على المحطة وعن مصادر التلوث

فهي محطة تخزين وتموين السفن ومواصلات النقل العام، وميناء الغردقة البحري السياحي، ومارينا اليخوت– (مارينا الغردقة)، وميناء الصيد وحلقة السمك.

☒ تبين من دراسة خصائص التمديدات الشبكية لمحطة اليسر، تنوع المادة المستخدمة في صناعة مواسير الشبكة بين الزهر ويمثل حوالي (١١.٣%) من إجمالي أنواع المواسير المستخدمة في الشبكة، والأسبستوس الأسمنتية (٢٠.٦%)، والبلاستيكية (٢٨.٣%)، والبولي ايثيلين (١١.٣%)، والحديد (٢٢.٦%)، وعرضت الدراسة مميزات وعيوب كل نوع لتحديد أي الأنواع التي تصلح للإستخدام لتفادي الخطر منها، وحددت الدراسة أن المواسير البلاستيكية هي أفضلهم.

☒ أتضح من دراسة خصائص الحالة النوعية لمياه التغذية والمياه المنتجة والمياه المستهلكة ومياه الأجاج، ما يلي:

- مطابقة القياسات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه تغذية المحطة للمعايير العالمية ولكن بإرتفاع طفيف في بعض العناصر لم يتعدى الحد المسموح به مثل نسبة تركيز الملح والأملاح المذابة الكلية.
- مطابقة الحالة النوعية للمياه المحلاة المنتجة للمعايير العالمية حيث تبين من نتائج التحليل إخفاق بعض العناصر الهامة من التحليل وعدم ورودها بالتقرير مثل العناصر الثقيلة وبعض المركبات الكيميائية والسموم، وجاءت نتائج التحليل خالية من أية أخطار فيما عدا بعض الزيادات الطفيفة في بعض العناصر الكيميائية عن الحد المسموح به عالمياً مثل (الكوريدات والسيليكات والعسر المؤقت). وإرتفاعها الكبير في عناصر أخرى مثل (القلويات الكلية والفحص البيولوجي والتوصيلية الكهربائية والبيكربونات).
- أتضح من الدراسة أن هناك تناقض فج بين نتائج تحليل عينات المياه المنتجة من المحطة بالمعمل المركزي للشركة القابضة للمياه بالغردقة، وبين نتائج إستمارات

الإستبيان التي قام بتطبيقها الباحث على عينة عشوائية المنتفعين بالخدمة. وبين الخريطة التي أعدتها الشركة القابضة للمياه الشرب والصرف الصحى بالغردقة عن شكاوي المنتفعين من خدمة المياه المحلاه من محطة اليسر بالغردقة لعام ٢٠١٣م.

- عدم مطابقة الحالة النوعية للمياه المحلاة المستهلكة داخل المحلات العمرانية، للمعايير العالمية حيث تبين من نتائج التحليل ارتفاع في بعض العناصر الفيزيائية للمياه مثل (اللون والطعم والعكارة)، كذلك ارتفاع نسبة البيكربونات وبعض العناصر الثقيلة الخطيرة مثل (الحديد والزنك والفوسفات والنيتريت). وإصابة المياه بالملوثات الأولية (protozoa) والطحالب وأنواع أخرى من البيكتريا الوتي تحتاج لاختبارات أخرى لمفعرفة أنواعها.
- عدم مطابقة الحالة النوعية لمياه الأجاج المنصرفة إلى البحر فقد تبين من نتائج التحليل المعملي عدم مطابقة الخصائص الفيزيائية للمياه للمواصفات العالمية، مع إرتفاع لبعض المعادن الثقيلة (حديد، منجنيز، زنك، فوسفات، نيتريت، أمونيا، فلوريدات)، كما زادت نسبة العناصر الكيميائية العضوية المنصرفة مع الأجاج، كذلك إرتفعت نسبة الكلور المتبقي الحر من التحلية في المياه المنصرفة.

☒ أظهرت دراسة الآثار البيئية والصحية لمحطة التحلية بمنطقة الدراسة أن هناك آثار على البيئة البحرية من مصدرين هما مأخذ مياه البحر وصرف الأجاج، وجاءت نتائج القياسات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لعينة المياه غير مطابقة للمواصفات القياسية في أغلبية العناصر.

هناك أيضاً آثار صحية للمياه المحلاة على الانسان تركزت في عدة أمراض مثل اضطرابات في الجهاز الهضمي، وأضرار بالجهاز التناسلي والأجنة، والحساسية وإنتاج الشقوق الحرة، وحالات قليلة مصابه بالفشل الكلوي وحصاوي الكلى، والأمراض الناتجة من الخزانات المكشوفة مثل (حمى الضنك والتيفود).

