

التقييم المنهجي لآثار المناخ: محلي، إتحادي، وإقليمي

التنوع البيولوجي البحري وتغير المناخ

الملخص
التنفيذي

Atmospheric
Modelling

Arabian Gulf
Modelling

Marine Biodiversity &
Climate Change

Marine
Ecosystems

Transboundary
Groundwater

Water Resource
Management

Al Ain Water
Resources

Coastal Vulnerability
Index

Desalinated
Water Supply

Food Security

Public Health Benefits
of GHG Mitigation

Sea Level Rise

مؤلفو هذا التقرير هم وليام دبليو إل تشيونغ (الباحث الرئيسي)، وفيكي لام، وغابرييل ريغونديو، وليديا تيه، وكوليت وابنيتز، ودلال عبد الرزاق، وميريام خلف الله، ودنغ بالوماريس، وديرك زيلر، ودانيال بولي

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 أى ضمان، سواء كان صريحاً أو ضمنياً، أو تتحمل أى التزام قانونى أو مسؤولية فيما يتعلق بدقة المعلومات المنصوص عليها فى هذا التقرير أو اكتمالها أو جدواها. ولا تعبر وجهات نظر المؤلفين أو آرائهم الواردة فى هذا التقرير بالضرورة عن تلكم الآراء ووجهات النظر التى تبناها هيئة البيئة أو مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية.

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

الناشر: مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية 2016.

الاقتباس المقترح: مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية (AGEDI). 2016. الملخص التنفيذى بشأن التنوع البيولوجى البحرى الإقليمى وتغير المناخ. البرنامج المحلى والوطنى والإقليمى فى مجال التغير المناخى (LNRCCP). / CCRG UBC / وحدة أبحاث تغير المحيط / البحر من حولنا.

تعمل هيئة البيئة - أبوظبى مع مبادرة أبوظبى العالمية للبيانات البيئية (أجيدى) على الترويج لأفضل الممارسات العالمية فى مجال البيئة، والتي يتم تطبيقها أيضاً فى نشاطات الهيئة والمبادرة. تم طباعة هذا الإصدار على ورق قابل للتحلل الحيوى، إذ تهدف سياساتنا الخاصة بالتوزيع إلى تقليل بصمتنا البيئية.



قدّم العديد من الأفراد الدعم والتوجيه والمساهمة فائقة القيمة في مشروع التنوع البيولوجي البحري وتغير المناخ. ويرغب المؤلفون في التعبير عن بالغ تقديرهم وعميق امتنانهم فيما يتعلق بالمراجعة التي أجروها، وذلك من خلال تقديم التعليقات والتعقيبات والبيانات بغرض عرض العديد من المخرجات ضمن عملية المشروع، ونخص بالذكر:

السيد / عبد الرحمن عبد الله، بلدية دبي
دكتور / إبراهيم عبد القادر، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
السيد / إدوين جراندكورت، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
دكتور / فارهاد كايماران، هيئة بحوث المصايد الإيرانية
دكتور / فريدريك لوني، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
دكتور / فريد هيلم كروب، متحف الطبيعة والعلوم في قطر
دكتور / هيمناسو داس، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
دكتور / جون بيرت، جامعة نيويورك (NYU)
السيدة / مارينا أنطونوبولو، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة
السيدة / نسرين الزحلاوي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
دكتور / نيكولاس بيلشر، مؤسسة الأبحاث البحرية
السيد / عبيد الشامسي، وزارة التغير المناخي والبيئة (MOCCA)
السيد / أوليفر كير، جمعية الإمارات للحياة الفطرية (EWS) – الصندوق العالمي لصون الطبيعة
دكتور / ريم جبادو، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
دكتور / روبرت بالدوين، شركة المحيطات الخمسة للخدمات البيئية ذ.م.م
دكتور / سيمون ويلسون، شركة المحيطات الخمسة للخدمات البيئية ذ.م.م
السيد / ونستون جيمس كوي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)

ونعرب أيضًا عن امتناننا 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: أحمد الهاشمي، وزارة التغير المناخي والبيئة؛ هيفاء رمضان من معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا (MIST)، الفريق البحري التابع لهيئة البيئة – أبوظبي (EAD)؛ دكتور / حسن عوض، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (ROPME)؛ حسينة علي، وزارة التغير المناخي والبيئة؛ حمود عبدالله ناصر، جامعة البحرين؛ دكتور / جد براون، جامعة قطر؛ كاثلين راسيل، مركز المهرة للغوص؛ مانيا روسو، جمعية الإمارات للحياة الفطرية – الصندوق العالمي لصون الطبيعة؛ ماريا كورديرو، هيئة البيئة – أبوظبي؛ محمد الطيب، بلدية دبي؛ ناوكو كوبو، وزارة التغير المناخي والبيئة؛ باولا فيريرا، جمعية الإمارات للحياة الفطرية – الصندوق العالمي لصون الطبيعة؛ بولا أنطون، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة؛ ريم المهيري، وزارة التغير المناخي والبيئة؛ سعاد الحارثي، جمعية البيئة العُمانية.

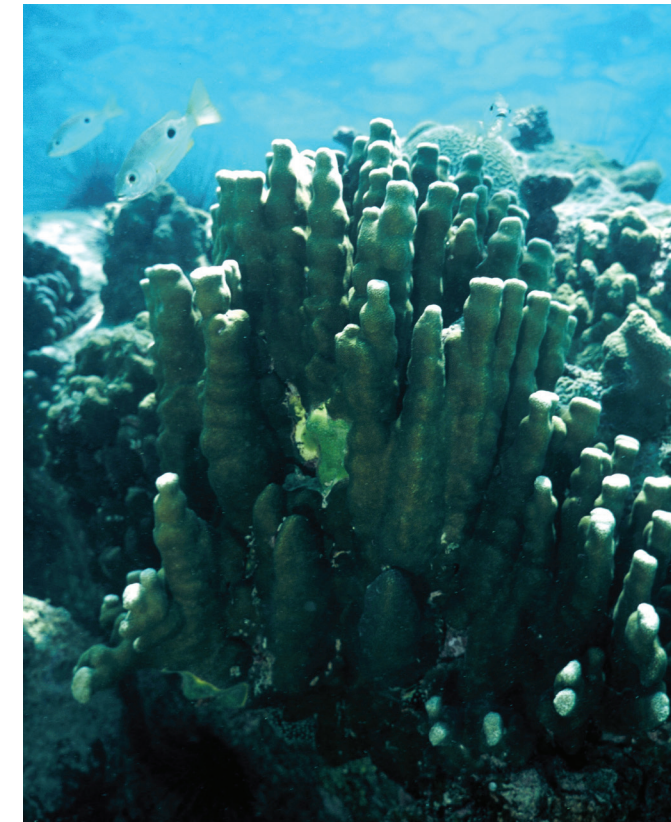


يتضمن وجهات نظر ما يزيد عن 100 من الشركاء المحليين والوطنيين والإقليميين فيما يتعلق بصياغة ٢٠٠٠ دراسة بحثية عبر 5 موضوعات استراتيجية. وتهدف دراسة "التنوع البيولوجي البحري وتغير المناخ" التي تُجرى ضمن هذا البرنامج إلى تقييم الآثار المحتملة لظاهرة تغير المناخ وقابلية تعرض التنوع البيولوجي البحري ومصائد الأسماك في الخليج العربي لهذه الظاهرة.

