an initiative of

هيئة البيئة - أبوظبي
Environment Agency - ABU DHABI

UNEP

AGEDI
مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية
Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative

التقييم المنهجي لآثار المناخ: محلي، إتحادي، وإقليمي

تحلية المياه وتغير المناخ

الملخص التنفيذي

Atmospheric Modelling
Arabian Gulf Modelling
Terrestrial Ecosystems
Marine Ecosystems
Transboundary Groundwater
Water Resource Management
Al Ain Water Resources
Coastal Vulnerability Index
Desalination & Climate Change
Food Security & Climate change
Public Health Benefits of GHG Mitigation
Sea Level Rise

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
IO Instituto Oceanográfico

Climate Change Research Group

مؤلفو هذا التقرير هم جوزيه إدسون وإيلانا واينر وبرونو فيريرو من معهد علوم المحيطات بجامعة ساو باولو في البرازيل. يود المؤلفون التنويه بالمساهمات التي قدمها بيل دوجيرتي من المجموعة البحثية المعنية بتغير المناخ وباتريك كيز من جامعة ولاية كولورادو الذي ساعد في توقعات تصريف المياه المالحة في المستقبل في منطقة الخليج

تم إعداد هذا التقرير لعرض العمل الذي ترعاه مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية. ولا تقدم مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية أي ضمان، سواءً كان صريحًا أو ضمنيًا، أو تتحمل أي التزام قانوني أو مسؤولية فيما يتعلق بدقة المعلومات المنصوص عليها في هذا التقرير أو اكتمالها أو جدواها. ولا تعبر وجهات نظر المؤلفين أو آرائهم الواردة في هذا التقرير بالضرورة عن تلكم الآراء ووجهات النظر التي تتبناها هيئة البيئة أو مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية.

كافة الصور المستخدمة في هذا الإصدار تظل مملوكة لحامل حقوق الملكية الأصلي، مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية.

الناشر: مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية 2016.

الاقتباس المقترح: مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (AGEDI). 2016. الملخص التنفيذي: تحلية المياه الإقليمية وتغير المناخ. البرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال التغير المناخي (LNRCCP). IO/CCRG

تعمل هيئة البيئة - أبوظبي مع مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (أجيدي) على الترويج لأفضل الممارسات العالمية في مجال البيئة، والتي يتم تطبيقها أيضا في نشاطات الهيئة والمبادرة. تم طباعة هذا الإصدار على ورق قابل للتحلل الحيوي، إذ تهدف سياساتنا الخاصة بالتوزيع إلى تقليل بصمتنا البيئية.

التقييم المنهجي لآثار المناخ: محلي، إتحادي، وإقليمي 2013-2016

النظم الإجتماعي و الإقتصادي 2014 2015	تغير المناخي الإقليمي 2013 2014	البيئة 2015	المناطق الساحلية 2015 2016	الموارد المائية 2015 2016
فوائد تقليل غازات الدفيئة على الصحة العامة	نمذجة الغلاف الجوي	التنوع البيولوجي البري	مؤشر التأثيرات الساحلي	موارد المياه بمدينة العين
الأمن الغذائي	نمذجة منطقة الخليج العربي	التنوع البيولوجي البحري	إرتفاع مستوى سطح البحر	إدارة الموارد المائية
إمدادات المياه المحلاه	محلي-أبوظبي إتحادي- دولة الإمارات إقليمي-الخليج العربي			المياه الجوفية عبر الحدود

5 مجالات أساسية 3 مستويات مكانية 12مشروع فرعية

12مشروع فرعية
تقييم التأثيرات وسرعة التأثر والتكيف مع تغير المناخ في شبه الجزيرة العربية

شكر وتقدير

قدّم العديد من الأفراد الدعم والتوجيه والمساهمة القيّمة لمشروع تحلية المياه الإقليمية وتغير المناخ.

يرغب المؤلفون في التعبير عن بالغ عرفانهم وعميق امتنانهم للأشخاص التالية أسمائهم عمّا قدموه من وقت لمراجعة المخرجات و/أو تقديم التعليقات والتعقيبات و/أو البيانات بغرض عرض العديد من المُسلّمات ضمن عملية المشروع، بما في ذلك:

دكتور/ أسماء علي أباحسين، جامعة الخليج العربي (AGU)

السيد/ أبوبكر عوض سالم الحكيم، بلدية دبي (DM)

السيدة/ عائشة البلوشي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

السيد/ حسام العلقمي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

دكتور/ فريدريك لونيه، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

دكتور/ محمد داود، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

السيد/ بيتر فيبينجير، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

دكتور/ ريتشارد جون أوبراين بيري، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

السيد/ ونستون كوي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

السيدة/ مانيا روسو، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة

السيدة/ مارينا أنطونوبولو، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة

السيدة/ نادية رشدي، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة

السيد/ تانزيد علم، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة

دكتور/ روبرت بالدوين، شركة المحيطات الخمسة للخدمات البيئية ذ.م.م

دكتور/ سيمون ويلسون، شركة المحيطات الخمسة للخدمات البيئية ذ.م.م

دكتور/ وليد الشوربجي، إم دبليو إتش جلوبال

دكتور/ جون بيرت، جامعة نيويورك (NYU)

السيدة/ أمينة علي، باحثة

السيد/ كيفن ريد، مجلس التخطيط العمراني (UPC)

دكتور/ رولا كاليوبي، برنامج الأمم المتحدة للبيئة – المكتب الإقليمي لغرب آسيا (UNEP-ROWA)

ونعرب أيضًا عن امتنانا الجزيل للعديد من الشركاء في جميع أنحاء المنطقة للمساهمة والوقت الذي قدموه والجهد الذي بذلوه خلال مشاركتهم في العديد من الاجتماعات والحوارات. ويود المؤلفون توجيه شكر خاص للشركاء الآتية أسماؤهم لمشاركتهم الثمينة على وجه الخصوص: فريق هيئة البيئة – أبوظبي، وفاريبا أميراد وموتماكدونالد وجيف تومز ديلتاريس ومحمد هاجيري (هيئة مياه وكهرباء أبوظبي)، وناوكو كوبو (وزارة التغير المناخي والبيئة الإماراتية)، وفريق وزارة الطاقة الإماراتية، وروبن موريليسين ديلتاريس.

نبذة عن المشروع الفرعي الخاص بتحلية المياه وتغير المناخ

في أكتوبر 2013، أطلقت مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (AGEDI) البرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال التغير المناخي (LNRCCP) من أجل بناء وتوسيع وتعميق الاستيعاب بشأن قابلية التعرض للآثار الناجمة عن تغير المناخ وكذلك تحديد الاستجابات التكيفية العملية على الصعيد المحلي (أبوظبي) والوطني (دولة الإمارات العربية المتحدة) والإقليمي (شبه الجزيرة العربية). وكان تصميم البرنامج موجهاً بواسطة الشركاء، حيث تضمن وجهات نظر ما يزيد عن 100 من الشركاء المحليين والوطنيين والإقليميين في صياغة ٢امشروعاً فرعياً بحثياً عبر ٥ موضوعات استراتيجية. ويهدف المشروع الفرعي "تحلية المياه وتغير المناخ" ضمن هذا البرنامج إلى تقييم مدى تأثر مياه الخليج العربي بظاهرة التغير المناخي في سياق النمو الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

1. سياق تحلية المياه والتغير المناخي

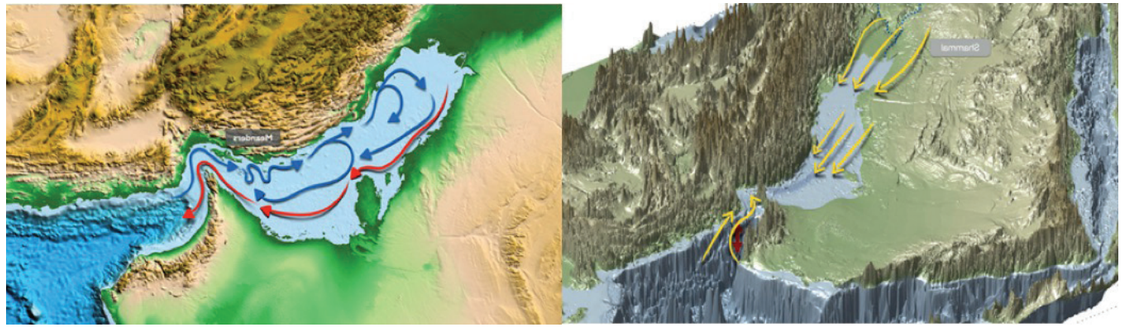
في ظل الظروف الحالية، يُعتبر الخليج العربي بالفعل أحد أكثر البيئات البحرية إجهاداً على سطح الأرض.