٢- التوصيات:

- ☒ نقل محطة اليسر الحالية على منصة بحرية أو على إحدى الجزر القريبة من الساحل وإنشاء وحدة إضافية لإنتاج الملح بالتجفيف عبر التبخر تحت أشعة الشمس.
- ☒ تركيب وحدات إضافة أملاح كربونات الكالسيوم التي تعيد للمياه توازنها الايونى والمعدني لتكون المياه في نهاية عملية الإنتاج صالحة للشرب وأمانة من الناحية الكيميائية والبيولوجية وطبقاً لمواصفات مياه الشرب التي حددتها وزارة الصحة المصرية ومنظمة الصحة العالميةتحسين خواص المياه
- ☒ إستخدام التقنيات الحديثة لفصل المياه الثقيلة والمعادن الثقيلة عن مياه الشرب المحلاة، وابتكار تقنيات جديدة للحد من أضرارها أو تلافيها نهائياً
- ☒ الدأب على زيادة المعرفة بطبيعة الملوثات وخصائصها وإجراء العديد من التحاليل والتجارب مهما كانت التكلفة.
- ☒ القيام بتوزيع المياه المنصرفة على نطاق واسع بعيداًعن الساحل بحيث تختلط بالمياه العميقة ولا تسبب تغيرات محلية في مكان قلب النفايات على الساحل. هذا يقتضي مد مواسير لمسافات كبيرة تحت المياه بصورة لا تتعارض مع الملاحة.
- ☒ تشديد الرقابة على العمالة بمحطة التحلية والرافعات ليقوم كلاً بعمله على أكمل وجه.
- ☒ الرقابة المستمرة على تنظيف وتطهير خزانات الرافعات الرئيسة.
- ☒ مد ساعات إمداد المستهلكين بالمياه، حيث تبين من الإستبيان أن الإمداد يومين أسبوعياً لمدة ساعتين في اليوم الواحد.
- ☒ الرقابة على عربات نقل المياه من الشبكة للمواطنين وتنظيفها وتطهيرها بصفة مستمرة
- ☒ التحليل العشوائي لمياه الشرب المحلاة في مراكز الاستهلاك خاصة المنازل للتأكد من عدم تلوثها أثناء نقلها أو توزيعها.
- ☒ تحسين خدمة عملاء شركة المياه والرد على إستفسارات المواطنين والإستجابة لشكواهم ووضع حلول لها، ليشعر المواطن بتحسن في الخدمة.
- ☒ إستخدام خامات من نوعية جيد أثناء المعالجة
- ☒ تخزين المياه طبقاً للمواصفات القياسية

- ☒ التشديد على إحكام غلق خزانات المنازل والرافعات لمنع تحلل البكتريا.
- ☒ سرعة الانتهاء من إحلال وتجديد الشبكة القديمة لتجنب الانفجارات والتسريب.
- ☒ إختيار مواسير ذات جودة عالية (إقترحة الدراسة المواسير البلاستيكية) لمنع تسرب المياه وإختلاطها بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي
- ☒ عزل مواسير شبكة التمديدات داخلياً وخارجياً.
- ☒ تغيير شبكة مواسير المنازل المتهالكة واستبدالها بمواسير ذات جودة عالية
- ☒ النظافة الدورية والتطهير المستمر لخزانات المستهلكين، وفرض غرامات على من لا يقوم بالنظافة للخزان والمنطقة المجاورة له كل ثلاثة شهور كحد أقصى.
- ☒ استبدال الخزانات الصاج والأسمنت الموججودة بالمنازل بخزانات بلاستيك، لتجنب الترسيب والصدأ.
- ☒ الحسن على تركيب فلاتر للمياه داخل الوحدات السكنية.
- ☒ توعية المستهلكين بطرق ومعالجة المياه البحرية، ليقف المواطن على أسباب مشاكله الخاصة بالمياه المحلاة.
- ☒ توعية المواطنين بأنواع الأمراض الناتجة عن المياه المحلاة.

تاسعاً: المراجع.

١- المصادر:

١- الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي بالبحر الأحمر، تقرير فني عن محطات التحلية بمحافظة البحر الأحمر، غير منشور، ٢٠١٧م.

٢- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، خطة عمل البحر الأحمر، ٢٠١٧م.

٣- تقرير الوكالة البيئة الأوربية رقم ٢٠٠٦/٤، القضايا البيئية ذات الأولوية في منطقة البحر الأحمر.

٤- جهاز شئون البيئة، برنامج المعلومات والرصد البيئي، نتائج رصد ونوعية المياه الساحلية في البحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة- خلال الرحلة الحقلية الأولى والثانية، ٢٠١٧م.