في أكتوبر 2013، أطلقت مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (AGED) 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 (أبوظبيي) والوطني (دولة الإمارات العربية المتحدة) والإقليمي (شبه الجزيرة العربية). وكان تصميم البرنامج موجهاً بواسطة الشركاء، إذ



(2011). وبالتالي، فإن الخليج يُعد منطقة فقيرة نسبياً من حيث الأنواع (جونز وآخرون 1978؛ غراي 2002؛ كولز 2003؛ زولغارنين وآخرون 2010)، بالمقارنة مع المحيط الهندي المفتوح على الأقل (كولز 2003). ومع ذلك، باعتباره جزء من إقليم المحيط الهندي الغربي من المنطقة البيئية في المحيط الهادئ الغربي والهندي (سبالدينج وآخرون 2007)، والتي تستضيف تجمعا متميزاً للغاية من الأنواع (على سبيل المثال، يعتبر 14.2٪ من الأسماك الموجودة في المحيط الهندي الغربي من الأنواع المتوطنة؛ بريغز وبوين 2011)، يعتبر الخليج منطقة ذات قيمة من الناحية البيولوجية (انظر أولسون ودينرشتاين 1998).



لا يتعرض التنوع البيولوجي البحري وصحة النظام البيئي ومصائد الأسماك في الوقت الحالي للخطر بسبب الصيد الجائر فحسب، ولكن أيضاً بسبب التلوث والآثار البشرية الأخرى (بيتشر وتشيونغ 2013).

تضع ظاهرة تغير المناخ تحدياً جديداً أمام قدرتنا على وضع خطط إدارة وصيانة مستدامة للحفاظ على خدمات النظم البيئية، إذ أنها بدأت في تغيير ظروف المحيطات، وعلى وجه الخصوص فيما يتعلق بدرجة حرارة المياه والعديد من الجوانب المتنوعة للكيمياء الجغرافية البيولوجية للمحيطات (جاتوسو وآخرون 2015). ويستجيب التنوع البيولوجي البحري لدرجات الحرارة المتغيرة وظروف المحيطات الأخرى من خلال التغيرات في فسيولوجيا الكائنات الحية والفيولوجيا، فضلاً عن ديناميات المجموعات السكانية وتوزيعها (بولي 2010؛ بولوكزانسكا وآخرون 2013؛ بورنتر وآخرون 2014). أشارت التوقعات إلى أن هذه الاستجابات للتغيرات التي تطرأ على المحيطات والغلاف الجوي تؤدي إلى أنماط متغيرة من وفرة الأنواع (تشيونغ وآخرون 2009؛ جونز وتشيونغ 2015)، وتغيرات في البنية المجتمعية (ماكنيل وآخرون 2010)، ووظائف النظم البيئية (بيتشي وآخرون 1999)، وتغيرات تبعية في السلع والخدمات البحرية (تشيونغ وآخرون 2010؛ سومايلا وآخرون 2011؛ مادين وآخرون 2012).

نظراً للخصائص الفريدة الموجودة في منطقة الخليج العربي – وبخاصة الظروف البيئية القاسية ومجموعة الاضطرابات البشرية الكبيرة التي تتعرض لها والحساسية العالية لما يعيش فيها من كائنات حية تجاه التقلبات البيئية حيث تكون الأنواع قريبة من حدودها البيئية (تشيونغ وآخرون 2009؛ بوكانان وآخرون 2015) – يكون لتغير المناخ آثار كبيرة على النظم البيئية البحرية ومصايد الأسماك بها.

تؤدي درجات الحرارة الموسمية القاسية وتقلبات الملوحة المحددة للأنواع التي تتمتع بقدرة عالية على تحمل هذه التغيرات قصيرة المدى أو التكيف معها (على سبيل المثال، كما يتضح من خلال بعض الشعاب المرجانية؛ انظر كينسمان 1964) إلى إنشاء "حاجز إقليمي" للأنواع المتوطنة قصيرة المدى (بريغز 1974؛ بيرت وآخرون

في الوقت الحالي، تتأثر النظم البيئية البحرية في الخليج العربي بمجموعة متنوعة من الأنشطة البشرية، بما في ذلك التلوث بالمواد الهيدروكربونية ومياه الصرف الصحي وتحلية مياه البحر والتنمية الساحلية والصيد الجائر (شيبارد وآخرون 2010؛ سيل وآخرون 2011؛ بيرت 2014؛ ناصر 2014؛ الحكيم والشوربجي 2015).

نجمت انخفاضات إضافية بسبب الزيادة الحاصلة في درجة حرارة سطح البحر (SST) (على سبيل المثال، بيرت وآخرون 2013)، حيث سُجلت تغيرات بمعدل 0.57+ درجة مئوية بين عامي 1950 و2010 (شيرفاني وآخرون 2014). وتتضمن الآثار الأخرى لتغير المناخ والتي ستؤثر على منطقة الخليج العربي تحمض المحيطات وانخفاض محتوى الأوكسجين وارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة التعرض للأشعة فوق البنفسجية وربما زيادة الظواهر الجوية القاسية. ومن المتوقع أن تؤثر هذه التغيرات على الكائنات البحرية وسلع وخدمات النظام البيئي المرتبطة بها والتي نحصل عليها من هذه الكائنات، مثل مصائد الأسماك.

على الرغم من إظهار العديد من الكائنات البحرية الموجودة في منطقة الخليج العربي قوة تحمل عالية للحرارة مقارنة بالمجموعات الموجودة في أجزاء أخرى من العالم (شيبارد 2003؛ ريجل وآخرون 2012؛ هيوم وآخرون 2015؛ هيوم وآخرون 2016)، أثر ارتفاع درجات الحرارة بالفعل على بعض الأنواع البحرية الأكثر عرضة للخطر في المنطقة (شيبارد وآخرون 2010).

على سبيل المثال، تعرضت الشعب المرجانية إلى اضطرابات كبيرة (بينتو وآخرون 2016)، بما في ذلك درجات حرارة مياه تتراوح بين 35 و37 درجة مئوية خمس مرات على الأقل منذ أواخر التسعينيات، مما يؤدي إلى ابيضاض الشعاب المرجانية على نطاق واسع (كولز وريجل 2013) إلى جانب خسائر كبيرة في الغطاء المرجاني (غريزل وآخرون 2016) وفي 1996 و1998، ارتفعت درجة حرارة سطح البحر خلال فصل الصيف من 1.5 إلى 2.5 درجة مئوية زيادة على المعدل الطبيعي، مع تجاوز درجات الحرارة 36 درجة مئوية لمدة 3 أسابيع. وقد تمت تقريباً إزالة مجموعات من مرجان قرن الأيل "Acropora sp" من على 40 من الحيدود البحرية

المرجانية على طول ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة بحلول عام 1999 (جورج وجون 2000؛ ريجل 2002؛ شيبارد ولوجلاند 2002). وبشكل عام، اختفى حوالي 70٪ من الحيدود البحرية المرجانية في منطقة الخليج بشكل أساسي في غضون بضعة عقود (شيبارد 2016) وارتبط هذا بحدوث انخفاض كبير في وفرة الأنواع السمكية. وبينما يُتوقع حدوث انخفاضات كبيرة في الأنواع الحساسة للإجهاد مع زيادة درجات الحرارة، تشير النتائج التي توصلت إليها العديد من الدراسات طويلة المدى التي تبحث في هيكل مجتمعات الكائنات القاعية عبر المنطقة إلى أن المجتمعات المرجانية قد تستمر ضمن بيئة مستقبلية مضطربة على نحو متزايد، وإن كان ذلك في تكوين أكثر بساطة من الناحية الهيكلية (بيرت وآخرون 2008؛ ريجل وآخرون 2012؛ بينتو وآخرون 2016).



