

التقييم المنهجي لآثار المناخ: محلي، إتحادي، وإقليمي

نمذجة الخليج العربي

ملخص فني

أعد هذا التقرير الفني جوزيه إدسون (محقق رئيسي)، إيلانا وينر، وبرونو فيريرو من معهد علوم المحيطات بجامعة ساو باولو (البرازيل)

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

النظم الإجماعى و الإقتصادى	تغير المناخى الإقليمى	البيئة	المناطق الساحلية	الموارد المائية
2014 2015	2013 2014	2015	2015 2016	2015 2016
فوائد تقليل غازات الدفينة على الصحة العامة	نمذجة الغلاف الجوى	التنوع البيولوجى البرى	مؤشر التأثيرات الساحلى	موارد المياه بمدينة العين
الأمن الغذائى	نمذجة منطقة الخليج العربى	التنوع البيولوجى البحرى	ارتفاع مستوى سطح البحر	إدارة الموارد المائية
إمدادات المياه المحلاه				المياه الجوفية عبر الحدود

محلى-أبوظبى إتحادى- دولة الإمارات إقليمى-الخليج العربى
5 مجاللت أساسية 3 مستويات مكانية 12مشروع فرعية
12مشروع فرعية
تقييم التأثيرات وسرعة التأثير والتكيف مع تغير المناخ فى شبه الجزيرة العربية

تم إعداد هذا التقرير لعرض العمل الذى ترعاه مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية. ولا تقدم مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية أي ضمان، سواء 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 تبناها هيئة البيئة أو مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية.

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

الناشر: مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية 2016.

الاقتباسات المقترحة: مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية 2016.

ملخص فنى: نمذجة الخليج العربى.
LNRCCP.CCRG/IO

تعمل هيئة البيئة - أبوظبى مع مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية (أجبدى) 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.



قدّم العديد من الأفراد الدعم والتوجيه والمساهمة القيّمة في مشاريع النمذجة.

ويرغب المؤلفون في التعبير عن عميق امتنانهم فيما يتعلق بالمراجعة التي أجروها، وذلك من خلال تقديم التعليقات والتعقيبات، والبيانات، والفرص بغرض استعراض العديد من المخرجات في إطار عملية المشروع، ونخص بالذكر:

دكتور/ عبدالله المندوس، المركز الوطني للأرصاد الجوية والزلازل

دكتور/ عمر عبدالله، المركز الوطني للأرصاد الجوية والزلازل

دكتور/ برنهارد ريجل، جامعة نون

دكتور/ فرد لوناوي وفريق هيئة البيئة – أبوظبي

دكتور/ هولغر هوف، معهد ستوكهولم للبيئة

دكتور/ منصور المزروعى، مركز التميز لأبحاث التغير المناخي (CECCR)

السيد / مفلح العلاوين، المكتب الإقليمي لغرب آسيا التابع للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة

السيدة/ ناوكو كوبو، وزارة التغير المناخي والبيئة الإماراتية (MOCCA) والفريق المعاون

دكتور/ باولا فيريرا وجمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – فريق الصندوق العالمي لصون الطبيعة

دكتور/ راشيل ماكدونيل، المركز الدولي للزراعة المحلية (ICBA)

دكتور/ روبرت بالدوين ودكتور/ سيمون ويلسون، المحيطات الخمسة

دكتور/ سعيد الصارمي، مركز الأبحاث من الهيئة العامة للطيران المدني (PACA)

دكتور/ سلطان اليحيائي، جامعة السلطان قابوس

دكتور/ طارق صادق، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا

نتوجه بشكر خاص لفرق البحوث العلمية والأكاديمية في جامعة خليفة (KU) ومعهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا (MIST) وجامعة نيويورك (NYU) وذلك عمّا قدمتموه من خبرة في مجال البيانات إلى جانب التعقيبات والدعم والفرص العلمية لإجراء المزيد من الأبحاث.

ونعرب أيضاً عن الامتنان العميق للعديد من الشركاء في جميع أنحاء المنطقة للمساهمة في هذا الشأن والوقت الذي قدموه والجهد الذي بذلوه خلال مشاركتهم في العديد من الاجتماعات والحوارات.



الخليج العربي، يُعتبر موضوع نمذجة المحيطات الإقليمية مسألة ضرورية لإجراء هذه التقييمات. وتوفر مخرجات الدراسة أساساً خاصاً بمنطقة الخليج لإجراء التقييمات المخطط لها لاحقاً بشأن تقييم مواطن القوة والضعف في البرنامج بشأن التنوع البيولوجي البحري والنظم الاجتماعية والاقتصادية وستكون بمثابة مرجع للباحثين في المنطقة حول تغير المناخ والبيئة البحرية في المستقبل.