فهو بحر شبه مغلق عالي الملوحة يقع بين خطي عرض 24 درجة شمالاً و30 درجة شمالاً وتحيط به بيئة شديدة القحولة. تتميز منطقة الخليج العربي بتدفق المياه المحيطية المالحة من خليج عمان على طول الساحل الإيراني وتدفق المياه العذبة بشكل محدود عبر نهري دجلة والفرات ونهر الكارون على دلتا شط العرب في العراق. ويُظهر قياس الأعماق البحرية وجود مساحات كبيرة من المياه الضحلة (بعمق أقل من 10 أمتار)، ويبلغ أقصى عمق لها ما يقرب من 110 متر على طول القناة المركزية. وتؤثر رياح الشمال باتجاه الشمال الغربي على مياه الخليج في فصل الشتاء، بينما تسود رياح الشمال باتجاه الجنوب الشرقي خلال فصل الصيف (انظر الشكل 1، ناحية اليسار) وتؤثر هذه الرياح بشكل كبير على أنماط الدوران السطحي للخليج وتُساهم في إحداث تدفق عكس اتجاه عقارب الساعة على طول منطقة الخليج بأكملها (انظر الشكل 1، ناحية اليمين).

مما يضاعف هذه الصورة ذات الملوحة العالية للخليج العربي هو حقيقة أن هذه المنطقة تشهد أيضاً نشاطاً مكثفًا لتحلية مياه البحر.

في الوقت الحاضر، تتم تلبية أغلب الاحتياجات من الطاقة والمياه العذبة في منطقة شبه الجزيرة العربية من خلال تحلية مياه البحر (أودين ,2014). من بين أكبر 100 محطة عاملة أو قيد الإنشاء أو مخطط إنشائها من محطات تحلية المياه في العالم كما في 2005، توجد 47 محطة بقدرة إنتاجية تُعادل 13.7 مليون متر مكعب يومياً، أو ٪64، في الثماني دول المطلة على الخليج العربي وهي البحرين والعراق وإيران والكويت وعمان وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة. وتُستخدم الغالبية العظمى من هذه المحطات الكبيرة (أي 43 محطة من أصل 47) مياه البحر لمنطقة الخليج العربي باعتبارها مادة خام لإنتاج مياه الشرب، بينما تستخدم المحطات المتبقية المياه قليلة الملوحة أو مياه الصرف الصحي لإنتاج مياه صالحة للشرب. عند دراسة الوحدات بجميع أحجامها – والاعتماد على التقديرات الأوّلية – نجد أنه يوجد في الوقت الحالي ما يزيد عن ألفي محطة تحلية مياه من جميع الأحجام والمواد الخام إما عاملة أو قيد الإنشاء أو مخطط إنشائها في الشرق الأوسط، أي ما يعادل ٪13 تقريبًا من المجموع العالمي (وكالة المياه العالمية 2015).

الشكل 1: طبوغرافيا الخليج العربي وقياس الأعماق البحرية تُظهر أنماط الرياح (ناحية اليسار) والدوران (ناحية اليمين)



في منطقة الخليج العربي، تُدمج معظم محطات تحلية المياه بمحطات الطاقة لتوليد الكهرباء من أجل تلبية المتطلبات اللازمة للموقع وتلبية الاحتياجات الوطنية من الكهرباء.

ثمة ثلاثة أنواع رئيسية من تقنيات تحلية المياه التي يتم استخدامها حاليًا في منطقة الخليج لتحلية مياه البحر: التناضح العكسي (RO) والتقطير الومضي متعدد المراحل (MSF) والتقطير متعدد الآثار (MED). وتعمل عمليات تحلية المياه هذه على فصل مياه البحر (أو بعض مصادر المياه الأخرى التي تحتوي على نسبة عالية من المواد الصلبة العالقة) إلى مياه عذبة يتم توزيعها بعد ذلك لتلبية مطالب الأسر والشركات والمرافق العامة والصناعة؛ والركازة (تُعرف أيضاً بالمياه المستبعدة أو المالحة أو المنبوذة) والتي يمكن التخلص منها من خلال مجموعة من الطرق مثل تصريف المياه السطحية وتصريف المجاري وحقن الآبار العميقة وأحواض التبخر والتطبيقات الأرضية والعمليات الحرارية لتصريف السوائل التي تقترب من الصفر (شو وآخرون، 2013).

تستخدم جميع تقنيات تحلية المياه مستويات مرتفعة من الكهرباء.

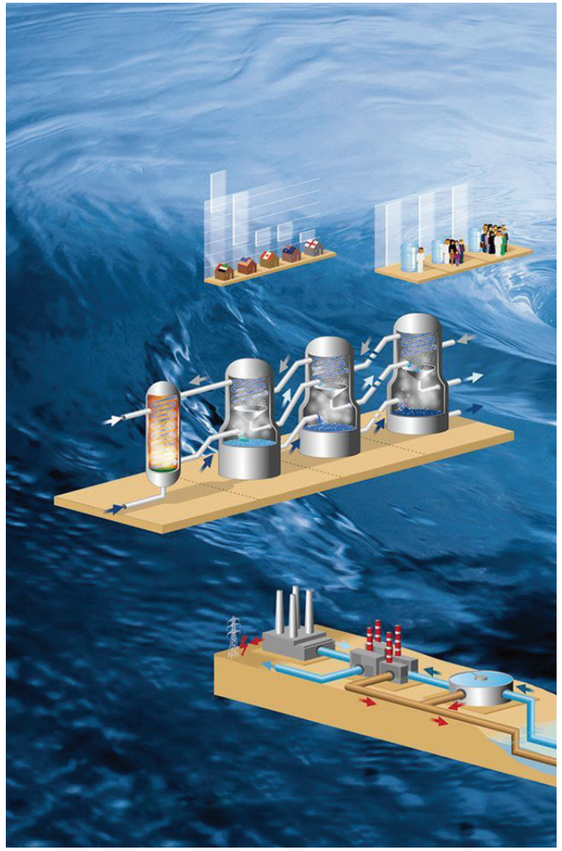
بالنسبة للتناضح العكسي، التقنية المفترض اختيارها في المستقبل، ترتبط المتطلبات الكهربائية لتحلية المياه مباشرة بملوحة مياه التغذية. أي أنه كلما زادت نسبة الملوحة ارتفع مقدار الكهرباء اللازمة لإنتاج المياه الصالحة للشرب، أو الحاجة إلى خفض قدرة المحطة. ويمكن أن تعمل التقنيات الثلاث جميعاً عند مستويات ملوحة بمادة التغذية تصل إلى 50 جزء في الألف (البنك الدولي 2004). عادةً ما تتم عملية التوليد المشترك للكهرباء والمياه المحلاة باستخدام وحدات دورات مجمّعة للغاز الطبيعي ذات كفاءة عالية. بالنسبة لتقنيتي التقطير الومضي متعدد المراحل والتقطير متعدد الآثار، يلزم أيضاً وجود كميات كبيرة من الحرارة لتحلية المياه.

ترتبط الآثار البيئية لتحلية المياه في المقام الأول بتيار النفايات التي يتم تصريفها إلى الخليج العربي.

يتكون تيار النفايات هذا من المياه المالحة الساخنة وكيماويات المعالجة وغيرها من العناصر النادرة. وتشمل الآثار البيئية المرتبطة بعمليات تصريف المياه المالحة المركزة هذه المستويات المتزايدة من المبيدات الحيوية والكَلْوَرَة والكيماويات المزيلة للترسبات (هوبنير ولاتيمان، 2002؛ يونس 2005؛ داوود وملا 2012؛ أودين 2014). وبالنسبة للخليج العربي، يمكن أن يؤدي هذا إلى حدوث سمية مزمنة وتغيرات صغيرة النطاق في الهيكل المجتمعي في البيئات البحرية الموجودة بالقرب من الحقول، وعلى وجه الخصوص الشعاب المرجانية (جينكينز وبادوان وروبرتس وشلينك وويس 2012؛ أودين 2014). ومع ذلك، يمكن أن يصل تدفق المياه المالحة الساخنة من محطات التناضح العكسي إلى 85 جزء في الألف و50 جزء في الألف بالنسبة لوحدات التقطير الومضي متعدد المراحل. ونظرًا لكون المياه المتدفقة أثقل من مياه البحر، فإنها تسقط إلى القاع وتدور ببطء مسببة أضراراً للأعشاب البحرية وغيرها من النظم البيئية التي تعتمد عليها مجموعة واسعة من الكائنات المائية (مثل الأطوم) (عريقات ومحمد 2005؛ لاتيمان وهوبنير 2008؛ محمد 2009).