الأنواع ذات الأولوية

انصب تركيز الجهود على مجموعة من الأنواع ذات الأولوية، على النحو المحدد بواسطة الشركاء، والمستقى من خلال توافر البيانات.

وشمل هذا وضع قائمة بالأنواع التي يلزم لأجلها الحصول على سجلات البيانات لإجراء نمذجة لاحقة. وتم استخدام نهج استشاري وبموجبه: (1) تم الحصول على تعقيبات من المتخصصين المحليين فيما يتعلق بالأنواع ذات الأولوية؛ و(2) تم دراسة الكتابات الموجودة والتقييمات المنشورة عن تلك الأنواع؛ و(3) تم التحقق من توافر جميع سجلات الظهور الأخرى المتاحة محلياً ودولياً. ونتيجة لهذه العملية، تم اختيار ما مجموعه 55 نوعاً من الأنواع ذات الأولوية بما يشمل أنواع الأسماك التجارية الأكثر أهمية (47) والأنواع الكاريزمية (5) وأنواع الأعشاب البحرية (3). ومن الجدير بالملاحظة أن هذا يمثل مجموعة فرعية صغيرة من آلاف أنواع الأسماك الموجودة في الخليج. ويعرض الجدول 1 قائمة بالأنواع ذات الأولوية التي تم مراعاتها في هذه الدراسة.

الشكل 1: منطقة الدراسة بالخليج العربي



يتمثل الهدف العام من هذه الدراسة في تقديم تقييم شامل لقابلية التعرض المحتملة للتنوع البيولوجي البحري ومصائد الأسماك في الخليج العربي للخطر الناجم عن تغير المناخ.

تتضمن هذه الدراسة ثلاثة أنشطة رئيسية. (1) تقييم حالة واتجاهات التنوع البيولوجي ومصائد الأسماك في الخليج العربي باستخدام البيانات المتاحة محلياً ودولياً؛ (2) تطبيق منهجيات لنمذجة المحاكاة من أجل تقييم آثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي البحري ومصائد الأسماك المحددة والتي تعتبر من الأنواع ذات الأولوية في المنطقة؛ (3) استكشاف النتائج المترتبة على هذه الآثار بالنسبة لسياسات إدارة الحماية ومصائد الأسماك في المنطقة.

منطقة الدراسة

كان تركيز الدراسة منصّباً على منطقة الخليج العربي.

من الناحية البيئية، تُعد منطقة الخليج بحرًا ضحلاً شبه مغلق نسبياً بعمق يتراوح من 10 مم إلى 93 مم، بمتوسط 36 م، وطوله 990 كم، وبعرض يتراوح من 56 و370 كم، وإجمالي مساحة سطح يبلغ 239,000 كيلومتر مربع (انظر الشكل 1). ويوجد بالمنطقة جرف مدرج معتدل الانحدار يتخلله العديد من الجزر التي تشكلت باعتبارها جزء من سبحة مكثفة (أي مسطح ملحي، انظر الفراج 2005). ترتفع الإنتاجية الأولية في أوقات معينة من السنة، مع زيادة معدل الانحدار في وفرة أنواع العوالق النباتية والكتلة الحيوية من منطقة شط العرب (حيث انخفاض تنوع الأنواع وارتفاع الكتلة الحيوية والإنتاج) إلى الكويت وخليج عمان ومضيق هرمز (حيث ارتفاع تنوع الأنواع وانخفاض الكتلة الحيوية والإنتاج؛ انظر سوبا راو واليماني 1998).

توافر البيانات البيئية

تم استخلاص بيانات التنوع البيولوجي البحري والتوزيع والبيانات البيولوجية لمنطقة الخليج من FishBase (www.fishbase.org) وSeaLifeBase (www.sealifebase.org) بعد إثراء قواعد البيانات هذه بالبيانات المحلية من الشركاء.

على وجه التحديد، تم إجراء تحديثات فيما يتعلق بتغطية جميع جوانب بيولوجيا الأنواع التي تشكل نُظمها البيئية، مع التركيز على الأنواع الخمسة والخمسين ذات الأولوية، استناداً إلى تعقيبات الشركاء. وتم الحصول على البيانات البيئية الأخرى من مجموعة متنوعة من المصادر. وتم الحصول على بيانات وجود / ظهور الأنواع من نظام الجغرافيا البيولوجية للمحيطات (OBIS, <http://www.iobis.org>). تم الوصول إليه في عام 2015) ومرفق معلومات التنوع البيولوجي العالمي (GBIF, <http://www.gbif.org>). وقد تمت إزالة جميع النقاط التي تُعتبر خاطئة استناداً إلى التفضيلات البيئية والحدود الجغرافية المعروفة.

عمليات إعادة هيكلة الصيد في مصائد الأسماك

عمليات إعادة هيكلة الصيد في مصائد الأسماك بالنسبة لكل دولة في منطقة الخليج من 1950 إلى 2010.

قدمت عمليات إعادة الهيكلة هذه تقديرات لجميع قطاعات ومكونات مصائد الأسماك حسب الدولة. وتم تطبيق منهجية مفصلة لتصوير تقديرات الصيد على مستوى الدولة، كما هو موضح في التقرير الفني النهائي. وتمثل عمليات إعادة هيكلة الصيد هذه نقطة بدء أساسية لنمذجة آثار تغير المناخ على مصائد الأسماك التجارية.

توقعات تغير المناخ

يتضمن تقييم مواطن الضعف معلومات خاصة بالظروف الحالية والمستقبلية في مياه الخليج.

بالنسبة للظروف الحالية في الخليج، تم جمع المعلومات البيئية المعروفة بالتأثير على توزيع الأنواع البحرية على مقياس شبكي عالمي، بما في ذلك درجة حرارة سطح/ قاع البحر والملوحة وتركيز المغذيات من أطلس محيطات العالم (World Ocean Atlas). وفيما يتعلق بظروف الخليج في ظل تغير المناخ، تم استخدام مُخرجات المشروع الفرعي لنمذجة المحيطات الإقليمية ببرنامج LNRCCP للفترات الحالية (2000 – 2020) والمستقبلية (2080 – 2100) (إدسون وآخرون 2015) استناداً إلى مسار التركيز التمثيلي 8.5 (RCP) الذي يعكس سيناريو انبعاثات الغازات الدفيئة العالية (أو بقاء الأمور على حالها).

الإطار الخاص بنمذجة آثار تغير المناخ

تمت نمذجة التوزيعات الحالية والمستقبلية للأنواع البحرية الخمسة والخمسين ذات الأولوية باستخدام نهج الأنماط البيئية.