في أكتوبر 2013، أطلقت مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية البرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال التغير المناخي (LNRCCP). ويهدف هذا البرنامج، المقرر استكمالته بحلول نهاية 2016، إلى البناء على وتوسيع وتعميق فهم قابلية التعرض للآثار الناجمة عن تغير المناخ، فضلاً عن تحديد الاستجابات التكيفية العملية على الصعيد المحلي (أبوظبي) والوطني (دولة الإمارات العربية المتحدة) والإقليمي (شبه الجزيرة العربية). وتتولى مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية، التي تعتبر مشروعاً مشتركاً تديره هيئة البيئة – أبوظبي بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP).

يتسم تصميم هذا البرنامج بتفعيل دور الشركاء، إذ يتضمن وجهات نظر ما يزيد عن 100 من الشركاء المحليين والوطنيين الإقليميين في صياغة 12 مشروعاً فرعياً في مجال الأبحاث عبر خمسة موضوعات استراتيجية. ونظرًا لوجود اهتمام كبير حول كيفية تأثير تغير المناخ على التنوع البيولوجي البحري ومياه



إطار: ما هو مسار التركيز التمثيلي؟

مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) عبارة عن أربعة مسارات لتركيز (بدلاً من انبعاث) غازات الدفيئة والتي استخدمتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقرير التقييم الخامس. وتحل مسارات التركيز التمثيلية محل خطوط غازات الدفيئة (مثل A1 وB1)، ويمكن اعتبار RCP8.5 مطابقاً لسيناريو بقاء الأمور على حالها. وتفترض مسارات التركيز التمثيلية الأخرى استقرار تركيز انبعاث غازات الدفيئة في الغلاف الجوي قبل 2100.



ركزت الدراسة على نمذجة المحيطات الإقليمية في ظل تغير المناخ، وهو ما يُعد أمراً ضرورياً لفهم كيف يمكن لتغير المناخ في المستقبل التأثير على مواقع محددة من المحيطات في العالم. وكان التركيز في هذا المشروع الفرعي منصّباً على منطقة الخليج العربي، بحر شبه مغلق عالي الملوحة يقع بين خطي عرض 24 درجة شمالاً و30 درجة شمالاً وتحيط به بيئة شديدة القحولة. ويُظهر قياس الأعماق البحرية وجود مساحات كبيرة من المياه الضحلة (بعمق أقل من 10 متر)، يبلغ أقصى عمق لها ما يقرب من 110 متر بالقرب من المناطق المركزية. وتؤثر رياح الشمال باتجاه الشمال الغربي على مياه الخليج في فصل الشتاء، بينما تسود رياح الشمال باتجاه الجنوب الشرقي خلال فصل الصيف. وتؤثر هذه الرياح على أنماط الدوران في الخليج مما يؤدي إلى وجود مياه مصنفة طبقياً بحسب الموسم.



تشير نماذج نظام الأرض (ESMs)، المستخدمة في تقييمات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، إلى توقع حدوث تغيرات جوهرية في المستقبل في محيطات العالم، وهي تمثل في العادة الأساس للتنبؤ باستجابة واسعة النطاق لارتفاع تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. ويتم استخدام المخرجات الخاصة بنماذج نظام الأرض لتحديد الظروف الأولية والطبقات الحدودية والتدفقات الخارجية في نماذج المحيطات الإقليمية (ROMs)، ونظرًا لتعقيدها، يتم تكوينها عند استبانة مكانية منخفضة نسبياً على بُعد 100 كم تقريباً، كما إنها تفتقر إلى استبانة مكانية كافية لاستيعاب قياس الأعماق البحرية والدوران والامتزاج والخصائص الأخرى بشكل معقد. وبالتالي، فإن نموذج المحيط الإقليمي عالي الاستبانة يُعد عنصراً جوهرياً لاستيعاب على نحو أفضل كيف يُمكن أن تتغير ظروف الخليج العربي في مواقع معينة بسبب تغير المناخ، وتسجيل العمليات والخصائص المحيطية بشكل أكثر واقعية بما في ذلك: أوضاع درجة حرارة سطح البحر وأنماط الدوران وتدفقات المياه العذبة، وتوازن تيارات المحيطات والسماط الطبوغرافية لقاع المحيطات.

في هذا المشروع الفرعي، تم إعداد نموذج المحيط الإقليمي المعتمد للخليج العربي استناداً إلى الظروف الحدودية والبيانات المحلية، ويُستخدم بغرض التنبؤ بتغير المناخ على مدى فترتين مستقبليتين في أواخر القرن 21 – فترتان زمنيّتان مدة كل منها 5 سنوات: 2040–2044 و 2095–2099. ولأغراض إعداد التقارير، فإن الفترة التاريخية من 2000–2004.