في ظل التغير المناخي، سيصبح الخليج العربي أيضاً أكثر إجهاداً بشكل كبير، بصرف النظر تماماً عن أية آثار بيئية تُصاحب الزيادة في عملية تحلية المياه.

كجزء من مشروع فرعي سابق ضمن برنامج LNRCCP، تم نمذجة استجابة الخليج العربي لظروف التغير المناخي (إدسون وآخرون 2015). وركزت الدراسة على المنطقة الموجودة بين شبه جزيرة مسندم بالقرب من مضيق هرمز حتى دلتا شط العرب. وتم اعتماد نظام للنموذج الإقليمي للمحيطات (شتشيبيتكين وماكويليامز 2005) استنادًا إلى الظروف التاريخية وتم استخدامه لعرض توقعات لمنتصف القرن الحادي والعشرين (أي 2040 - 2049) ونهايته (أي 2080-2099). وتوصلت هذه الدراسة إلى العديد من الآثار الرئيسية التي تتعلق بدرجة حرارة وملوحة منطقة الخليج، بما في ذلك التغيرات في الديناميات والزيادة المحتملة في الملوحة بالسواحل الجنوبية الغربية، وذلك بسبب التأثيرات المحلية للاحتباس الحراري. وحيث أن هذه الدراسة السابقة لم تُمثل أي زيادة في أنشطة تحلية المياه من أجل مسايرة الطلب المستقبلي على المياه، فقد تم استخدامها كنقطة بداية لإجراء تحليل للآثار المجتمعة الناجمة عن تحلية المياه وتغير المناخ.



2. النهج

يتمثل الهدف العام من المشروع الفرعي في إدراك الأثر المستقبلي لأنشطة تحلية المياه على الخليج العربي إزاء التغير المناخي بصورة أفضل.

تم تناول عدة أسئلة بحثية أساسية هي:

1) كيف ستؤثر المستويات المرتفعة للنمو الاجتماعي الاقتصادي المتوقع لكل دولة في المنطقة على حجم عمليات تصريف المياه المالحة إلى الخليج مع مرور الوقت؟

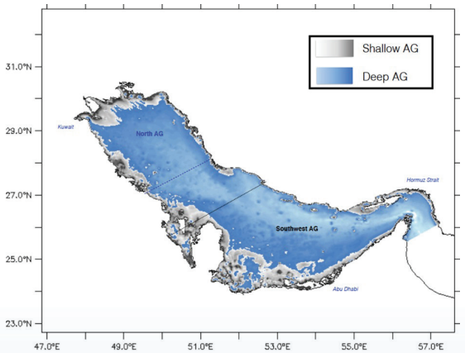
2) كيف تتأثر الخصائص الفيزيائية الرئيسية للخليج بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين بسبب امتزاج أنشطة التغير المناخي والأنشطة الكثيفة لتحلية المياه؟

3) إلى أي مدى يُحتمل أن يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم الآثار البيئية لأنشطة تحلية المياه في المستقبل؟

منطقة الدراسة

كان تركيز الدراسة منصبًا على منطقة الخليج العربي.

وعلى وجه التحديد، النطاق المكاني للخليج العربي بأكمله. ولغرض التحليل، تم تقسيم الخليج إلى منطقتين فرعيتين مكانيتين ومنطقتين فرعيتين رأسيتين، كما هو موضح في الشكل 2. وتمتد المنطقة الشمالية من الخليج من شط العرب في العراق إلى جنوب الجبيل مباشرة في المملكة العربية السعودية. بينما تمتد المنطقة الجنوبية للخليج من الأجزاء الجنوبية بالبحرين مرورًا بمضيق هرمز حتى خليج عمان. إضافة إلى ذلك، تم تقسيم الخليج إلى مناطق ضحلة تُشير إلى المياه الضحلة التي يقل عمقها عن 20 متراً ومناطق عميقة تُشير إلى المياه التي يصل عمقها إلى أكثر من 20 متراً.



الشكل 2: النطاق المكاني للدراسة

قائمة جرد محطات تحلية المياه

تم وضع قائمة بمحطات تحلية المياه كأساس يتم على إثره تقدير المستويات التاريخية لتصريف المياه المالحة إلى الخليج.

ويوجد حالياً ما يقرب من 2.241 محطة تحلية مياه في جميع أنحاء المنطقة (وكالة المياه العالمية 2015). ومن بين تلك المحطات، يوجد 982 محطة مقابلة للدول الثمانية (وهي البحرين والعراق وإيران والكويت وعمان وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة) تم تضمينها في الدراسة حيث تعتمد على مياه البحر كمادة خام. ومن بينها 486 محطة على جانبي الخليج، تُمثل ما يزيد عن 14 مليون متر مكعب يومياً من الطاقة الإنتاجية، والتي تُصرّف المياه المالحة والمنتجات الكيميائية الثانوية الأخرى إلى الخليج العربي مباشرةً. ويرد في الشكل 3 تلخيصًا للطاقة الإنتاجية لهذه المحطات وحصصها ذات الصلة. وتُشكل محطات تحلية المياه هذه الأساس لتقدير حجم عمليات تصريف a المالحة إلى الخليج.

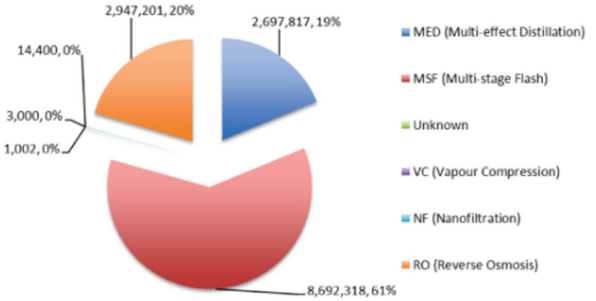
التوقعات الخاصة بحجم عمليات تصريف المياه المالحة

تم تقدير حجم عمليات تصريف المياه المالحة إلى الخليج العربي للفترة من 2040 حتى 2050.

وشمل هذا مجموعة من الافتراضات والحسابات المفصلة. بالنسبة لسنة الأساس 2010، فهي تضمنت حسابات لكل مرفق يتعلق بكل من (أ) السحب السنوي لمياه البحر (بالمليون متر مكعب)، (ب) سحب الملح البحري المعادل (بالمليون طن)، (ج) استرداد المياه (بالمليون متر مكعب)، (د) تصريف المياه المالحة (بالمليون متر مكعب)، و(هـ) تصريف الملح البحري المعادل (بالمليون طن). بالنسبة للسنوات من 2011 وحتى 2050، تضمنت الحسابات توقع التقديرات الخاصة بسنة الأساس استنادًا إلى الافتراضات التي تتعلق باستهلاك المياه في المستقبل لكل فرد والنمو الإقليمي للسكان وعمليات التحول إلى استخدام تقنيات تحلية مياه أكثر فعّالية. ومن أجل استيعاب عدم التيقن المتأصل في هذه التوقعات، تم دراسة العديد من السيناريوهات الخاصة بتصريف المياه المالحة لحصر عدم التيقن. وبالتالي تم بعد ذلك نمذجة أحجام عمليات تصريف المياه المالحة التي تبلغ 50 و80 و120 و220 طن في الثانية للفترة من 2040 إلى 2050.

الشكل 3: ملخص عن قدرة محطات تحلية المياه، حسب التقنية، التي تستخدم مياه الخليج العربي كمادة خام (وكالة المياه العالمية 2015)

	TOTAL CAPACITY	
Type	M3/D	Share (%)
MED (Multi-effect Distillation)	2,697,817	19%
MSF (Multi-stage Flash)	8,692,318	61%
Unknown	1,002	0%
VC (Vapour Compression)	3,000	0%
NF (Nanofiltration)	14,400	0%
RO (Reverse Osmosis)	2,947,201	21%
Total	14,355,738	100%



إطار النمذجة الإقليمية للمحيطات

تم استخدام نموذج المحيطات الإقليمي الذي وُضع مسبقاً للخليج باعتباره إطار النمذجة.

وهذا هو النموذج الذي تمّ اعتماده لظروف الخليج التاريخية ثم استُخدم بعد ذلك لتقليص نطاق مسار التركز التمثيلي 8.5 الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (RCP8.5) حتى منتصف القرن الحادي والعشرين. ويُعد نظام النمذجة هذا أحد أنظمة البرمجة القوية والذي يُمكنه نمذجة الآثار المرتبطة بالمستويات المتزايدة لتصريف المياه المالحة. ويُعتبر النموذج الإقليمي للمحيطات في الأساس نظامًا هيدروديناميكيًا معياريًا يتضمن الجريان السطحي أو التأثير المباشر للأنهار في الوقت المناسب. وقد أثبت هذا النموذج فعاليته في محاكاة عمليات تصريف المياه المالحة الساخنة في منطقة الخليج.