يُحدد هذا الأسلوب كمية التفضيلات البيئية للأنواع البحرية ويتوقع توزيعها المحتمل وفقاً للظروف البيئية الحالية والمستقبلية. وقد تم تحديد كمية النمط البيئي لكل نوع باستخدام ثلاثة نماذج منفصلة: نموذج النمط البيئي الاحتمالي اللامعلمي (NPPEN) (بيوجراند وآخرون 2011) ونموذج التحليل والتنبؤ بالمناخ البيولوجي (BIOCLIM) (بوسبي 1991) ونموذج تحليل عامل النمط البيئي (ENFA) (هزرل وأرليتاز 2003). ومن التقدير الكمي للتغيرات المتوقعة في التوزيعات استناداً إلى هذه النماذج، تم تقييم آثار تغير المناخ عن طريق استخدام أربعة مؤشرات: معدل غزو الأنواع ومعدل انقراض الأنواع المحلية وإجمالي ملاءمة الموائل. ويُعتبر استخدام ثلاثة نماذج بدلاً من الاعتماد على نموذج واحد وسيلة لحصر عدم اليقين في النتائج.

3. أثر تغير المناخ على أنواع الأسماك التجارية

أجزاء من وسط الخليج العربي. وستؤدي الآثار المناخية على الظروف البيئية المحلية والإقليمية إلى أن تكون الغالبية العظمى من جنوب الخليج منطقة من المحتمل أن تكون غير مناسبة للأنواع التي تُشكل التنوع البيولوجي الحالي. وفي المستقبل، يُرجح ألا يظهر في هذه المنطقة سوى الأنواع ذات القدرة العالية على التكيف وخاصة فيما يتعلق بدرجة الحرارة. وتزيد الملاءمة المتوقعة للموائل في الجزء الشمالي من الخليج ويحتمل أن توفر الملجأ الوحيد للحيوانات في المنطقة.

نظراً لكون معظم أنواع الأسماك الموجودة في الخليج إما أنها متخيفة للغاية أو على حافة النطاقات البيئية، فمن المرجح أن تكون حساسيتها لأي اضطراب في البيئة أو الموائل عالية.

وبالتالي، فليس من المستغرب ارتفاع التوقعات بانقراض أنواع محلية بسبب التغير في درجة الحرارة. وأظهرت نتائج النموذج أنه في ظل تغير المناخ ستتحول نطاقات الأنواع نحو القطب، من الجزء الشرقي من الخليج إلى سواحل العراق وإيران. بحلول 2090. ونظراً لكون توسع/ نطاق الأنواع شمالاً محدوداً بالأرض، فإن مجال هذه الأنواع اللازم للتكيف مع ارتفاع درجات الحرارة من خلال التحول نحو نطاق القطب يعتبر محدوداً. وسيعمل تأثير طريق مسدود (cul-de-sac) كهذا على زيادة المعدل العام لانقراض الأنواع المحلية في الخليج ويُتوقع حدوث مثل هذا في البحار الأخرى شبه المغلقة مثل البحر الأبيض المتوسط (بن ريس لاسرم وآخرون 2010).



بالنسبة لكل نوع من أنواع الأسماك السبعة والأربعين ذات الأولوية، تمت نمذجة معدل غزو الأنواع ومعدل انقراض الأنواع المحلية ومجمل ملاءمة الموائل في ظل تغير المناخ باستخدام نماذج NPPEN و ENFA و BIOCLIM.

وبالتالي، تم وضع عدد كبير من الخرائط التي تتوفر نتائجها التفصيلية في ملحقات التقرير الفني النهائي. ويمكن الوصول إلى قواعد البيانات المختلفة المستخدمة في إعداد الخرائط فضلاً عن توفر الخرائط ذاتها عبر الإنترنت من خلال الموقع الإلكتروني المعني بمراقبة التنوع البيولوجي البحري وتغير المناخ (www.ccr-group.org/marinebiodiversity).

من المتوقع أن يكون لتغير المناخ آثار سلبية كبيرة على مصائد الأسماك التجارية في الخليج.

ويتضح هذا في الشكل 2 الذي يبين آثار تغير المناخ على وفرة الأنواع (يساراً) وملاءمة الموائل (يميناً) لمجموعة الأنواع السبعة والأربعين ذات الأولوية حسبما تم استخراجها من أطر النمذجة الثلاثة. وتتوقع النماذج ارتفاع معدل الانقراض المحلي (المناطق باللون الأحمر) في منطقة الخليج العربي بحلول 2090 مقارنةً بعام 2010 وفقاً لسيناريو RCP 8.5. ومن الناحية المكانية، يُعتبر الانقراض المحلي هو الأعلى في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الخليج العربي، بعيداً عن سواحل المملكة العربية السعودية وقطر والإمارات العربية المتحدة. وفي المقابل، يقتصر غزو الأنواع (المناطق باللون الأزرق) على مناطق صغيرة في الجزء الشمالي من منطقة الخليج العربي، بعيداً عن سواحل الكويت وشمال إيران. وثمة توافق عام بشأن هذه الاستنتاجات في نتائج جميع النماذج الثلاثة.

قد يتسبب تغير المناخ في جعل معظم مناطق جنوب الخليج غير صالحة للأنواع التي تُشكل التنوع البيولوجي الحالي.

المستقبل، يُرجح ألا يظهر في هذه المنطقة سوى الأنواع ذات القدرة العالية على التكيف وخاصة فيما يتعلق بدرجة الحرارة. ومع ذلك، يبدو التباين في التوقعات بين النماذج جلياً بالنسبة