افترض أحد السيناريوهات المتعلقة بانبعاثات غازات الدفيئة والتي تمت نمذجتها وجود مسار معتاد لانبعاثات غازات الدفيئة العالمية – مسار التركيز التمثيلي 8.5 (RCP) (انظر الإطار). ويُعتبر هذا المسار أكثر مسارات انبعاثات غازات الدفيئة عدوانية وهو يشبه بشكل كبير المسار الحالي للجنس البشري، وعلى هذا النحو، فإنه يوفر أفضل أساس لاستيعاب الآثار المحتملة لتغير المناخ على الخليج.

تركزت الجهود الرامية إلى نمذجة ارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل على مساهم واحد، ألا وهو مستوى سطح البحر الديناميكي (DSL) – العامل الأصغر من بين العوامل الرئيسية الثلاثة التي تُساهم في ارتفاع مستوى سطح البحر (العاملان الرئيسيان الآخران هما التمدد الحراري العالمي والتعرية الجليدية) – وهو العامل الوحيد الذي يمكن إدماجه بشكل مناسب في نماذج نظام الأرض الحالية.

تم التنبؤ بالعديد من المتغيرات المناخية، بما في ذلك درجة حرارة سطح البحر والملوحة وارتفاع مستوى سطح البحر وديناميات الدوران والاضطرابات وعمليات الامتزاج. وبحلول 2100، تظهر النتائج تغيرات حادة في الخليج مقارنة بالاتجاهات التاريخية، وذلك يرجع إلى تسبب تغير المناخ في تعطل بعض العمليات الرئيسية بشكل متفاوت في مواقع معينة بمنطقة الخليج.

تم استخدام مجموعة فرعية من نموذج نظام الأرض ذو الاستبانة المختلطة الموضوع بواسطة معهد ماكس بلانك للأرصاد الجوية من أجل تعيين الظروف الأولية والطبقات الحدودية والتدفقات الخارجية لنمذجة تغير المناخ الإقليمي في منطقة الخليج العربي. وتم جمع بيانات واسعة النطاق من الأقمار الصناعية وغيرها من المصادر بشأن سمات الخليج مثل درجة الحرارة السطحية وقياس الأعماق البحرية والملوحة والتيارات وغير ذلك. واستخدمت المعلومات الخاصة بهذه المنطقة لتحليل حقول المحيطات بشكل ديناميكي من الاستبانة ذات المقياس الكبير نسبياً الخاصة بنموذج نظام الأرض إلى النطاق الإقليمي ذي المقياس المكاني الدقيق اللازم لقياس مدى آثار تغير المناخ على مياه الخليج.

تُشير الظروف المستقبلية المتوقعة إلى وجود تغييرات كبيرة في درجات الحرارة والملوحة وعمليات الامتزاج وأنماط الدوران في منطقة الخليج العربي، بما في ذلك:

- يُتوقع زيادة درجات حرارة سطح البحر في جميع أنحاء الخليج العربي، من 1 درجة مئوية بحلول منتصف القرن، لتصل إلى 2.8 درجة مئوية في أواخر القرن
- ويُتوقع انخفاض ملوحة سطح البحر وزيادتها على حد سواء، وذلك حسب الموقع بحلول منتصف القرن، ويُلاحظ توزيع غير متساو للملوحة في جميع أنحاء منطقة الخليج العربي، وفي أواخر القرن، ستكون المناطق التي تُظهر انخفاضًا في الملوحة واقعة على طول القناة العميقة من مضيق هرمز إلى العراق، بينما توجد المناطق التي تُظهر زيادات معتدلة في معدل الملوحة على طول جنوب ساحل الإمارات الشمالية لدولة الإمارات العربية المتحدة وفي خليج (دوحة) سلوى الذي يقع غرب دولة قطر
- خلال أشهر الشتاء، عادةً ما تكون الملوحة في الجانب الشرقي من منطقة الخليج أعلى منها في أشهر الصيف.
- يُتوقع ارتفاع مستوى سطح البحر في منطقة الخليج بأسرها - بحلول منتصف القرن، يبلغ ارتفاع مستوى سطح البحر الديناميكي (DSL) أعلى مستوياته في المنطقة الشمالية من الخليج؛ وبحلول أواخر القرن، توجد المناطق التي تُظهر أقل الزيادات في منطقة الخليج المركزية. وتقع المناطق التي تُظهر أعلى الزيادات في مضيق هرمز ودوحة سلوى
- يُتوقع حدوث تغيير في ديناميات الدوران السنوي في منطقتين - المنطقة العميقة الكائنة في المنطقة المركزية، ومنطقة ضحلة تقع على طول ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة.
- يُتوقع حدوث تغييرات موسمية في الاضطرابات عبر منطقة الخليج العربي بأسرها