نهج "النهر المالح"

عملت الموارد الحاسوبية المتاحة على حصر العدد الفعلي لنقاط تصريف المياه المالحة التي يمكن دمجها بشكل فعّال في النموذج الإقليمي للمحيطات. [1]

وهذا هو النموذج الذي تمّ اعتماده لظروف الخليج التاريخية ثم استُخدم بعد ذلك لتقليص نطاق مسار التركز التمثيلي 8.5 الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (RCP8.5) حتى منتصف القرن الحادي والعشرين. ويُعد نظام النمذجة هذا أحد أنظمة البرمجة القوية والذي يُمكنه نمذجة الآثار المرتبطة بالمستويات المتزايدة لتصريف المياه المالحة. ويُعتبر النموذج الإقليمي للمحيطات في الأساس نظامًا هيدروديناميكيًا معياريًا يتضمن الجريان السطحي أو التأثير المباشر للأنهار في الوقت المناسب. وقد أثبت هذا النموذج فعاليته في محاكاة عمليات تصريف المياه المالحة الساخنة في منطقة الخليج.

البيانات والمخرجات البيئية

تم استخدام النموذج الإقليمي للمحيطات بغرض محاكاة تغيرات درجات الحرارة في منطقة الخليج العربي في ظل التأثير المشترك لتغير المناخ وأنشطة تحلية المياه في المستقبل.

تم وضع العديد من الخرائط والرسوم المتحركة وقواعد البيانات، يُتاح بعضها في مرفقات التقرير الفني النهائي، بما في ذلك الآثار الواقعة على درجات الحرارة والملوحة وأنماط الدوران والتيارات المتبقية وعمليات الخلط. ويمكن الوصول إلى قواعد البيانات المختلفة التي تُستخدم في إعداد الخرائط/الرسوم المتحركة فضلاً عن توفر الخرائط/الرسوم المتحركة ذاتها عبر الإنترنت من خلال الموقع الإلكتروني المعني بمراقبة تحلية المياه وتغير المناخ (www.ccr-group.org/desalination).

[1] تألفت الموارد الحاسوبية من مجموعة SGI، استنادًا إلى تصميم شركة أدفانسد مايكرو دفايسز (AMD)، استخدمت النمذجة 600 وحدة من وحدات المعالجة المركزية المخصصة وذاكرة تخزين مساحتها 48 تيرابايت. في حين أن هذه الموارد الحاسوبية تعتبر ذات أهمية، إلا أنها لا تزال تحتاج إلى عدة أشهر تقويمية لكل عملية تشغيل بالنسبة لعدد محطات تحلية المياه بالكامل.

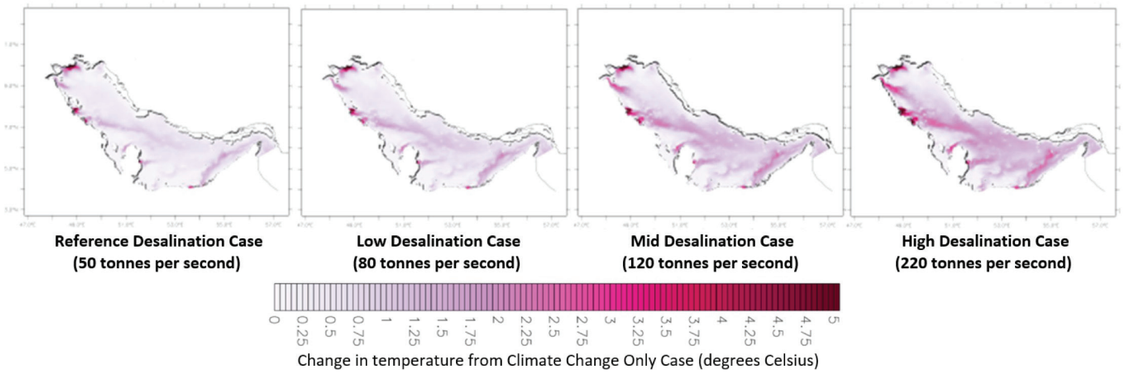
3. آثار تغير المناخ وتحلية المياه على درجة الحرارة

ستؤثر أنشطة تحلية المياه بشكل كبير على متوسط درجة الحرارة في الطبقات السطحية والسفلية في جميع أنحاء الخليج.

ويتضح هذا في الشكل 4(a) ، الذي يُبَيِّن الفرق في متوسط درجة حرارة الطبقات السفلى للسيناريوهات الأربعة الخاصة بنشاط تحلية المياه في المستقبل إضافة إلى تغير المناخ. وتتطابق الاختلافات في درجات الحرارة الاختلافات في منتصف القرن الحادي والعشرين (أي من 2040 إلى 2049). ويلخص الشكل 4(b) حجم التغير في متوسط درجة الحرارة في المناطق الضحلة مقابل حجم التغير في المناطق العميقة، وكذلك في المناطق الجنوبية الغربية مقابل المناطق الشمالية. وفي المنطقة الجنوبية الغربية من الخليج، من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بمعدل يصل إلى حوالي 1.4 درجة مئوية في المناطق العميقة في حالة تحلية المياه المرتفعة. وفي شمال الخليج من المتوقع أيضاً أن ترتفع درجات الحرارة بمعدل يصل إلى حوالي 1.4 درجة مئوية في حالة تحلية المياه المرتفعة، ولكن في المناطق الضحلة.

الشكل 4: التغير في متوسط درجة حرارة مياه البحر في الطبقات السفلية نتيجة إضافة آثار المياه المالحة إلى تغير المناخ

a) ملخص النتائج المخطط

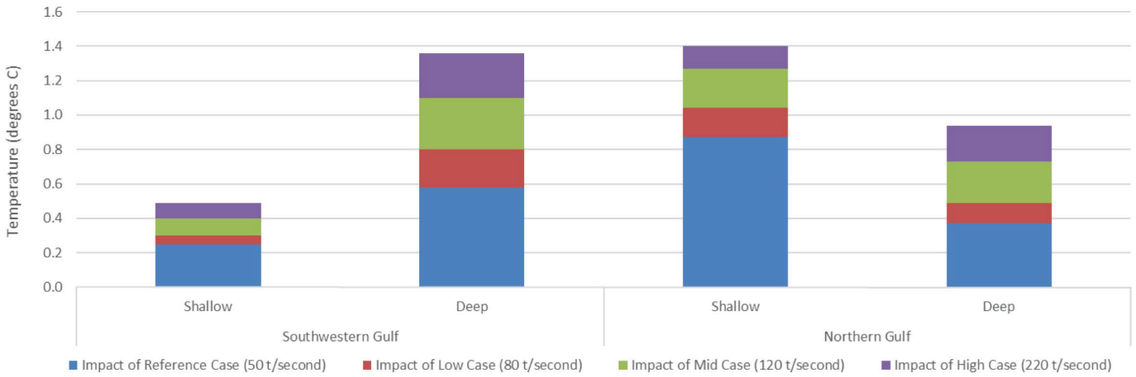


ستؤثر أنشطة تحلية المياه أيضاً بشكل كبير على درجات الحرارة القصوى في المناطق السطحية والسفلية في جميع أنحاء الخليج.

تتجاوز أثار تحلية المياه الواقعة على درجات الحرارة القصوى إلى حد بعيد الآثار الواقعة على درجات الحرارة المتوسطة، كما يتضح من خلال ثلاث نتائج من النمذجة الخاصة بجنوب الخليج. أولاً، تواجه الطبقات السفلى بالمناطق العميقة الواقعة في جنوب الخليج زيادة في درجة الحرارة القصوى بسبب تحلية المياه بحوالي 3 أضعاف أكثر من الزيادة في متوسط درجة الحرارة؛ حيث تبلغ الزيادة في درجة الحرارة القصوى 4.1 درجة مئوية مقارنة بزيادة في متوسط درجة الحرارة تبلغ 1.4 درجة مئوية فقط. ثانياً، في الطبقات السطحية في جنوب الخليج، يمثل تغير المناخ الجزء الأكبر من الأثر الواقع على درجة الحرارة القصوى، حيث يمثل ما بين ٪74 (1.0 درجة مئوية) و٪91 (1.7 درجة مئوية) من إجمالي الزيادة في درجة الحرارة القصوى. ثالثاً، في الطبقات السفلى بجميع أنحاء المناطق الضحلة والعميقة في جنوب الخليج، تمثل تحلية المياه الأثر الكامل على درجة الحرارة القصوى. في ظل تغير المناخ، تنخفض درجات الحرارة القصوى بالفعل في الطبقات القاع على طول جنوب الخليج. وفي وجود عمليات تحلية المياه، من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة القصوى لتصل 6.6 درجة مئوية و4.2 درجة مئوية في المناطق الضحلة والعميقة، على التوالي.

