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

موارد مياه مدينة العين

ملخص فني

- 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

SEI STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE

NCAR

Climate Change Research Group

قام بتأليف هذا التقرير كل من فرانسيسكو فلوريس (باحث رئيسي مشارك) وستيفاني جاليتسي من معهد ستوكهولم للبيئة – المركز الأمريكي وديفيد ييتس (باحث رئيسي مشارك) من المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي.

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. ملخص تنفيذي: إدارة موارد المياه وتغير المناخ في مدينة العين البرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال التغير المناخي (LNRCCP). المجموعة البحثية المعنية بتغير المناخ/المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي/معهد ستوكهولم للبيئة

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				المياه الجوفية عبر الحدود

محلي-أبوظبي **إتحادي- دولة الإمارات** **إقليمي-الخليج العربي**

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 موارد المياه وتغير المناخ في مدينة العين.

يرغب المؤلفون في التعبير عن بالغ عرفانهم وعميق امتنانهم لقضاء هؤلاء الأفراد الوقت في مراجعة تقاريرنا وتقديم التعليقات والتعقيبات والبيانات وكذلك فرص عرض العديد من المُسلّمات في إطار المشروع. ويتضمن هؤلاء الأفراد، على سبيل المثال لا الحصر، القائمة التالية:

أنيل كومار، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
أنيوجا فيجايان، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
الدكتور/ فريد لوناي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
كمال الهاشمي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
مجدي العلاونه، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
الدكتور/ محمد داوود، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
المهندس/ مصطفى لطفي، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
الدكتور/ ريتشارد بيري، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
ساي رافي كريشنا، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
الدكتور/ سيمون بيرسون، هيئة البيئة – أبوظبي (EAD)
الدكتور/ خليل عمار، المركز الدولي للزراعة الملحية (ICBA)

كما نعرب عن بالغ امتنانا لما قدمه العديد من الشركاء من مساهمة ووقت وجهد في جميع أنحاء المنطقة من خلال مشاركتهم في العديد من الاجتماعات والحوارات. ويود المؤلفون توجيه شكر خاص للشركاء الآتية أسماؤهم عمّا قدموه من مشاركة خاصة: فريق بلدية مدينة العين، وفرق خبراء هيئة البيئة – أبوظبي، وناوكو كوبو وتومو ماتشيبا من وزارة التغير المناخي والبيئة (MOCCAE)، وكارل نيتليتون من اوبن اوشنز جلوبال، وفريق هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS).

1. مقدمة

مناخيًا، قد تتعرض المناطق البيئية والمناخية الحساسة، مثل المناطق الموجودة على الهوامش المناخية، لخطر تغير المناخ المستقبلي بشكل خاص.

نظرًا لأحوالها المناخية المختلفة بشكل واضح مقارنة بغيرها من الأماكن في دولة الإمارات العربية المتحدة، لا يوجد مكان داخل البلاد أكثر تأثرًا مناخيًا من مدينة العين. ومدينة العين، المعروفة أيضًا باسم "جاردن سيتي" نظرًا لما تتضمنه من مساحات خضراء، هي ثاني أكبر مدينة في إمارة أبوظبي ورابع أكبر مدينة في دولة الإمارات العربية المتحدة. وهي من المناطق المأهولة بالسكان باستمرار وذلك منذ أكثر من أربعة آلاف سنة وتعتبر مركزًا محوريًا للتراث الثقافي في البلاد. وتعد المدينة أيضًا مسقط رأس الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان، أول رئيس لدولة الإمارات العربية المتحدة والأب المؤسس لها. وتعتبر واحدة من المواقع القليلة في دولة الإمارات التي تتميز باحتوائها على مياه جوفية متجددة، رغم أن النسبة المئوية لإجمالي استخدام المياه يشير إلى أنها قليلة للغاية. وقد ازداد استخدام المياه في المنطقة بشكل كبير للغاية في العصر الحديث، مع إنشاء آلاف من آبار المياه الجوفية.