درجة الحرارة

من المتوقع زيادة درجات حرارة سطح البحر في جميع أنحاء الخليج العربي. وبحلول منتصف القرن، ستُوزع الزيادات البسيطة في درجات الحرارة المقدرة بحوالي 1 درجة مئوية بالتساوي في جميع أنحاء منطقة الخليج. وفي الوقت ذاته، بحلول أواخر القرن، تتمثل المنطقة التي يظهر بها أقل زيادة مقارنة بالظروف الحالية، حوالي

1.7 درجة مئوية. في منطقة الخليج المركزية حيث تتركز معظم الدوامات الصيفية واسعة النطاق المرتبطة بالمياه العذبة لخليج عمان. وتقع المناطق التي تُظهر أكبر زيادات في درجات الحرارة مقارنة بالظروف الحالية، حوالي 2.8 درجة مئوية، في مضيق هرمز وعلى طول الشريط الساحلي للمملكة العربية السعودية وقطر.

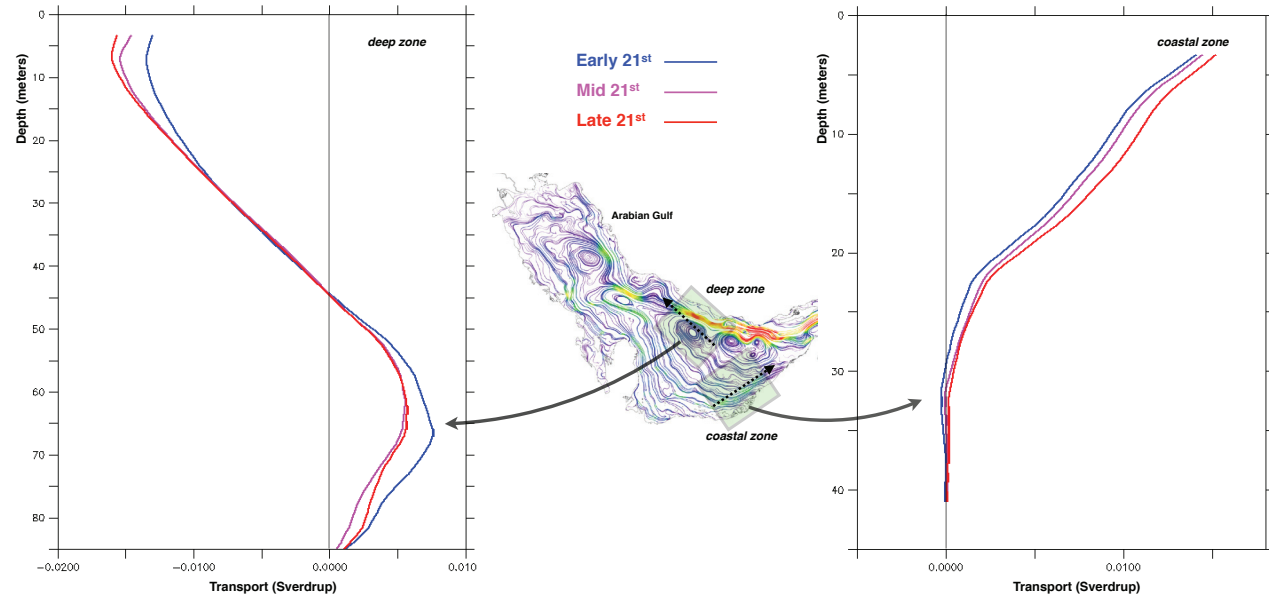




ارتفاع مستوى سطح البحر

بحلول أواخر القرن، توجد المناطق التي تُظهر أقل معدل من الزيادات، حوالي 2.7 سم، في منطقة الخليج المركزية عند مقارنتها بالفترة الأولى. وتقع المناطق التي تُظهر أعلى معدل من الزيادات، بين 4 سم و5 سم، في مضيق هرمز وفي منطقة دوحة سلوى. ويُظهر الجزء الشمالي من الخليج مستوى معتدل من مستوى سطح البحر الديناميكي، ما يقرب من 3 سم أعلى من المستويات السابقة.

من المتوقع ارتفاع مستوى سطح البحر (DSL) في جميع أنحاء منطقة الخليج. وبحلول منتصف القرن، سيصل ارتفاع مستوى سطح البحر الديناميكي إلى أعلى مستوياته في المنطقة الجنوبية من الخليج. ومن الأهمية بمكان ملاحظة أن المقارنات التي تتم على فترات فاصلة تبلغ 50 عامًا ليست حاسمة بوضوح وذلك نظرًا لأن التباين داخل السنوات والتباين فيما بين السنوات والتباين العقدي له نفس الترتيب من حيث الحجم. ومع ذلك،



الشكل 1: متوسط النقل الصافي المناخي في أوائل القرن (اللون الأزرق) وفي منتصف القرن (اللون الوردي) وفي أواخر القرن (اللون الأحمر) على طول اتجاه الدوران الرئيسي. توضح الخريطة الموجودة في منتصف الشكل مواقع المناطق، مع وجود أسهم سوداء متقطعة تشير إلى اتجاه الدوران.