الشكل 4: التغير في متوسط درجة حرارة مياه البحر في الطبقات السفلية نتيجة إضافة آثار المياه المالحة إلى تغير المناخ

b) ملخص رسومي للنتائج (التغير التدريجي في متوسط درجة الحرارة لكل سيناريو من سيناريوهات تحلية المياه)



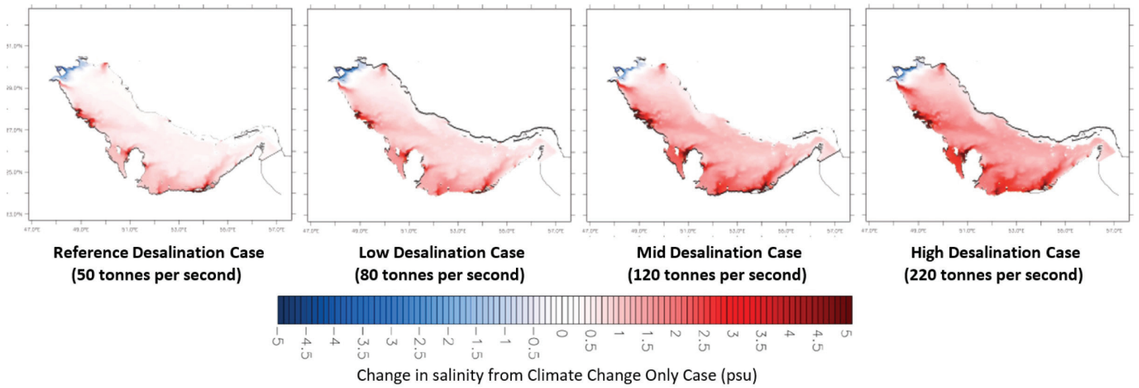
4. آثار تغير المناخ وتحلية المياه على الملوحة

ستؤثر أنشطة تحلية المياه بشكل كبير على الملوحة المتوسطة في الطبقات السطحية والسفلية في جميع أنحاء منطقة الخليج.

ويتضح هذا في الشكل 5(a) ، الذي يبين الفرق في الملوحة المتوسطة في الطبقات السفلى للسيناريوهات الأربعة الخاصة بنشاط تحلية المياه في المستقبل إضافة إلى تغير المناخ. وتتطابق الاختلافات في مستويات الملوحة المتوسطة مع الاختلافات في منتصف القرن الحادي والعشرين (أي من 2040 إلى 2049). وفي المنطقة الجنوبية الغربية من منطقة الخليج، من المتوقع أن يزداد متوسط مستويات الملوحة بمعدل يصل إلى حوالي 1.5 وحدة ملوحة عملية (psu) في المناطق العميقة في حالة تحلية المياه المرتفعة. وفي شمال الخليج، من المتوقع أيضاً أن يرتفع متوسط مستويات الملوحة بمعدل يصل إلى حوالي 0.9 وحدة ملوحة عملية في حالة تحلية المياه المرتفعة، ولكن في المناطق الضحلة.

الشكل 5: التغير في متوسط ملوحة مياه قاع البحر من حالات تحلية مياه الطبقات إلى حالة تغير المناخ فقط, 2040-2049

a) ملخص النتائج المخطط

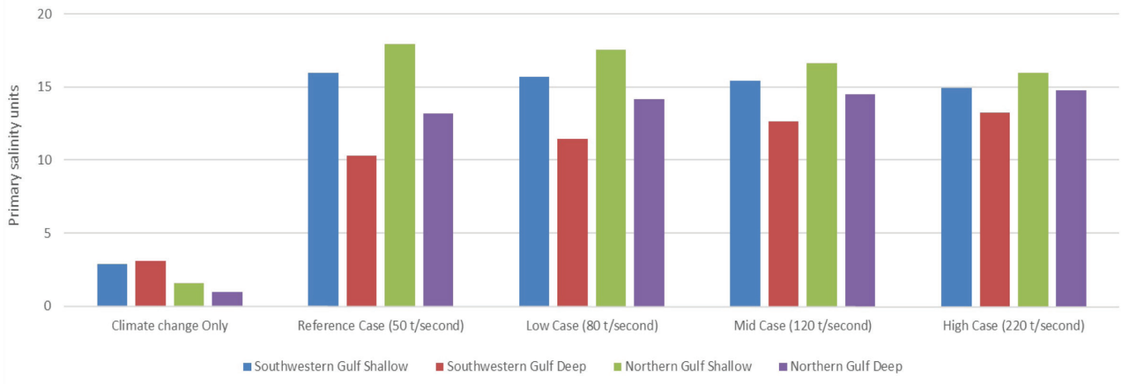


ستؤثر أنشطة تحلية المياه بشكل كبير أيضًا على درجات الملوحة القصوى في الطبقات السطحية والسفلية في جميع أنحاء منطقة الخليج.

ويتضح ذلك في الشكل 5(b) الذي يبين حجم تغير مستويات الملوحة القصوى بالنسبة لمستويات الملوحة المتوسطة في المناطق الضحلة مقارنة بالمناطق العميقة، وكذلك في المناطق الجنوبية الغربية مقارنة بالمناطق الشمالية. وفي المنطقة الجنوبية الغربية، من المتوقع أن تزداد درجات الملوحة القصوى بمعدل يصل إلى حوالي 16 وحدة ملوحة عملية في المناطق الضحلة أعلى من مستويات الملوحة المتوسطة. وفي منطقة شمال الخليج، من المتوقع أن تزداد مستويات الملوحة القصوى بمعدل يصل إلى حوالي 18 وحدة ملوحة عملية أعلى من المستويات المتوسطة، أيضاً في المناطق الضحلة.

الشكل 5: التغير في متوسط ملوحة مياه قاع البحر من حالات تحلية مياه الطبقات إلى حالة تغير المناخ فقط, 2040-2049

b) ملخص رسومي للنتائج (الفرق بين الملوحة القصوى والملوحة المتوسطة)



5. التحذيرات والقيود

من الأهمية بمكان أن نلاحظ أنه ثمة أوجه عدم تيقن متتالية متأصلة في النتائج.

النتائج. وهذا أمر شائع في الجهود البحثية من هذا النوع، ويُعد أيضاً دالة مباشرة لأوجه عدم التيقن الكامنة وراء نماذج نظام الأرض التي تعمل كأساس لتجارب النمذجة الإقليمية. وتُظهر هذه النماذج بشكل نموذجي التقلبات الداخلية العالية وتكون في حالة مستمرة من التحسين وتحديث البرامج، كما يتم تحسين الطرق وتطوير المعرفة العلمية. وتسلط النقاط التالية الضوء على المجالات ذات الأولوية للعمل عليها بشكل أكبر والتي يمكن أن تساعد في تحديد كمية أوجه عدم التيقن هذه وخفضها، مما يؤدي بدوره إلى تحسين الأساس الخاص بوضع السياسات المستقبلية في ظل تغير المناخ.

- تطبيق نهج المجموعة لتقييم الآثار الواقعة على منطقة الخليج. وسيستخدم التطور الطبيعي لإطار العمل الحالي الخاص بالنمذجة الإقليمية للمحيطات العديد من التجارب المختلفة من نفس المجموعة (MPI–MR)، مما يعمل على استنساخ نهج المجموعة نفسه لحصر أوجه عدم التيقن، ومن شأن ذلك تعزيز فهم ديناميات الخليج بشكل عام. وسيعمل ذلك أيضًا على التحديد الكمي للكيفية التي تنتشر بها أوجه عدم التيقن داخل النموذج الإقليمي للمحيطات بحد ذاته.

- تسجيل آثار تغير المناخ على ارتفاع مستوى سطح البحر المحلي. قد يؤثر ارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل على كل من درجة حرارة مياه البحر وملوحته. ومن الممكن أن تكونَ السيناريوهات الخاصة بارتفاع مستوى سطح البحر في الخليج العربي إما أ) مدمجة في إطار النمذجة الحالي الخاص بالاستكشافات التي تتجاوز فترة منتصف القرن أو ب) مُضَمّنة في نهج مجموعة يركز على المتغيرات الداخلية المحددة أو حتى باستخدام مخرجات مباشرة من نماذج نظام الأرض المتعددة.