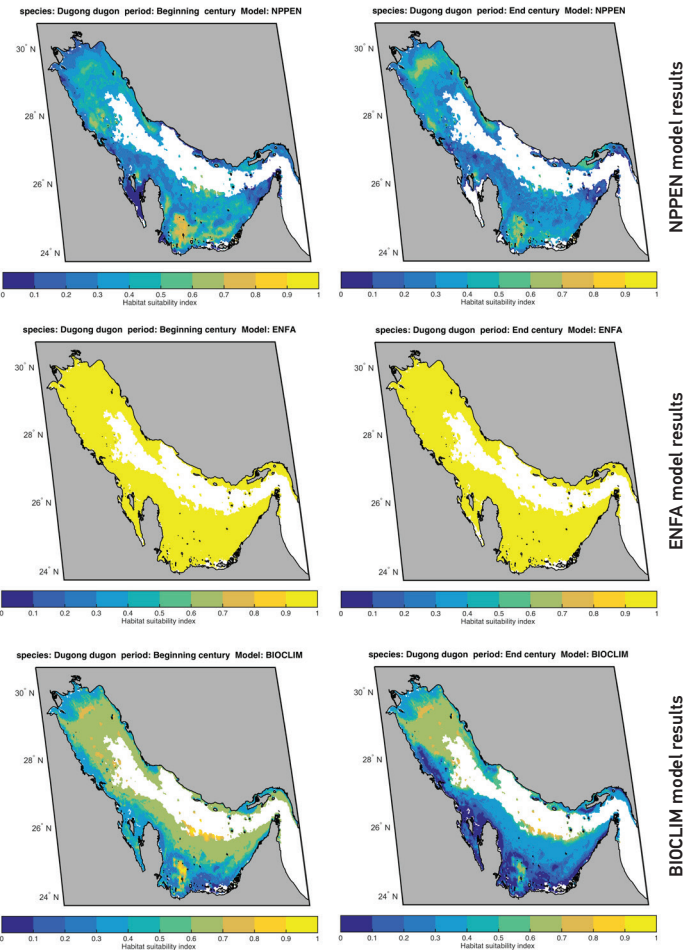
الجدول 1: منطقة الدراسة بالخليج العربي

#	Species	الاسم
1	<i>Acanthopagrus bifasciatus</i>	سمك الفسكر (بنت النواخذة)
2	<i>Acanthopagrus latus</i>	سمك الأسبور
3	<i>Argyrops spinifer</i>	المرجان
4	<i>Auxis rochei</i>	سمكة البلاميطة (التونة السهمية)
5	<i>Caranx ignobilis</i>	شيم مُتصلّب
6	<i>Carcharhinus sorrah</i>	قرش ذو ذيل مُبَقَّع
7	<i>Chanos chanos</i>	سمك اللبن
8	<i>Chiloscyllium griseum</i>	قِرش-قُدذ رمادي
9	<i>Chirocentrus nudus</i>	رنكة تُلعب أبيض الأجنحة
10	<i>Coryphaena hippurus</i>	سمك الدلفين الشائع
11	<i>Epinephelus coioides</i>	لُوز مُبَقَّع برتقالي
12	<i>Gerres oyena</i>	سمك البدح
13	<i>Gnathanodon speciosus</i>	ربيب
14	<i>Leiognathus equulus</i>	لجيج
15	<i>Lethrinus lentjan</i>	شعري بقشينه
16	<i>Lethrinus nebulosus</i>	إمبراطور مُبَرِّق
17	<i>Liza klunzingeri</i>	سمك البياح
18	<i>Lutjanus johnii</i>	عصموديّ جونس
19	<i>Metapenaeus monoceros</i>	الجمبري/الريبيان الخشن
20	<i>Moolgarda seheli</i>	بوري ذو بُقعة زرقاء
21	<i>Nemipterus japonicus</i>	أبرميس زعانف شليكية ياباني
22	<i>Netuma thalassina</i>	السلور العملاق
23	<i>Otolithes ruber</i>	النوبيبي
24	<i>Pampus argenteus</i>	زبيدي
25	<i>Parastromateus niger</i>	حلوايوه
26	<i>Pelates quadrilineatus</i>	زمرور
27	<i>Penaeus semisulcatus</i>	الريبيان

28	<i>Pennahia anea</i>	شُفْشُف كبير العينين أو نحيف رمادي
29	<i>Platycephalus indicus</i>	وحرة
30	<i>Pomadasys kaakan</i>	النقرور
31	<i>Pomadasys stridens</i>	الخشرم
32	<i>Portunus segnis</i>	السرطان الأزرق السابح
33	<i>Psettodes erumei</i>	الهلبوت الهندي
34	<i>Rachycentron canadum</i>	الكوبيا
35	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	باغة
36	<i>Rhabdosargus haffara</i>	قرقفان
37	<i>Sardinella longiceps</i>	السردين الهندي
38	<i>Scolopsis taeniata</i>	بزيمي (أم اللبن)
39	<i>Scomberomorus commerson</i>	الخنعد
40	<i>Scomberomorus guttatus</i>	الأسقمري الملكي
41	<i>Scomberomorus lineolatus</i>	الخباط
42	<i>Selar crumenophthalmus</i>	بالج
43	<i>Selaroides leptolepis</i>	صينة
44	<i>Sphyrna barracuda</i>	العقام
45	<i>Tenualosa ilisha</i>	الخباط
46	<i>Trichiurus lepturus</i>	السيوف
47	<i>Upeneus sulphureus</i>	بريوني
48	<i>Chelonia mydas</i>	السلحفاة الخضراء
49	<i>Dugong dugon</i>	الأطوم
50	<i>Eretmochelys imbricata</i>	اللجأة صقرية المنقار
51	<i>Sousa chinensis</i>	الدلفين الهندو باسيفيكي الأحدب
52	<i>Tursiops aduncus</i>	الدولفين الهندي قاروري الأنف
53	<i>Halodule uninervis</i>	الأعشاب البحرية الإبرية
54	<i>Halophila ovalis</i>	الأعشاب البحرية مجدافية الشكل
55	<i>Halophila stipulacea</i>	الأعشاب البحرية ذات الأوراق العريضة

4. أثر تغير المناخ على الأنواع الكاريزمية

الشكل 3: ملاءمة الموائل الحالية والمتوقعة للأطوم في الخليج العربي وفقاً لمسار RCP 8.5



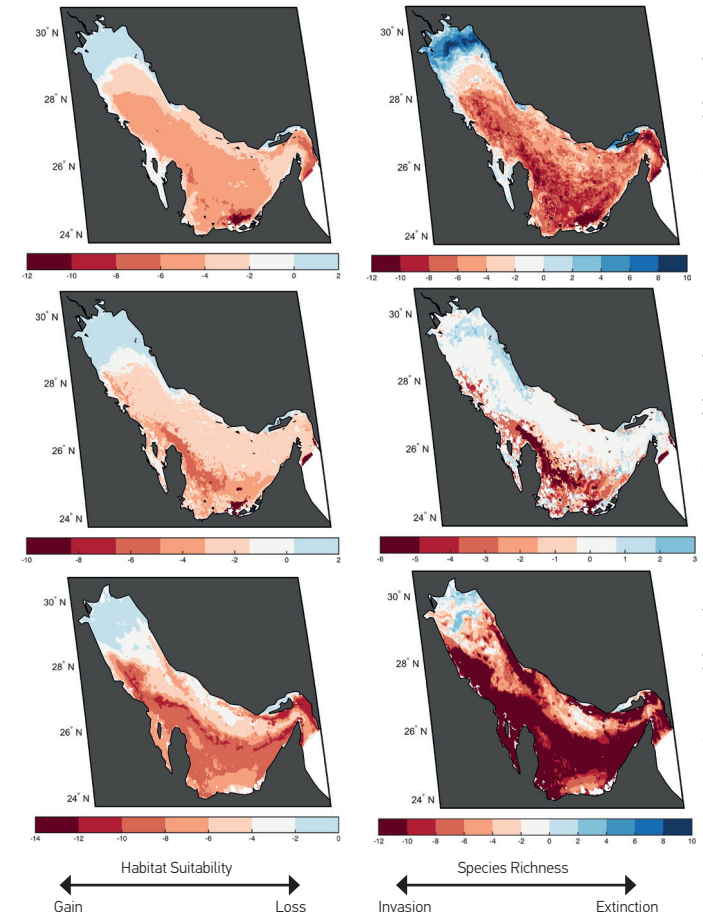
بالنسبة لكل من الأنواع الكاريزمية الخمسة، تمت نمذجة ملاءمة الموائل في ظل تغير المناخ باستخدام نماذج NPPEN و ENFA و BIOCLIM.

تتوافر النتائج التفصيلية في ملحقات التقرير الفني النهائي. كما يمكن الوصول إلى قواعد البيانات المختلفة المستخدمة في إعداد الخرائط فضلاً عن توفر الخرائط ذاتها عبر الإنترنت من خلال الموقع الإلكتروني المعني بمراقبة التنوع البيولوجي البحري وتغير المناخ. وبينما أظهرت النماذج نطاقات خسارة متباينة في ملاءمة الموائل للأطوم والسلاحف البحرية ودولفين المحيط الهندي والهادئ في الخليج، إلا أن التوقعات المستقبلية عموماً كانت غير حاسمة إلى حد كبير.