الملوحة

خلال أشهر الشتاء، عادةً ما تكون الملوحة في الجانب الشرقي من منطقة الخليج أعلى منها في أشهر الصيف – على الرغم من أن نسبة الزيادة تقل عن 1 درجة ملوحة عملية خلال جميع الفترات الزمنية. ويرجع ذلك إلى حقيقة أن تدفقات المياه منخفضة الملوحة من بحر العرب تصل دائمًا إلى أعلى مستوياتها خلال أشهر الصيف. وبحلول منتصف القرن، تصل تدفقات المياه العذبة إلى أقصى حد لها لهذا المقطع الرأسي مما يؤدي إلى انخفاض مستويات الملوحة مقارنة بالفترة الأولى. وبحلول أواخر القرن، تسود المياه الأكثر ملوحة وذات الكثافة العالية خلال أشهر فصلي الصيف والشتاء مقارنة بالفترة الحالية.

من المتوقع انخفاض ملوحة سطح البحر وزيادتها على حد سواء، وذلك حسب الموقع. وبحلول منتصف القرن، يلاحظ توزيع غير متساو للملوحة عبر جميع أنحاء منطقة الخليج العربي، مع تزايد المستويات في الغالب على طول ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة وحدوث عذوبة (أي مستويات أقل من الملوحة) على طول القناة الرئيسية لمنطقة الخليج. وبحلول أواخر القرن، تقع المناطق التي تُظهر انخفاضًا في الملوحة، حوالي 0.2 وحدة ملوحة عملية (psu)، على طول القناة العميقة من مضيق هرمز إلى العراق. وتقع المناطق التي تُظهر زيادات معتدلة في معدل الملوحة، حوالي 0.5 وحدة ملوحة عملية، على طول جنوب ساحل الإمارات الشمالية لدولة الإمارات العربية المتحدة. فيما توجد الزيادات الكبيرة في معدل الملوحة، حوالي 1.1 درجة ملوحة عملية، في خليج دوحة سلوى إلى الغرب من دولة قطر. وتنتج هذه التغييرات عن عمليات التخفيف في منطقة الخليج، والتي تدفع تدريجيًا المياه ذات الكثافة العالية خارج النظام على طول القناة العميقة، ولكنها مقيدة بشكل أكبر في مواقع أخرى.



الاضطراب

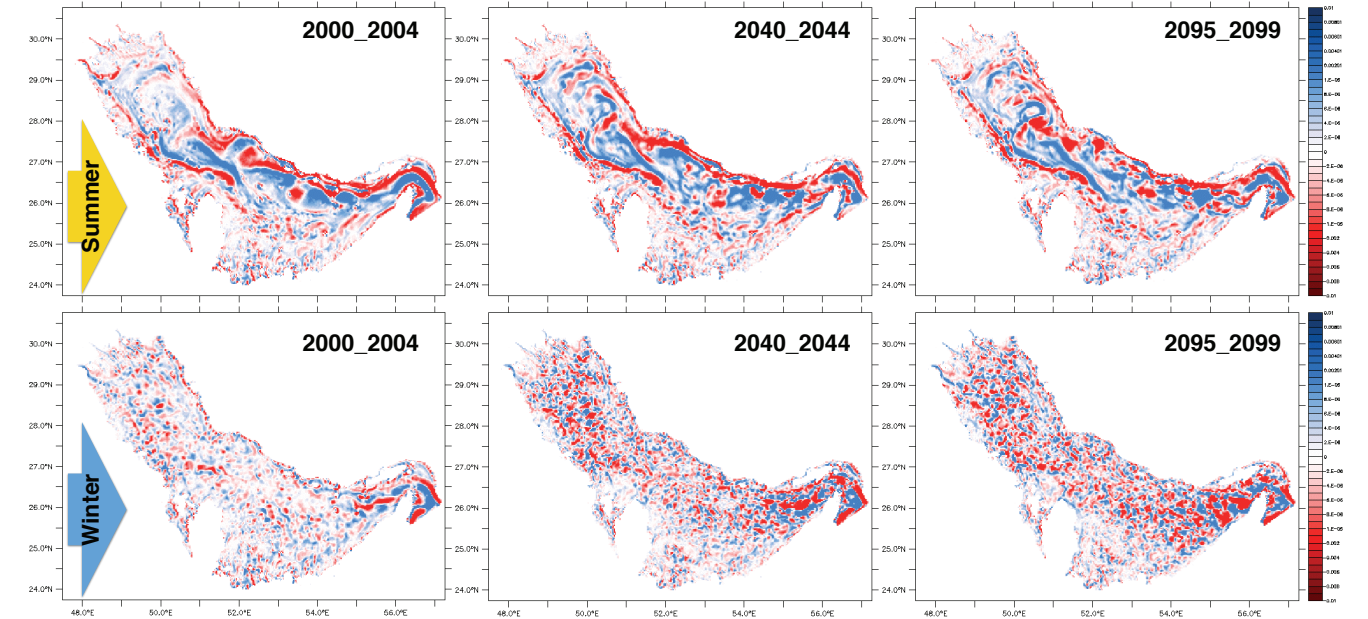
يوضح الشكل 2 التغيرات الموسمية في الاضطرابات عبر الخليج العربي بأكمله. وعادة ما يتم قياس الاضطراب بمقياس سرعة دوران الدوامة ويرتبط بشكل كبير بعملية التصبغ الملحي (salt fingering) وعمليات الامتزاج. تتغير سرعة دوران الدوامة بشكل كبير مع تغير المناخ نظراً لزيادة الطاقة الحركية للانقلاب والانخفاض في متوسط المدة الخاصة بفترة الدوامة صغيرة النطاق. وبحلول منتصف القرن الحالي، ستؤدي مستويات الملوحة المنخفضة على طول الجانب الشرقي من ساحل الخليج، جنباً إلى جنب مع عدم التوازن أثناء الدوران الإعصاري، إلى حدوث تغيرات كبيرة في عمليات الامتزاج. ومع أواخر القرن، توجد زيادة في متوسط مدة الدوامات واسعة النطاق بسبب تدفق مياه بحر العرب منخفضة الملوحة خلال أشهر الصيف. وكذلك، ستظهر مزيد من الدوامات عالية التردد في الشمال نظراً لتأثير الظروف الجوية الأكثر دفئاً على مناطق تكوين المياه الكثيفة.