- زيادة عدد الأنهار المالحة. من الناحية المثالية، سيتم تمثيل الخصائص المكانية وخصائص الأداء لجميع مرافق تحلية المياه القائمة والمقترحة في مواقع تصريف المياه المالحة الفعلية. وبالنسبة لجميع دول الخليج، تصل هذه المواقع إلى 486 موقعًا في الوقت الحالي، إلى جانب نقاط إضافية بما يعكس الإضافات غير المخطط لها لتلبية الطلب المستقبلي على المياه المحلاة.

- إجراء تجارب إضافية لتوصيف ديناميات الخليج على المدى القصير والنطاق صغير الحجم بشكل أفضل. سيكون من الأفضل توسيع سلوك الدوران لمنطقة الخليج العربي وضبطه ضبطًا دقيقًا بالنسبة لمصادر التأثير قصيرة المدى الخاصة بالنموذج الصريح، على سبيل المثال، آثار المد والجزر، التي تم تعيين معلمات آثارها في إطار النمذجة الحالية، ونسائم البحر، التي تم تجاهل آثارها في إطار النمذجة الحالية.

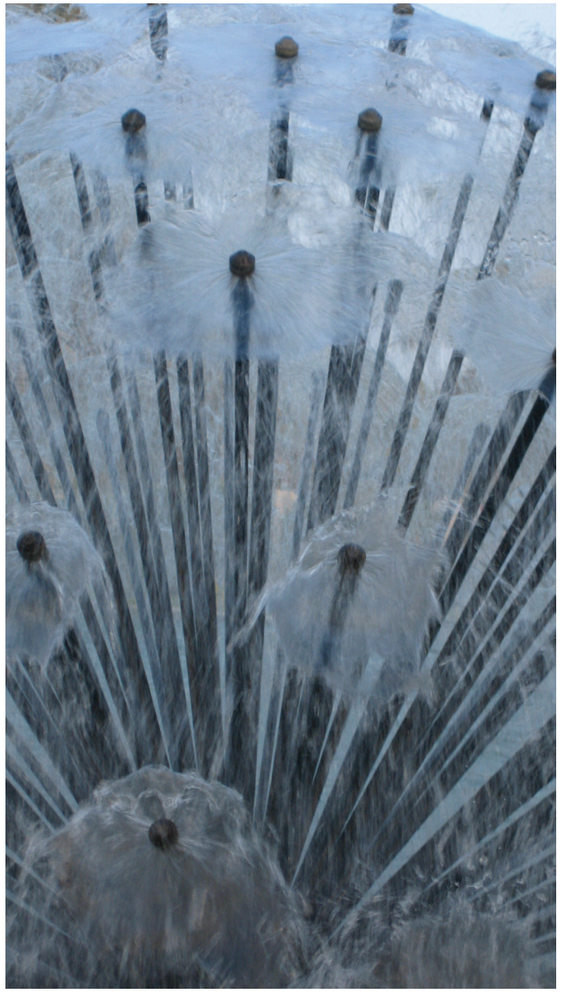
6. استنتاجات وتوصيات

استكشفت هذه الدراسة آثار تغير المناخ وتحلية المياه على الخصائص الفيزيائية لمنطقة الخليج.

المياه على الأرجح الخيار الممكن الوحيد لإمدادات المياه بالنسبة للبلدان شديدة القحولة في شبه الجزيرة العربية. وعلى الرغم من ذلك، فمن المحتمل أن يُشكل تكثيف أنشطة تحلية المياه داخل الخليج العربي المُجهَد بالفعل آثارًا بيئية سلبية في ظل تغير المناخ. وتؤدي عمليات تحلية المياه إلى تركيز المياه المالحة الساخنة التي يتم تصريفها في الخليج العربي، مما يؤدي إلى حدوث تغيرات في مستويات درجة الحرارة والملوحة. وعند دمج ذلك مع التغيرات في مستويات درجة الحرارة والملوحة الناجمة عن تغير المناخ، فإن الآثار الناجمة تشير إلى الحاجة لتقييم الخيارات المحتملة للتخفيف من هذه الآثار.

في نهاية المطاف، تُشكل نتائج هذه الدراسة أثارًا كبيرة على إدارة الموارد المائية في المنطقة.

يُعد الإجهاد المائي حالة مزمنة بالنسبة لبلدان شبه الجزيرة العربية والذي أصبح واحدًا من أكبر التحديات التي تواجه التخطيط في المنطقة. ويرجع سبب ذلك إلى البيئة شديدة القحولة للمنطقة، وتضاؤل إمدادات المياه الجوفية الأحفورية، والنمو الاقتصادي القوي، وزيادة عدد السكان في المناطق الحضرية، جنبًا إلى جنب مع آثار تغير المناخ الثابتة والمتجاوزة. ونظرًا لعدم وجود أي خيارات أطول أمداً أو أكثر استدامة من المياه المحلاة، فإن تحديد خيارات التأقلم، التي تؤدي إلى زيادة مرونة نظام الطلب على المياه وتحسين الأداء البيئي لعملية تحلية المياه في ظل تغير المناخ، يُعد واحداً من تحديات التخطيط الرئيسية.



يوجد العديد من الخيارات والتدابير الرامية إلى التخفيف من حدة التغيرات التدريجية التي تحدث في الملوحة ودرجة الحرارة بسبب التخلص من المياه المالحة المركزة (كولي وآخرون، 2013؛ يونس، 2005؛ لاسبيدو وآخرون، 2010؛ بومبار وآخرون، 2016؛ جنكينز وآخرون، 2012؛ NRC، 2008).

تحمل كل طريقة من طرق التخلص مجموعة فريدة من المميزات والعيوب. ويُستحسن أن يعمل واضعو الخطط في المنطقة على مراعاة عدد من العوامل الرئيسية ضمن الجهود المستقبلية للحد من الآثار السلبية لأنشطة تحلية المياه على الخليج. وتشمل هذه العوامل حجم أو كمية التركيز، ونوعية التركيز، وموقع محطة تحلية المياه، ورأس المال وتكاليف التشغيل، وإمكانية توسيع المحطة في المستقبل، وغيرها من العوامل. وتقدم النقاط أدناه لمحة موجزة عن الخيارات المحتملة المختارة.

- التخلص في الجزء الأمامي من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. ينطوي هذا الخيار على توصيل المياه المالحة عبر خطوط الأنابيب إلى الجزء الأمامي لإحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي، ومن شأن ذلك القضاء على تصريف المياه المالحة إلى منطقة الخليج ولكن سيكون هناك شاغل رئيسي واحد وهو إذا كان حجم التركيز كبيرًا للغاية، فقد يكون لمستوى إجمالي المواد الصلبة الذائبة في تركيز المياه المالحة أثرًا كبيرًا على عملية المعالجة البيولوجية، وربما تصل إلى نقطة تعطيل أداء المعالجة.
- التخلص في الجزء الخلفي من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. ينطوي هذا الخيار على توصيل المياه المالحة عبر خطوط الأنابيب إلى الجزء الخلفي لإحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي وخلط تركيز المياه المالحة مع تدفق المياه المعالَجة. وسيؤدي خلط مياه الصرف الصحي المعالَجة مع إجمالي نسبة المواد الصلبة الذائبة المرتفعة من تركيز المياه المالحة إلى تخفيف تركيز السائل الملحي.
- تطبيق الأرض. ينطوي هذا الخيار على التخلص من المياه المالحة على الأرض باستخدام الري بالرش و/أو خنادق الترشيح و/أو أحواض الترشيح. وفي هذا الخيار، يمكن استخدام تركيز المياه المالحة لري المحاصيل والأعشاب التي تتحمل الملوحة مثل تلك المستخدمة في ملاعب الجولف. وتعتمد جدوى هذا الخيار على توافر الأراضي والمناخ المحلي والغطاء النباتي القادر على تحمل الملوحة وموقع منسوب المياه الجوفية.
- حقن الآبار العميقة. ينطوي هذا الخيار على حقن تركيز المياه المالحة في مستودعات المياه الأرضية العميقة التي لا تُستخدم لأغراض الشرب أو الراحة. وعادة ما يتراوح عمق آبار الحقن ما بين 0.3 و 2.6 كم تحت سطح الأرض. وتتمثل العوامل المتحكمة في جدوى هذا الخيار في الظروف الجيولوجية والقيود التنظيمية وقربها من مستودعات المياه الأرضية المخصصة لمياه الشرب.
- أحواض التبخر. ينطوي هذا الخيار على إنشاء أحواض التبخر حيث تتبخر المياه المالحة في حين تترسب الأملاح في قاع الحوض. وفي واقع الأمر، يُفضّل استخدام هذا الخيار مع معدلات التبخر العالية لمنطقة الخليج. وسيكون من اللازم وجود بطانات للأحواض من أجل منع المياه المالحة من التسرب إلى المياه الجوفية.
- تصريف السوائل التي تصل إلى الصفر. ينطوي هذا الخيار على استخدام جهاز تبخير لتحويل ركازة المياه المالحة السائلة إلى مادة صلبة جافة والتي يمكن بعد ذلك التخلص منها في مدافن النفايات. ونتيجة لذلك، يتحويل تحدي التخلص من المياه المالحة إلى عملية للتخلص من النفايات الصلبة. وسيكون من اللازم توفير تصميمًا مناسبًا لمدافن النفايات من أجل منع تسرب المواد الكيميائية إلى المياه الجوفية.