بالنسبة للأطوم، يُعتبر الخليج العربي حالياً هو الموئل الرئيسي المتبقي للأطوم بعد شمال أستراليا.

أظهرت التوقعات المستمدة من نموذجي BIOCLIM و NPPEN أن منطقة الخليج قد تصبح أقل ملاءمة للأطوم، لا سيما حول المنطقة الجنوبية الغربية مثل المسطحات المائية المحيطة بالبحرين (انظر الشكل 3). تتراوح ملاءمة الموائل لأنواع معينة من إلى ٠، حيث يكون ٠ (أزرق) غير ملائم و ١ (أصفر) الأكثر ملاءمة. تشير الزيادة في المناطق ذات اللون الأزرق بالنسبة لنموذجي BIOCLIM و NPPEN إلى خسارة في ملاءمة الموائل. ومع ذلك، أظهرت ملاءمة الموائل المتوقعة من خلال نموذج ENFA، وهو أقل النماذج الثلاثة تحفظاً، بشكل جوهري عدم وجود أي خسارة في ملاءمة الموائل للأطوم في ظل تغير المناخ. ومن المهم ملاحظة أن جميع النتائج تبين الملاءمة المستقبلية التي تمت نمذجتها للموائل في المنطقة وفقاً للتغيرات المتوقعة في درجة الحرارة والملوحة بالنسبة للنمط البيئي المفضل للثدييات البحرية ذاتها. وبالتالي، فإن هذه التوقعات لا تأخذ في الاعتبار اعتماد الأطوم على الأعشاب البحرية في كل غذائها تقريباً، ولا التغيرات المحتملة الناتجة فيما يتعلق بملاءمة موائل الأطوم بناءً على التغيرات المتوقعة في توزيع الأعشاب البحرية.

الشكل 2: التغيرات المتوقعة في وفرة الأنواع (يساراً) وملاءمة الموائل (يميناً) بالنسبة للسمكة والأربعين نوعاً من الأسماك ذات الأولوية بحلول عام 2090 مقارنةً بعام 2010 وفقاً لمسار RCP8.5



أظهرت النتائج أيضاً أن الانخفاض في ملاءمة موائل الأنواع يترجم مباشرة إلى انخفاض متوقع في أقصى إمكانية للصيد من مصائد الأسماك، خاصة على طول الأجزاء الجنوبية الغربية من الخليج.

تم دمج نتائج جهود النمذجة في إطار تقييم القابلية للتأثر التي تضمن مؤشرات لحساسية البلدان الاجتماعية والاقتصادية والقدرة على التكيف. وأظهرت النتائج المستخلصة من هذا التقييم أن تلك الدول الأكثر عرضة لتأثيرات التغير المناخي على مصائد الأسماك لم تقتصر على الساحل الجنوبي الغربي ولكنها شملت أيضاً إيران والعراق. من خلال دمج النتائج البيئية لأثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي البحري ضمن إطار اجتماعي واقتصادي أكثر شمولاً، تسلط نتائج هذه الدراسة الضوء على قيمة تحليل كهذا من أجل (1) تحسين التوعية بعملية التكيف (2) مساعدة الاقتصادات والمجتمعات الوطنية على التوقع بصورة أفضل وإعداد آليات تكيف لمواجهة أثار تغير المناخ حتى يتسنى تركيز الجهود وإعطائها الأولوية.

أخيراً، من المهم أن نلاحظ أن نماذج المحاكاة البيئية المطبقة في هذه الدراسة تفترض أن سمات الأنواع لا تتطور مع تغير الظروف البيئية.

ومع ذلك، قد تتكيف الأنواع بشكل جيد مع ارتفاع درجات الحرارة من خلال عمليات التكيف الوراثية أو التي تتم عبر الأجيال (مثل، هيوم وآخرون 2016)، إلا أن مدى هذه الاستجابات للتكيف قد يكون محدوداً، كما يمكن افتراض ذلك من خلال الانخفاض الجوهري في تنوع الأنواع في الخليج العربي مقارنةً بالمحيط الهندي المجاور حيث الظروف غير القاسية. كما أن الإطار الزمني الذي يتعين على تلك الأنواع النمو خلاله بالنظر إلى السرعة التي يحدث بها تغير المناخ يُعد قصيراً للغاية. وإضافة إلى ذلك، لا تشمل هذه التوقعات التفاعلات الغذائية بين الأنواع أو كيفية تأثير الآثار البشرية الأخرى مثل التغيرات في جهود الصيد على وجود الأنواع وتوزيعها فضلاً عن أنماط التنوع البيولوجي.



للمحيطات المتغيرة والتي تدمج البيانات المجمعة وتتكيف كذلك مع نتائج التحليلات ضرورية بالنسبة للأنظمة التكيفية. وستشمل عملية المراقبة البيانات الخاصة بالمؤشرات على مستويات الضغط والحالة والاستجابة، مما يُعزز الاستجابة بقرارات سريعة للظروف المتغيرة وغير المؤكدة ويسمح بالحفاظ على مجموعة من الاستجابات الممكنة. ومع ذلك، يجب أيضاً تقييم إمكانية سوء التكيف والمبادلات من إجراءات التكيف المتعددة.

في حين أن المناطق المحمية البحرية لا تقدم بالتأكيد حلاً شاملاً لآثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي ومصادر الأسماك في منطقة الخليج، إلا أنها تُعتبر أداة مهمة للإدارة والحفاظ المستدام على التنوع البيولوجي البحري وقد ثبت أنها تُعزز مرونة السكان مع الاضطرابات الناتجة عن تغير المناخ.

ومع ذلك، فإن تغير المناخ الذي يحدث تغيرات في الملائمة البيئية وما ينتج عنه من تحركات في توزيع الأنواع قد يؤدي إلى كل من هجرة ونزوح الأنواع من أو إلى إحدى المناطق المحمية البحرية. ولذلك، سيكون من الأهمية بمكان إلقاء نظرة فاحصة على المناطق المحمية البحرية الحالية والتهديدات التي تواجهها لوضع وتطبيق التدابير للحد من هذه التهديدات، خاصة فيما يتعلق بالمناطق المحمية البحرية التي تبرز أهميتها مستقبلاً. ويجب أن تكون المناطق المحمية البحرية الحالية والمقترحة مصحوبة بخطة إدارة شاملة لكي تحقق فعاليتها.

كلما تم التعجيل بالتدابير الاحترازية التي تستهدف جهود مصائد الأسماك بشكل مباشر (على وجه الخصوص في الدول الأكثر تأثراً بالتغيرات في إمكانات الصيد) والتي تأخذ في اعتبارها التغيرات المستقبلية، كانت عملية التحول أكثر سلاسة.

ويجب أن تشمل هذه الاعتبارات إشراك الشركاء المحليين على نطاق واسع في جميع المستويات لرفع الوعي وتمكين المجتمعات للمساعدة في اقتراح الحلول لمعالجة التغيرات المطلوبة. وسيساعد تقليص الضغوط المتراكمة أيضاً على زيادة ضمان التدفق المستدام لخدمات النظام البيئي في المستقبل.

ثبت أن التنوع البيولوجي البحري عرضة بشكل خاص لآثار تغير المناخ على طول السواحل الجنوبية والجنوبية الغربية للخليج، وربما يجب أن تركز الجهود أولوياتها على تلك المناطق.