لقد تغير الوضع الاجتماعي والاقتصادي في منطقة العين بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية،

وقد نما عدد سكان واحة واحدة صغيرة إلى ما يقرب من 570.000 في عام 2011، وتم دعم هذا النمو من خلال التنمية الاقتصادية، بما في ذلك الزراعة، مما يؤدي إلى الاستفادة بشكل كبير من موارد المياه الإقليمية. وتعتبر الزراعة أكبر مستخدم لقطاع المياه، إذ تستهلك ما يقرب من 78% من إجمالي المياه الموجودة في المنطقة الشرقية يليها الري بالراحة (7.2%) وإمدادات المياه للأغراض المنزلية (7.1%) والحراجة 6.9% والصناعة / التجارة أقل من 1%، وتشير التقديرات إلى استخدام حوالي 1,500 مم3 سنويًا. ويُعد هذا المعدل أكثر من زيادة بمقدار ثلاثة أضعاف فيما يتعلق باستهلاك المياه منذ 1994، في حين لم يزداد عدد السكان سوى بعامل 1.7 (بروك وآخرون 2005؛ حكومة أبوظبي، 2014).

نظرًا لأهمية منطقة العين، ثمة مسألة مهمة تتعلق بالخيارات المستقبلية لإدارة موارد المياه إزاء تغير المناخ وزيادة الضغوط السكانية.

وقبل النمو السكاني السريع، اعتمد السكان المحليين على نظام الفلج، وهو نوع من أنظمة الري يتم باستخدام جريان المياه السطحية من جبال الحجر. وقد سمح إدخال معدات الحفر ومضخات المياه الجوفية الميكانيكية باستغلال المياه الجوفية على نطاق مختلف تمامًا عمّا كان في السابق. ويتم حاليًا استخدام المياه في المنطقة بشكل مكثف عن أي وقتٍ مضى، مما يشكك في جدوى استمرارية سياسة تخضير الصحراء، حيث يتم الاحتفاظ بمساحات واسعة من الأشجار عبر الري من إمدادات المياه الجوفية المالحة من خلال الآبار العميقة والضخ.

سيتأثر التحدي المتعلق بالإدارة الفعالة لموارد المياه والإدارة الزراعية في مدينة العين بظاهرة تغير المناخ،

إذ من المرجح أن يتسبب تغير المناخ في تغيير أنماط عملية الإمداد بالمياه ودوراتها، مع تركه آثارًا عميقة على إدارة موارد المياه. وعلى وجه التحديد، يُشير اتجاهان من الاتجاهات الرئيسية إلى أهمية معالجة الإدارة المائية والزراعية في منطقة العين بطريقة شاملة. أولاً، بدأ تغير المناخ بالفعل في التأثير على أنماط هطول الأمطار ودرجة الحرارة في جميع أنحاء المنطقة، وبينما تتسم البلاد بكونها إحدى المناطق القاحلة والدافئة بطبيعتها، يمكن أن يؤدي ارتفاع درجة الحرارة والتغير في هطول الأمطار والرياح والرطوبة والغطاء السحابي وتركيزات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل إلى تغير أنماط الإنتاجية المائية والزراعية. ثانيًا، تُشير أنماط النمو الاقتصادي والاجتماعي إلى أنه من المرجح استمرار عدد السكان في البيئة القاحلة في البلاد في الزيادة وأنها ستطلب قدرة إضافية من الموارد لتلبية الطلب المتزايد على المياه، مع الاهتمام بزيادة الأمن الغذائي من خلال زيادة الإنتاج المحلي للأغذية.

2. النهج

يتمثل الهدف العام من المشروع الفرعي في استيعاب التحديات المتعلقة بالإدارة المائية والزراعية في منطقة العين بشكل أفضل في ظل تغير المناخ والتنمية الاجتماعية والاقتصادية.