٥- محافظة البحر الأحمر، التقرير السنوي عن محافظة البحر الأحمر، مركز البيانات والمعلومات، محافظة البحر الأحمر، ٢٠١٧.
٦- مديرية الصحة والسكان بالبحر الأحمر، نتائج وحدة الخدمات الوقائية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٧م.
٧- منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، دليل خطة سلامة المياه، الطبعة الانجليزية، جنيف، ٢٠٠٩م.
٨- منظمة الصحة العالمية، الإتحاد الدولي للمياه، دليل خطة سلامة المياه، دليل مفصل لإدارة المخاطر لمقدمي مياه الشرب، ٢٠٠٤م.
٩- وزارة الدولة لشئون البيئة، الإدارة العامة لنوعية مياه البحر، تقرير حالة البحر الاحمر، ٢٠١٦م
١٠-وزارة الدولة لشئون البيئة، الإدارة العامة لنوعية مياه البحر، تقرير حالة البحر الاحمر، ٢٠١٧م.

1- Desalination Association- IDA, 2009.
2- The Dow Chemical Company "DOW",Water Solutions., eRverse Osmosis Membranes- Technical Manual
3- ISO- Pipe, Tube and Fittings Standard and Specification.
4- Norwegian Refugee Council, 2008, Elimelesh and Phillip 2011.

٢- المراجع العربية:

١- المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- المصادر الطبيعية للمياه، ١٤٢٩هـ.
٢- المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- طرق تحلية المياه المالحة، المملكة العربية السعودية، ١٤٢٩هـ.
٣- المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لمراقبة البيئة والتلوث- معالجة المياه المالحة، ١٤٢٩هـ.
٤- مركز فقية للأبحاث والتطوير، المياه المحلاة من البحر- المخاطر المحتملة.

٥- هاني احمد أبو قديس، الآثار البيئية لمحطات تحلية المياه على البيئة البحرية، دكتوراه غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة نيوكاسل، ١٩٩٨.

٣- المراجع الأجنبية:

5- Daniel R. Rople, Pe and David M. Coles. " Potable Water Pipe Condition Assessment For a High Rise Condominium in The Pacific Northwest". GSG Groub Inc., Community Engineering services
6- William Johns, Notes on Pipe, Gizmology.Net, 2012.
7- Kess,. N., and B. S. Galil. 2015. Impact of seawater desalination by reverse osmosis on the marine environment. Pages 177-202 in s. Burn and S. Gray, editors. Efficient desalination by reverse IWA, London.
8- NRC. 2008. Desalination, a national perspective National Research Council of the National Academies. The National Academies press, Washington, D.C.
9- Mayhew, D. A., L. D. Jensen, D. F. Hanson, and P. H. Muessig. 2000. A comparative review
10- of entrainment survival studies at power plants in estuarine environments. Environmental Science & Policy 3, Supplement 1:295-301.
11- US Environmental Protection Agency "EPA", January 24, 2001. Ocean Discharge Criteria Rregulation. 40CFR Parts 122, 123 and 125, Rin-204-AD60
12- Fermandes- Torquemada, y., and J. M Gonzalez- correa, A Loya, L. M. Ferrero, M . Diaz- Valdes, and J. L. Sanchez- Lizaso. 2009. Dispresion of brine discharge from seawater reverse osmosis desalination plants. Desalination and Water Treatment5; 137-145.
13- Lattemann, S., and T. Hopner. 2008. Impacts of seawater desalination plants on the marine environment of the Gulf. Protecting the Gulf's Marine Ecosystems from Pollution. Ed A.H. Abuzinada, H.J. Barth, F. Krupp, B. Böer and T.Z. Al Abdessalaam Birkhäuser Verlag/Switzerland:191-205.
14- Chesher, R. 1971. Biological impact of a large-scale desalination plant at Key West, Florida. Elsevier Oceanography Series 2:99-164.

15- Brand, L. E., W. G. Sunda, and R. R. L. Guillard. 1986. Reduction of arine phytoplankton reproduction rates by copper and cadmium. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 96:225-250.
16- Drami, D., Y. Z. Yacobi, N. Stambler, and N. Kress. 2011. Seawater quality and microbial communities at a desalination plant marine outfall. A field study at the Israeli Mediterranean coast. Water Research 45:5449-5462.
17- Belkin, N., E. Rahav, H. Elifantz, N. Kress, and I. Berman-Frank. 2017. The effect of coagulants and antiscalants discharged with seawater desalination brines on coastal microbial communities: A laboratory and in situ study from the southeastern Mediterranean. Water Research 110:321-331.
18- Taylor, C. J. L. 2006. The effects of biological fouling control at coastal and stuarine power stations. Marine Pollution Bulletin 53:30-48.
19- Portillo, E., G. Louzara, M. Ruiz de la Rosa, J. Quesada, J. C. Gonzalez, F. Roque, M. Antequera, and H. Mendoza. 2013. Venturi diffusers as enhancing devices forthe dilution process in desalination plant brine discharges. Desalination and Water Treatment 51: 525-542.