ديناميات الدوران

بشكل غير متساو، وذلك بحسب الموسم. وعلاوة على ذلك، ثمة زيادة منتظمة في صافي نقل الكتلة في النتائج الخاصة بمنتصف وأواخر القرن وذلك على النحو المشار إليه بالخطوط الوردية والحمراء على التوالي، وتكون هذه الزيادة متواصلة على مدار السنة. والجدير بالذكر أن هناك تبايناً واضحاً بين طرفي صافي نقل الكتلة في القناة (المنطقة العميقة، الجانب الأيسر) وفي المناطق الضحلة (المنطقة الساحلية، الجانب الأيمن).

يوضح الشكل 1 التغيرات في ديناميات الدوران السنوي في منطقة الخليج العربي بالنسبة لمنطقتين - المنطقة العميقة الكائنة في المنطقة المركزية، ومنطقة ضحلة واقعة على طول ساحل الإمارات العربية المتحدة. وعادة ما يتم قياس تغيرات الدوران عن طريق مقياس صافي نقل الكتلة وهي ترتبط بشدة بتغير الملوحة، المحرك الرئيسي لمعظم توازنات الكثافة الداخلية وعمليات الامتزاج في منطقة الخليج. ويحدث صافي نقل الكتلة



الشكل 2: الحركة الدورية في الخليج العربي في مطلع ومنتصف وآخر القرن ٢١. نطاق (١/س) هو نفسه في كافة خطط الحركة الدورية.