كانت الأسئلة البحثية الرئيسية التي يقوم عليها النهج المنهجي من شقين. أولاً، كيف سيؤثر تغير المناخ على موارد المياه لمنطقة العين التي تدعم الاستخدام البشري المباشر والاستخدامات الخاصة بقطاع غابات وأحد قطاعات الزراعة التي نمت بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية مدعومًا بشكل أساسي بالمياه الجوفية الأحفورية؟ ولهذه القطاعات إرث وتراث ثقافي مهم، وبخاصة المحيط بإنتاج أشجار النخيل – السلع الزراعية الهامة والمنتجة في المنطقة – وغيرها من المنتجات الزراعية، مثل إنتاج الفاكهة والخضروات التي تحتاج كثيرًا من المياه، وإنتاج الأعلاف المستخدمة لدعم قطاع الثروة الحيوانية الواسع نسبيًا. ثانيًا، ما هي استراتيجيات الإدارة المائية التي يمكن استكشافها – على النحو المقاس في وفورات المياه المرتبطة بسيناريوهات مختلفة – والتي تهدف إلى تعزيز كفاءة الموارد الطبيعية والحفاظ عليها في ظل تغير المناخ؟

يتطلب تناول الهدف والأسئلة البحثية إطارًا تحليليًا لديه القدرة على استيعاب أنظمة المياه والزراعة في المنطقة بطريقة متكاملة.

تم استخدام نظام تقييم الموارد المائية وتخطيطها (WEAP) لإجراء هذا التحليل (ييتس وآخرون 2005). ويُعتبر نظام WEAP أداة نمذجة متكاملة يمكن أن تتبع مخزون موارد المياه وتدفقاتها المرتبطة بعمليات الاستخراج والإنتاج والاستهلاك، بما في ذلك تحلية مياه البحر وضخ المياه الجوفية ونقل المياه. وتم استخدام البيانات التاريخية المستخدمة في إحدى فترات وضع النموذج من 2005 - 2015 بغرض إعداد النموذج وتهيئته. وفور أن تم معايرة نموذج WEAP الخاص بمنطقة العين والتحقق من صحته مقارنة بالفترة التاريخية، كان يُستخدم للتوقع في المستقبل خلال القرن الحادي والعشرين في ظل افتراضات مختلفة تتعلق باستخدام الموارد والمناخ حتى 2060.

كان تمثيل خصائص العرض والطلب على المياه في نموذج نظام المياه الخاص بمنطقة العين "دقيقاً" قدر الإمكان.

وبينما كان يوجد مجموعة وافرة من البيانات المحلية لإنشاء نموذج دقيق بشكل معتدل لنظام المياه، لم تكن تتوافر بيانات تفصيلية كافية لإعداد نموذج دقيق بدرجة عالية لنظام المياه. ويحمل هذا الأمر آثارًا على مستوى التفاصيل التي يمكن تحليلها خلال تحليل سيناريوهات السياسة. بعبارة أخرى، كان نموذج نظام المياه قادرًا على تحليل سيناريوهات السياسة رفيعة المستوى (أي المستوى القطاعي) وعرض الآثار الأساسية المرتبطة بتغير المناخ ومسارات التنمية البديلة. ومع ذلك، لم يكن النموذج مفصلاً بصورة كافية لتحليل التفاعلات بين سياسات العرض/الطلب على المياه على مستويات عالية من التقسيم (على سبيل المثال، مستوى الشركات والأسر والمناطق الإدارية).

يستوعب الهيكل الخاصة بنموذج نظام المياه بمنطقة العين المواقع التي تضم جميع مصادر إمدادات المياه وحجم الطلب الحالي والمستقبلي على المياه.

وتتضمن التغطية المكانية المنطقة الشرقية من إمارة أبوظبي، التي تشمل العين وأودية جبال عمان، مما يعكس طبقات المياه الجوفية المشتركة بين دولة الإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان، حيث يوجد بعض المياه الجوفية العذبة المتجددة. وتم إنشاء نموذجًا خاص بنمو النبات من أجل محاكاة آثار تغير المناخ وارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على استخدام النباتات المزروعة للمياه والمحاصيل الزراعية. ويُعرض رسمًا تخطيطيًا للنموذج في الشكل 1.