- مكثفات المياه المالحة. ينطوي هذا الخيار على استخدام مكثفات المياه المالحة للحد من حجم التركيز بما يصل إلى 2٪ تقريبًا من تدفق السحب. وتتألف مكثفات المياه المالحة من مبادلات حرارية ومزيلات للهواء وضواغط بخار لتحويل تركيز السائل إلى ردغة طينية مركزة. ومن خلال هذه التقنية، يمكن استرداد 95٪ تقريبًا من مياه الصرف الصحي باعتبارها قطارة عالية النقاء وكذلك تركيز إجمالي المواد الصلبة الذائبة إلى أقل من 10 ملجم/لتر.

يعتمد الاختيار الفعلي لخيار (خيارات) التخفيف على العوامل الإضافية التي تميل بشكل كبير إلى أن تكون مخصصة لكل موقع (NRC, 2008).

وتشمل هذه العوامل الظروف الهيدرولوجية ومستويات التصريف الموسمية المنخفضة ومتطلبات التصاريح وتركيز المواد الكيميائية وسمية المياه المالحة (NRC 2008). وباعتبارها وسيلة يُمكن استخدامها في المستقبل، يمكن أن تؤخذ في الاعتبار عملية مكونة من 5 خطوات لصالح مرافق تحلية المياه الجديدة و/أو القائمة، على النحو المبين في النقاط الواردة أدناه.

- إعداد قاعدة بيانات شاملة: يتضمن هذا تصميم قواعد بيانات على مستوى البلد لتوثيق خصائص أداء محطة تحلية المياه (على سبيل المثال، المعدل اليومي لتصريف المياه المالحة)، والعوامل الخاصة بالموقع (ظروف مياه البحر المحيطة في المنطقة المجاورة للأنبوب الخاص بمخرج تصريف المياه المالحة)، والخصائص الخاصة بخيار تخفيف المياه المالحة (على سبيل المثال، التكاليف والأداء).
- تصميم عملية لفحص مدى تخفيف المياه المالحة: يتضمن هذا الإجراء تصميم عمليات فحص على مستوى البلد (أي المدفوعة بواسطة أصحاب المصلحة)، بحسب الاقتضاء، وذلك من أجل تقييم جدوى خيارات التخفيف وتحديد أولويات الخيارات المحتملة لإجراء مراجعة لاحقة.
- إجراء عملية تقييم متعدد المعايير. يتضمن ذلك تنفيذ عملية الفحص لتصنيف خيارات التخفيف حسب الأولوية. وستظهر نتائج العملية في شكل تصنيف ترتيبي يتراوح من "1" (الأكثر رغبة) إلى "5" (الأقل رغبة) لكل خيار من خيارات التخفيف المحتملة.
- نمذجة خيارات التخفيف ذات الأولوية: وهذا يتضمن إجراء عملية النمذجة سواءً على المستوى الإقليمي أو الوطني لتقييم الآثار التي تحملها خيارات التخفيف ذات الأولوية المحددة في عملية الفحص على الخصائص الفيزيائية في منطقة الخليج وكذلك على انبعاثات غازات الدفيئة وجودة الهواء المحلي.
- تحديث اللوائح البيئية: يمكن بعد ذلك استخدام نتائج التقييم باعتبارها أساس لوضع لوائح بيئية جديدة فيما يتعلق بتصريف المياه المالحة إلى منطقة الخليج العربي من المرافق الجديدة و/أو الحالية.

7. قائمة المراجع

Areiqat, A., & Mohamed, K. a. (2005). Optimization of the negative impact of power and desalination plants on the ecosystem. Desalination, 185(1-3), 95–103. doi:10.1016/j.desal.2005.04.038

Bombar, G., Dölgen, D, and Alpaslan, N., 2016. "Environmental impacts and impact mitigation plans for desalination facilities," Desalination and Water Treatment, Volume 57, Issue 25.

Cooley, H., Ajami, N., and Heberger, M., 2013. "Key Issues in Seawater Desalination in California - Marine Impacts" Pacific Institute

Dawoud, M. a, & Mulla, M. M. Al. (2012). Environmental Impacts of Seawater Desalination : Arabian Gulf Case Study. International Journal of Environment and Sustainability, 1(3), 22–37.

Edson, J, Wainer, I., and Ferrero, B, 2015. "Regional Ocean Modelling: A Numerical Study of the Impact of Climate Change on the Arabian Gulf", Final Report for AGEDI's Local, National, and Regional Climate Change Programme

Global Water Intelligence (GWI). 2015. DesalData database.

Hoepner, T. and Lattemann. S., 2002. "Chemical impacts from seawater desalination plants - a case study of the northern Red Sea", Desalination 152 (2002) 133-140.

Jenkins, S., Paduan, J., Roberts, P., Schlenk, D., & Weis, J. (2012). Management of Brine Discharges to Coastal Waters Recommendations of a Science Advisory Panel. Retrieved from http://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programmes/ocean/desalination/docs/dpr051812.pdf

Laspidou, C., Hadjibiros, K., and Gialis, S., 2010. "Minimizing the Environmental Impact of Sea Brine Disposal by Coupling Desalination Plants with Solar Saltworks: A Case Study for Greece", Water, 2, pp. 75-84

Lattemann, S., & Höpner, T. (2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. Desalination, 220(1-3), 1–15. doi:10.1016/j.desal.2007.03.009

Mohamed, K. A. (2009). ENVIRONMENTAL IMPACT OF DESALINATION PLANTS. In the Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC (pp. 951–964). Hurghada, Egypt.

National Research Council, 2008. "Desalination: A national prespective", Committee on Advancing Desalination Technology

Shchepetkin, A., & Mcwilliams, J. (2005). The regional oceanic modelling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. Ocean Modelling, 9(4), 347–404. doi:10.1016/j.ocemod.2004.08.002

Uddin, S. (2014). Environmental Impacts of Desalination Activities in the Arabian Gulf. International Journal of Environmental Science and Development, 5(2), 114–117. doi:10.7763/IJESD.2014.V5.461

World Bank, 2004. "Seawater and Brackish Water Desalination in the Middle East, North Africa and Central Asia", Final Report, December.

Xu, P., Cath, T, Robertson, A., Reinhard, M., Leckie, J., Drewes, J., 2013. " Critical Review of Desalination Concentrate Management, Treatment and Beneficial Use", Environmental Engineering Science, Volume 30, Number 8.

Younos, T., 2005. "Environmental Issues of Desalination", Journal of Contemporary Water Research & Education, Issue 132, pp 11-18, December

مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (AGEDI)

تحت توجيه ورعاية سمو الشيخ خليفة بن زايد آل نهيان، رئيس دولة الإمارات العربية المتحدة، تشكلت مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية في عام 2002 لمعالجة عمليات الاستجابة للحاجة الملحة للبيانات والمعلومات البيئية الدقيقة سهلة الوصول لجميع من هم في حاجة إليها.

باعتبار المنطقة العربية منطقة تركيز ذات أولوية، تعمل مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية على تسهيل الوصول إلى البيانات البيئية الجيدة التي تزود صانعي السياسات بالمعلومات الكافية للتنفيذ في الوقت المناسب لإبلاغ وتوجيه القرارات الحاسمة. ويتم دعم مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية بواسطة هيئة البيئة–بأبوظبي (EAD) على الصعيد المحلي، وبواسطة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) على الصعيدين الإقليمي والدولي.