المخرجات

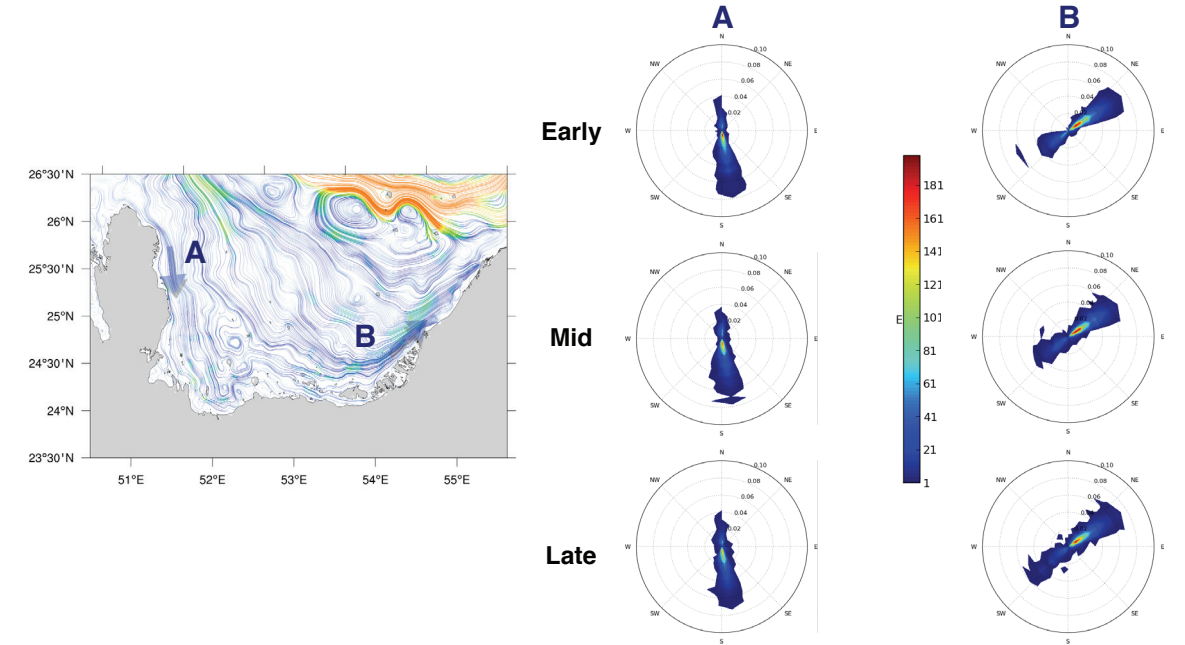
توفر مخرجات الدراسة أساسًا خاصًا بمنطقة الخليج لإجراء التقييمات المخطط لها لاحقاً بشأن مواطن الضعف ضمن برنامج LNRCCP بشأن التنوع البيولوجي البري والموارد المائية والمناطق الساحلية والنظم الاجتماعية والاقتصادية.

وقد تم إنشاء أرشيف كبير للبيانات تقترب مساحته من 20 تيرابايت. ويتم في الوقت الحالي تصميم مستكشف بيانات قائم على شبكة الويب، يحمل اسم مراقب المناخ (Climate Inspector). بغرض تعزيز الوصول إلى البيانات ذات الصلة وإتاحتها. وستسمح هذه الأداة للأشخاص المعنيين بإنشاء خرائط لمجموعة محددة من المواقع محل الاهتمام بسهولة والحصول على بيانات تفصيلية أو موجزة فيما يتعلق بدرجة حرارة سطح البحر والملوحة والدوران والعديد من المتغيرات الأخرى في المستقبل والتي تصف الأوضاع الحالية والمستقبلية في منطقة الخليج العربي.



الآثار التي تحملها أنماط الرياح المستقبلية على التيارات

يوضح الشكل 3 آثار تغير المناخ العالمي التي تسببها أنماط الرياح على التيارات الساحلية في منطقة الخليج وذلك في موقعين بالقرب من قطر والإمارات العربية المتحدة. لا يوجد لأنماط الرياح، في منتصف وأواخر القرن 21، أي آثار كبيرة على التيارات عند مقارنتها بأوائل القرن 21. ويعتبر المخطط القطبي الحالي الموضح خاصًا بالمناطق الضحلة حيث تكون التيارات حساسة للغاية لتغيرات الرياح. وتتسق النتائج المبينة على الشكل 3 مع أنماط انتقال المياه الضحلة التي تمت مناقشتها سابقاً. تلعب الرياح دورًا هامًا في نظام الدوران العام في الخليج العربي. ويعمل الخليج باعتباره



الشكل 3: تيارات ساحلية بالقرب من قطر ("A") والإمارات ("B"). الخريطة على اليسار توضح التيارات المتبقية. والشكل البياني على اليسار يوضح تراكم ترددات التيارات بالقرب من دولتي قطر والإمارات العربية المتحدة، في مطلع ووسط وأخر القرن 21.



ملاحظات:

يستند هذا الملخص التنفيذي إلى التقرير الفني النهائي ، تحت عنوان: "دراسة عددية بشأن التغيرات التي يشهدها الخليج العربي بسبب تغير المناخ . التقرير النهائي للبرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال التغير المناخي لمبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية" من إعداد جوزيه إدسون (الباحث الرئيسي) وإيلانا واينر وبرونو فيريرو من معهد علوم المحيطات بجامعة ساو باولو في البرازيل.

في كثير من الأحيان، يُعبر عن درجة التيقن الواردة في النتائج الرئيسية بشكل نوعي، استناداً إلى الحكم المتخصص للمؤلفين. وحيثما أمكن ذلك، يتم التعبير عن درجة التيقن الواردة في النتائج الرئيسية بشكل احتمالي من حيث الدلالة الإحصائية. وفي النهاية، تستند الثقة في صحة نتائج النمذجة الإقليمية إلى الحكم المتخصص للمؤلفين بعد تقييمهم للاتساق العام للبيانات والأدلة والعوامل الأخرى.