ومن المرجح أن تؤدي الضغوط البشرية المتعددة، مثل تدمير الموائل والصيد الجائر، إلى تفاقم قابلية التعرض لآثار التغير المناخي. ومن المرجح أن تعمل الإدارة الفعالة للأنشطة في الخليج العربي في ظل تغير المناخ على زيادة مرونة الأنظمة البيئية والقدرة التكيفية لأنظمة صنع السياسات، على سبيل المثال من خلال خفض الآثار البشرية الأخرى، من أجل ضمان التدفق المستدام لخدمات الأنظمة البيئية مستقبلاً.

يمكن تخفيف آثار تغير المناخ على التنوع البيولوجي البحري بالحد من الضغوط الناتجة عن ممارسات الصيد الجائر والممارسات المدمرة للموائل السمكية، وتدهور الموائل والتلوث والجريان السطحي واستكشاف النفط والغاز وتحول استخدام الأراضي واستصلاح وترسب الأراضي وكذلك الأنواع الغازية.

وبالتالي، فإن التطبيق الفعال لإدارة تعتمد على نظام بيئي وتراعي نطاقاً أوسع بشكل كبير من الضغوط البيئية والبشرية يُعتبر عاملاً جوهرياً في زيادة القدرة على تكيف الأنظمة البحرية الاجتماعية والبيئية مع ظاهرة تغير المناخ. وهذا يشمل تعزيز تطبيق وتنفيذ اللوائح والاتفاقيات الحالية لحماية الموارد البحرية في منطقة الخليج العربي.

الحفاظ على الموارد البحرية وإدارتها بشكل تكيفي يُعتبر أمراً مهماً في الأنظمة البيئية المستقبلية غير الموثوقة للمحيطات.

وسيكون تقديم تقييمات دقيقة بشأن الوضع الحالي والمستقبلي للتنوع البيولوجي البحري أمراً أكثر صعوبة نتيجة لانخفاض القدرة على التنبؤ بالأنظمة البيئية البحرية بفعل تغير المناخ. وكذلك قد يؤثر تغير الظروف المحيطية والبيئية الأساسية على فعالية تدابير الحفاظ والإدارة الحالية مثل المناطق المحمية البحرية (MPAS). ومن ثم تُعتبر برامج المراقبة التي يتم تصميمها



بالنسبة للسلاحف الخضراء وسلاحف منقار الصقر، أظهرت توقعات نموذجي BIOCLIM وNPPEN خسارة في ملاءمة الموائل حول الأجزاء الجنوبية الغربية من الخليج وبالقرب من مضيق هرمز.

إضافة إلى ذلك، يُظهر نموذج NPPEN خسارة في الموائل في الأجزاء الشمالية من منطقة الخليج. وتتوافق النتائج الخاصة بتوقعات نموذج ENFA مع هذه النتائج، ولكن خسارة الموائل الصالحة في المنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية من الخليج كان أكثر خطورة. تتشابه الأنماط المتوقعة للتغيرات في ملاءمة الموائل بين السلاحف الخضراء وسلاحف منقار الصقر، فيما عدا أن نموذج NPPEN يتوقع خسارة أكبر في موائل السلاحف الخضراء على طول ساحل الخليج. وقد أظهرت عمليات تتبع فيما بعد التعشيش لعدد 90 سلحفاة أن هذه المناطق هي الأكثر أهمية في الوقت الحالي بالنسبة لهذه الأنواع في المنطقة العربية (بيلشر وآخرون 2014). وبوجه عام، يجب أن تعمل طبيعة كثرة الارتحال التي تتمتع بها السلاحف البحرية، وقدرتها على التحرك لمسافات كبيرة في فترات زمنية قصيرة، على زيادة قدرتها على التكيف مع تغير المناخ. وفي سياق الخليج العربي، قد يعني هذا أن السلاحف قد تقضي وقتاً أقل في المنطقة.

بالنسبة لملاءمة الموائل لدلافين المحيط الهندي والهادي، أظهرت توقعات النموذج خسارة في ملاءمة الموائل ولا سيما حول الأجزاء الجنوبية الغربية من منطقة الخليج وصولاً إلى البحرين وقطر.

وتتوقع جميع نماذج الأنماط البيئية الثلاثة انخفاضات كبيرة في ملاءمة الموائل للدلافين قارورية الأنف في أغلب المناطق بالخليج، عدا منطقة شمال الخليج. ومن المرجح أن تكون التغيرات الأخرى بخلاف درجة حرارة البحر، مثل أنواع الأغذية الرئيسية، أكثر أهمية في تحديد مدى تعرض الدولفين للتغير المناخي. وقد يتغير توزيعها مستقبلاً وفقاً للتغيرات التي تطرأ على ملاءمة الموائل الخاصة بغرائسها الرئيسية.

Burt, J.A., Al-Khalifa, K., Khalaf, E., AlShuwaikh, B. and Abdulwahab, A. (2013). The continuing decline of coral reefs in Bahrain. *Marine Pollution Bulletin* 72(2): 357-363

Burt, J.A., Feary, D.A., Bauman, A.G., Usseglio, P., Cavalcante, G.H., Sale, P.F. (2011) Biogeographic patterns of reef fish community structure in the northeastern Arabian Peninsula. *ICES Journal of Marine Science* 68: 1875-1883

Busby, J. (1991). BIOCLIM-a bioclimate analysis and prediction system. *Plant Protection Quarterly* (Australia)

Cheung, W.W., Lam, V.W., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R. and Pauly, D. (2009) Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries* 10: 235-251

Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kelly, K., Watson, R., Zeller, D. and Pauly, D. (2010) Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology* 16: 24-35

Coles, S. L., and Riegl, B. M. (2013) Thermal tolerances of reef corals in the Gulf: A review of the potential for increasing coral survival and adaptation to climate change through assisted translocation. *Marine Pollution Bulletin* 72(2): 323-332

Coles, S.L. (2003) Coral species diversity and environmental factors in the Arabian Gulf and the Gulf of Oman: A comparison to the Indo-Pacific region. *National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Atoll Research Bulletin*: 507.



Al-Farraj, A. (2005). An evolutionary model for sabkha development on the north coast of the UAE. *Journal of Arid Environments* 63(4): 740-755.

Beaugrand, G., Lenoir, S., Ibanez, F., and Manté, C. (2011) A new model to assess the probability of occurrence of a species based on presence-only data. *Marine Ecology Progress Series* 424: 175-190

Bento, R., Hoey, A.S., Bauman, A.G., Feary, D.A., and Burt, J.A. (2016) The implications of recurrent disturbances within the world's hottest coral reef. *Marine Pollution Bulletin* (105): 466-472

Briggs, J.C. (1974) *Marine zoogeography*. McGraw-Hill, New York.