لمزيد من المعلومات، يُرجى زيارة www.agedi.org

هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

تم تأسيس هيئة البيئة ـ أبوظبي في عام 1996 للحفاظ على التراث الطبيعي في أبوظبي وحماية مستقبلنا ورفع الوعي بشأن القضايا البيئية. وتعتبر هيئة البيئة–أبوظبي إحدى الجهات التنظيمية البيئية الكائنة في أبوظبي والتي تعمل على تقديم المشورة للحكومة فيما يتعلق بالسياسة البيئية. وهي تعمل على إنشاء مجتمعات مستدامة، وحماية الحياة الفطرية والموارد الطبيعية والمحافظة عليها. وتعمل الهيئة أيضًا على ضمان الإدارة المتكاملة والمستدامة للموارد المائية من أجل ضمان هواء نظيف والتقليل من تغير المناخ وما ينجم عنه من آثار.

لمزيد من المعلومات، يُرجى زيارة www.ead.ae

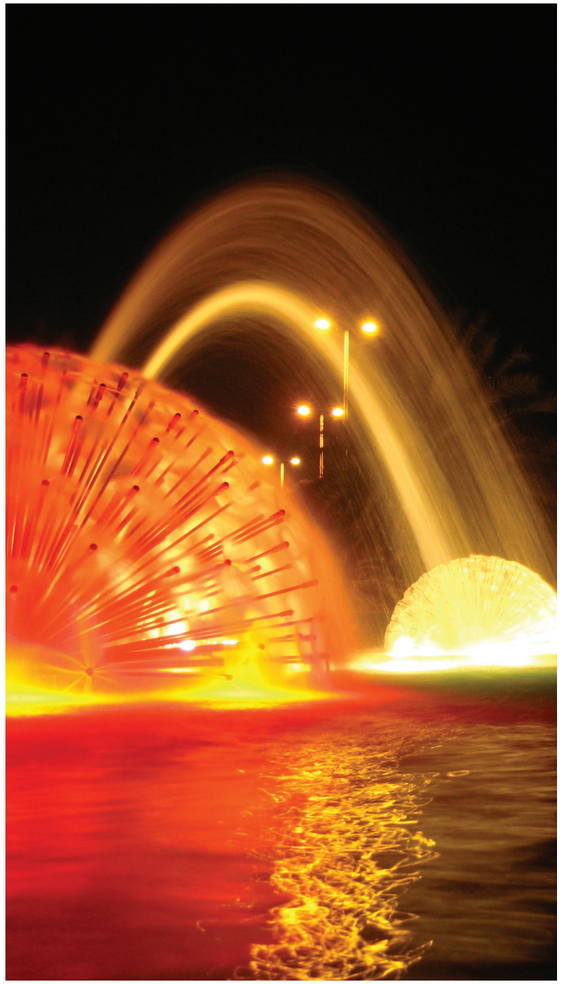
كافة التقارير والمصادر متوفرة للتحميل على موقعنا الإلكتروني، www.agedi.org، وعلى البوابة الإلكترونية لمفتشي التغير المناخي https://agedi.org/agedi-climate-inspectors/

المجموعة البحثية المعنية بتغير المناخ (CCRG)

تُعتبر المجموعة البحثية المعنية بتغير المناخ (مجموعة CCR) شركة متخصصة في الأبحاث والاستشارات في مجال التنمية المستدامة والتي تركز جهودها على تداخل الطاقة والمناخ والتنمية. وتعمل شبكة الخبراء لدينا مع منظمات التنمية العالمية والحكومات الوطنية والمحلية وكذلك المؤسسات غير الحكومية لصياغة أطر السياسات والتقييمات الفنية وبرامج بناء القدرات.

منذ تأسيس المجموعة في 2009، أصبح لدينا مشاريع رائدة في جميع أنحاء أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا الشرقية وآسيا والأمريكتين. ونظرًا لكون كل عميل يواجه مجموعة فريدة من التحديات استنادًا إلى السياق المحلي، فإننا نتمتع بخبرة واسعة في وضع الاستراتيجيات للعديد من المجالات الموضوعية في إطار التنمية المستدامة. وتشمل المجالات والخدمات الموضوعية للمجموعة ما يلي: استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ؛ وتحليل تخفيف ظاهرة الاحتباس الحراري؛ وتغير تغير المناخ وإدارة مخاطر الكوارث؛ وتغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي؛ وتغير المناخ والأمن المائي؛ وتغير المناخ والصحة العامة؛ ونمذجة إمدادات الطاقة والتكامل المتجدد؛ ونمذجة ملوثات الهواء وسيناريوهات انبعاث الغازات الدفيئة؛ وبرامج تعزيز القدرات.

لمزيد من المعلومات، يُرجى زيارة www.ccr-group.org



an initiative of

هيئة البيئة - أبوظبي
Environment Agency - ABU DHABI

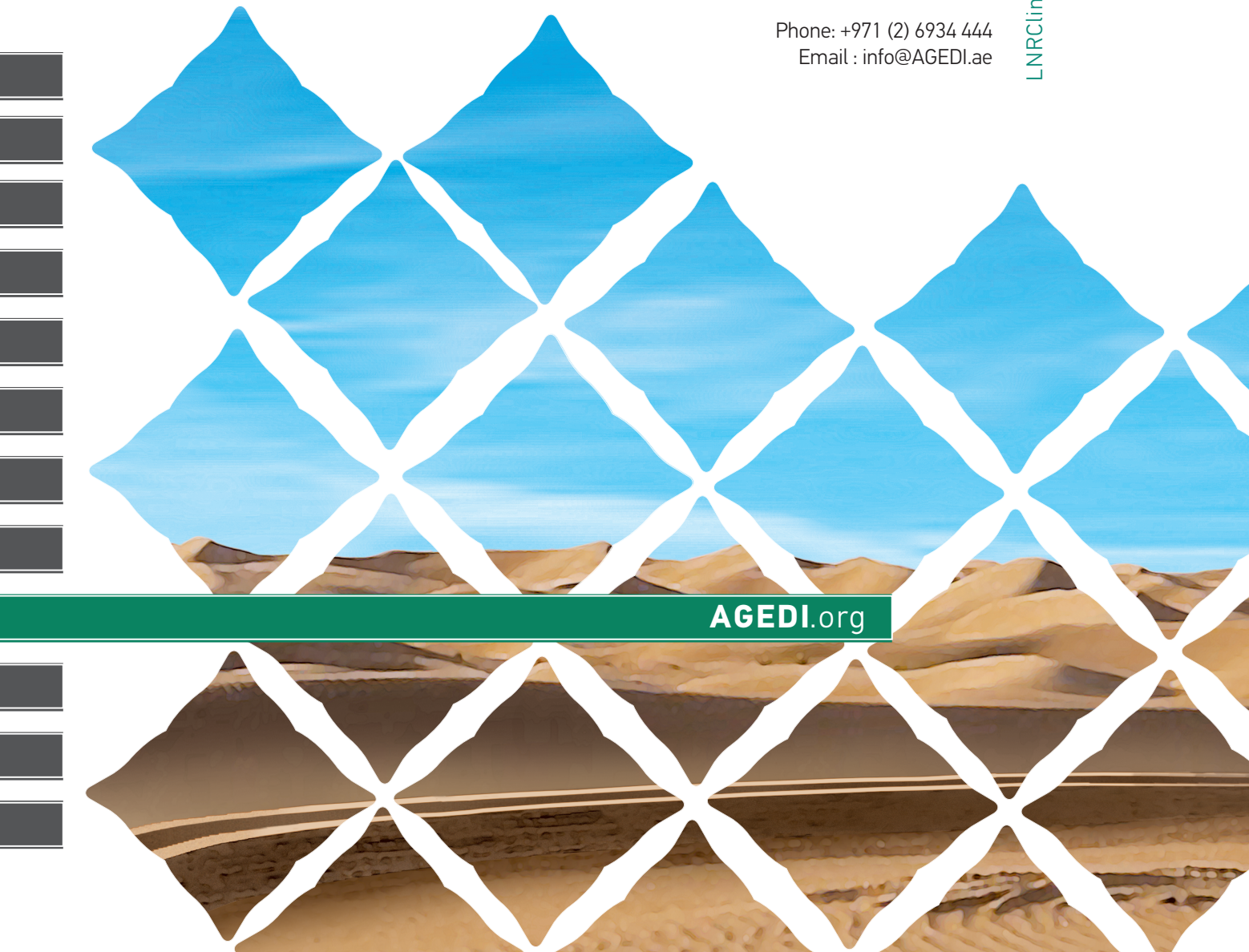
UNEP

AGEDI
مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية
Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative

Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative (AGEDI)
P.O Box: 45553
Al Mamoura Building A, Murour Road
Abu Dhabi, United Arab Emirates

Phone: +971 (2) 6934 444
Email : info@AGEDI.ae

LNRClimateChange@ead.ae



AGEDI.org