- تدفقات الملوحة بشرية المنشأ في المستقبل. ينبغي تضمين تصريفات المياه ذات الملوحة العالية الناتجة من محطات تحلية المياه في ديناميات النموذج. وقد يكون لهذه المحطات أثراً واضحاً على دوران AG، إذا تم اعتبارها مصادر للملح تنمو بما يتوافق مع النمو الاقتصادي المتوقع.

- ظاهرة واسعة النطاق. يمكن مراعاة العوامل التي تقع خارج الخليج العربي القريب. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يحدث المحيط الهندي ثنائي القطب تأثيرات هامة في منطقة الخليج، والتي لم يتم تضمينها في الدراسة الحالية. ونظراً لنطاقاته المكانية والزمانية الأوسع، يُعد هذا من الموضوعات البحثية التي يمكن دراستها بشكل مباشر ضمن نماذج CMIP5.

- تحديّات النماذج. أكدت مخرجات المشروع الفرعي الخاص بنمذجة المحيطات الإقليمية على أنه من المرجح للغاية حدوث تغيرات كبيرة في مياه الخليج العربي بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري. وسيكون من الأهمية بمكان تحديث إطار النمذجة الإقليمية بحيث يستوعب التحسينات المستقبلية في قدرات النمذجة الخاصة بنماذج نظام الأرض للجيل القادم. ومن شأن ذلك المساعدة في تسليط مزيد من الضوء على القضايا الهامة في منطقة الخليج، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، حيث بإمكان نماذج الجيل الجديد هذه دمج العوامل الرئيسية الأخرى التي تساهم في ارتفاع مستوى سطح البحر على صعيد العالم.



الملخص والاتجاهات المستقبلية

جرى تحديد العديد من مجالات البحوث المستقبلية ومن الممكن العمل عليها بشكل مباشر من خلال مجموعات البيانات الخاصة بالمحيط التي وفرتها الدراسة. وتتضمن هذه المجالات:

- **معالجة عدم التيقن.** تعتبر النمذجة العددية للمحيطات أداة تكميلية للملاحظات الميدانية والمعرفة النظرية الخاصة بمنطقة معينة. ومع ذلك، تثير النمذجة تساؤلات هامة حول فواصل الثقة ومستويات عدم التيقن المرتبطة بالمخرجات. وقد أسفرت الدراسة البحثية على مدار السنة الحالية عن بعض الرؤى الرئيسية حول الظروف المستقبلية في الخليج فيما أبانت موضوعات بحثية مهمة لمعالجة أوجه عدم التيقن المتأصلة المعنية.

- **اقتران المحيط والغلاف الجوي الإقليمي.** نظراً لتنفيذ المشاريع الفرعية الخاصة بنمذجة الغلاف الجوي الإقليمي والمحيط الإقليمي في وقت واحد، فقد تم بذل بعض المحاولات لإجراء الاقتران في اتجاه واحد. وبسبب تعقيد إطار العمل هذا وتوقيته، لا يمكن اعتبار سوى مجموعة محدودة من النتائج. وقد تستفيد البحوث المستقبلية من الاقتران المباشر للنماذج سواء كان في الاقتران الديناميكي أو الاقتران في اتجاه واحد.

يقدم المشروع الفرعي الخاص بنمذجة الخليج العربي رؤى حول التغيرات الرئيسية التي تطرأ على ظروف الخليج العربي بفعل تغير المناخ. وقد تألفت عملية النمذجة من عدد من المراحل الرئيسية، بدءاً من اختيار نموذج MPI-MR باعتباره نموذج نظام الأرض ESM الذي يعرض أفضل تناسب مع الظروف التاريخية في منطقة الخليج خلال الفترة 1950-2005، وبالتالي الأكثر ملائمة لتوفير مجالات القوة المحيطية.

تم تحليل مخرجات MPI-MR بشكل ديناميكي إلى نموذج محيط إقليمي عالي الاستبانة، والذي سجل بشكل كاف الخصائص المحلية الفريدة على مدى فترة تاريخية. بعد ذلك، تم استخدام النموذج الإقليمي المعتمد لتوقع الظروف المستقبلية في الخليج بالاتساق مع مسار عالمي معتاد الانبعاث غازات الدفيئة. وطُبق نموذج المحيط الإقليمي باستبانة مكانية تصل إلى 2.8 كم وبعده 20 مستوى من مستويات الاستبانة الرأسية. وتؤكد توقعات النموذج، على مدى شريحتين زمنيةتين حتى 2100 تقريباً، على أن ظروف الخليج ستتغير بشكل كبير عن الظروف التاريخية وذلك فيما يتعلق بدرجة الحرارة والملوحة والدوران وعمليات الامتزاج.



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-أبوظبي (EAD) على الصعيد المحلي، وبواسطة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) على الصعيدين الإقليمي والدولي.

لمزيد من المعلومات، يُرجى زيارة www.agedi.org

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 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



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

AGEDI.org

LNRClimatChange@ead.ae