Briggs, J.C., and Bowen, B.W. (2011) A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography* DOI:10.1111/j.1365-2699.2011.02613.x

Buchanan, J.R., Krupp, F., Burt, J.A., Feary, D.A., Ralph, G.M. and Carpenter, K.E. (2015) Living on the edge: Vulnerability of coral-dependent fishes in the Gulf. *Marine Pollution Bulletin* 105(2): 480-488

Burt, J., Bartholomew, A., and Usseglio, P. (2008) Recovery of corals a decade after a bleaching event in Dubai, United Arab Emirates. *Marine Biology* 154(1): 27-36

Burt, J.A. (2014). The environmental costs of coastal urbanization in the Arabian Gulf. *City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*, 18(6): 760-770 doi: 10.1080/13604813.2014.962889



Naser, H.A. (2014) Marine Ecosystem Diversity in the Arabian Gulf: Threats and Conservation in Biodiversity - The Dynamic Balance of the Planet (ed. Grillo O.) doi: 10.5772/57425

Olsen, D.M., and Dinerstein, E.A (1998) The Global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12(3): 502-515

Pauly, D. (2010) Gasping fish and panting squids: oxygen, temperature and the growth of water-breathing animals (Vol. 22). Oldendorf/Luhe, Germany: International Ecology Institute.

Petchey, O.L., Mcphearson, P.T., Casey, T.M., and Morin, P.J. (1999) Environmental warming alters food-web structure and ecosystem function. *Nature* 402: 69-72

Pitcher, T.J., and Cheung, W.W. (2013) Fisheries: Hope or despair? *Marine Pollution Bulletin* 74(2): 506-516

Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T., and Duarte, C.M. (2013) Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change* 3(10): 919-925

Pörtner, H.O., Karl, D., Boyd, P.W., et al. (2014) Ocean systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (eds C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, et al.) Cambridge, UK and New York, USA, pp 1-138



Hume, B.C., D'Angelo, C., Smith, E.G., Stevens, J.R., Burt, J., and Wiedenmann, J. (2015) *Symbiodinium thermophilum* sp. nov., a thermotolerant symbiotic alga prevalent in corals of the world's hottest sea, the Persian/Arabian Gulf. *Scientific Reports* 5: doi:10.1038/srep08562

Hume, B.C., Voolstra, C.R., Arif, C., D'Angelo, C., Burt, J.A., Eyal, G., Loya, Y., and Wiedenmann, J. (2016) Ancestral genetic diversity associated with the rapid spread of stress-tolerant coral symbionts in response to Holocene climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*: 201601910

Jones, D.A., Price, A.R.G., and Hughs, R.N. (1978) Ecology of the high saline lagoons Dawhat as Say, Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Estuarine and Coastal Marine Science* 6: 253-262.

Jones, M.C., and Cheung, W.W. (2015) Multi-model ensemble projections of climate change effects on global marine biodiversity. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 72(3): 741-752

MacNeil, M.A., Graham, N.A., Cinner, J.E., Dulvy, N.K., Loring, P.A., Jennings, S., Polunin, N.V., Fisk, A.T., and McClanahan, T.R. (2010) Transitional states in marine fisheries: adapting to predicted global change. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365(1558): 3753-3763

Madin, J.S., Hughes, T.P., and Connolly, S.R. (2012) Calcification, storm damage and population resilience of tabular corals under climate change. *PLoS One* 7(10): p.e46637

Edson, J., Ferraro, B., and Wainer, I., 2015. "Regional Ocean Modelling under Climate Change in the Arabian Gulf", Final Technical report, Sub-project #10, Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative,

Elhakeem, A., Elshorbagy, W., and Bleninger, T. (2015) Long-term hydrodynamic modelling of the Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin* 94(1): 19-36

Gattuso, J.P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D., Bopp, L., Cooley, S.R., Eakin, C.M., and Hoegh-Guldberg, O. (2015) Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios. *Science* 349: 4722

George, D., and John, D. (2000) The status of coral reefs and associated macroalgae in Abu Dhabi (UAE) after recent coral bleaching events. In: *Proceedings of the international symposium on the extent and impact of coral bleaching in the Arabian Region*, Riyadh, Saudi Arabia.

Gray, J.S. (2002) Species richness of marine soft sediments. *Marine Ecology and Progress Series* 244: 285-297.

Grizzle, R.E., Ward, K., AlShihi, R., and Burt, J. (2016) Current status of coral reefs in the United Arab Emirates: Distribution, extent, and community structure with implications for management. *Marine Pollution Bulletin* 105(2): 515-523

Hirzel, A.H., and Arlettaz, R. (2003) Modelling habitat suitability for complex species distributions by environmental-distance geometric mean. *Environmental Management* 32(5): 614-623



Shirvani, A., Nazemosadat, S. M. J., and Kahya, E. (2014). Analyses of the Persian Gulf sea surface temperature: prediction and detection of climate change signals. *Arabian Journal of Geosciences* 8(4): 2121-2130

Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdeña, Z.A., Finlayson, M.A.X., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A.L., Lourie, S.A., and Martin, K.D. (2007) Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*: 57(7): 573-583

Subba Rao, D.V. and Al-Yamani, F. (1998) Phytoplankton ecology in the waters between Shatt-Al-Arab and Straits of Hormuz-the Arabian Gulf. *Plankton Biology and Ecology* 45: 101-116

Sumaila, U.R., Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Pauly, D., and Herrick, S. (2011) Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature Climate Change* 1: 449-456

Zolgharnein, H., Kamyab, M., Keyvanshokooh, S., Ghasemi, A., and Nabavi, S.M.B. (2010) Genetic diversity of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Populations in the Persian Gulf by microsatellite markers. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 5(3): 223-229.



Riegl, B. (2002) Effects of the 1996 and 1998 positive sea-surface temperature anomalies on corals, coral diseases and fish in the Arabian Gulf (Dubai, UAE). *Marine Biology* 140: 29-40

Riegl, B.M., Purkis, S.J., Al-Cibahy, A.S., Al-Harthi, S., Grandcourt, E., Al-Sulaiti, K., Baldwin, J., and Abdel-Moati, A.M. (2012) Coral bleaching and mortality thresholds in the SE Gulf: highest in the world. In: *Coral Reefs of the Gulf* (eds. Riegl, B.M. and Purkis, S.J.). Springer Netherlands. pp. 95-105.

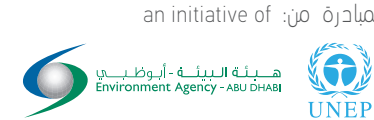
Sale, P.F., Feary, D.A., Burt, J.A., Bauman, A.G., Cavalcante, G.H., Drouillard, K.G., Kjerfve, B., Marquis, E., Trick, C.G., Usseglio, P., and Van Lavieren, H. (2011) The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. *Ambio* 40(1): 4-17

Sheppard, C. (2016) Coral reefs in the Gulf are mostly dead now, but can we do anything about it? *Marine Pollution Bulletin* 105: 593-598

Sheppard, C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J., Benzoni, F., Dutrieux, E., Dulvy, N.K., Durvasula, S.R.V., and Jones, D.A. (2010) The Gulf: a young sea in decline. *Marine Pollution Bulletin* 60(1): 13-38

Sheppard, C., and Loughland, R. (2002) Coral mortality and recovery in response to increasing temperature in the southern Arabian Gulf. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 5: 395-402

Sheppard, C.R. (2003) Predicted recurrences of mass coral mortality in the Indian Ocean. *Nature* 425(6955): 294-297



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

هيئة البيئة - أبوظبي (EAD)

تم تأسيس هيئة البيئة - أبوظبي في عام 1996 للحفاظ على التراث الطبيعي 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

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/>



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

LNRClimatChange@ead.ae

AGEDI.org