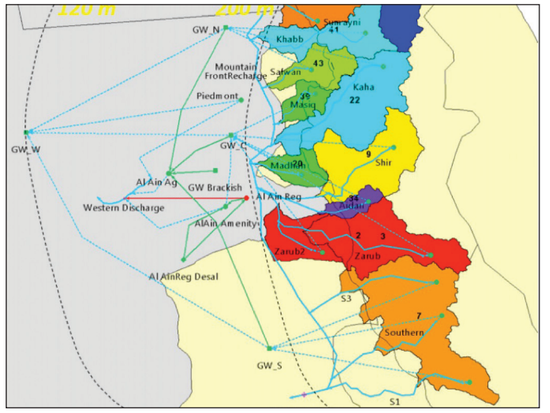
تعتبر طبقة المياه الجوفية الرسوبية الإقليمية المصدر الوحيد المتجدد لإمدادات المياه في المنطقة.

وقد ظهر عدم تجانس كبير من حيث مستويات المياه الجوفية، حيث تظهر بعض المناطق انخفاضًا كبيرًا في مستويات المياه الجوفية، في حين أظهرت مناطق أخرى بعض الظواهر المحلية، مثل مستويات المياه الجوفية المرتفعة التي تسببت في إحداث مشاكل محلية فيما يتعلق بالبنية التحتية. وفي حين أن السبب الذي يكمن وراء هذه المستويات المرتفعة من المياه الجوفية غير معروفٍ على وجه التحديد، تشير حقيقة أنه يتم استخدام مئات الملايين من الأمتار المكعبة من المياه المحلاة والمالحة في المنطقة مع كون الطمي ضحلاً بشكل نسبي إلى أن مستويات المياه الجوفية يمكن أن تتقلب بشكل كبير ويمكن أن تكون سبب حدوث المشاكل المتعلقة بالمياه الجوفية المحلية.

تم جعل قدرة نظام المياه بمنطقة العين على تسجيل ديناميات نظام المياه الجوفية الرسوبية أمرًا محتملاً من خلال محاكاة ظروف ما قبل التطوير المستقرة وذلك قبل البدء في الضخ الحديث.

وتم معايرة النموذج عن طريق استخدام أساليب المعايرة اليدوية، بهدف وضع مجموعة من المعلمات الواقعية للنموذج والتي تحاكي الارتفاعات الثابتة على الحدود الشرقية وحد التدفق المستمر على الحدود الغربية للنطاق المنمذج. وطبقات المياه الجوفية الرسوبية الثلاثة التي يتم عرضها في الشكل 1 هي GW_N GW_Cg GW_Sg. وتتصل كل من أنظمة المياه الجوفية هذه هيدرولوجيًا بكل من 15 وادي التي تمرر تدفقها إلى هذه الثلاث طبقات الخاصة بالمياه الجوفية. وأشارت النتائج المستخرجة من عملية معايرة النموذج إلى أن هذا النموذج عمل بشكلٍ كافٍ على استنساخ الظروف التاريخية الخاصة بالعرض والطلب على المياه، وبالتالي كان أساسًا موثوقًا لتوقع آثار تغير المناخ وسيناريوهات التنمية المستدامة في المستقبل.

الشكل 2: استراتيجيات النمذجة المستخدمة لتقييم قابلية تأثر التنوع البيولوجي البري بالتغير المناخي



3. إطار عمل السيناريو

تم استخدام نموذج نظام المياه المعتمد في منطقة العين من أجل تحليل آثار سيناريوهات السياسة التي تهدف إلى تعزيز قدرة أنظمة المياه والزراعة في ظل تغير المناخ.

تم مراعاة سيناريوهيّ العمل كالمعتاد (BAU) – الأول مع تغير مناخي (يُشار إليه فيما يلي بـ "BAU")؛ والآخر دون تغير مناخي (يُشار إليه فيما يلي بـ "BAU–RCP8.5"). كما تم مراعاة سيناريوهيّ السياسة – السيناريو الذي يركز على الزراعة المرنة مع تغير المناخ (يُشار إليه فيما يلي بـ "FallowFF")؛ والسيناريو الذي يركز على تعظيم مخزون المياه الجوفية (يُشار إليه فيما يلي بـ "GWStabilize").

يتضمن كلا سيناريوهيّ العمل كالمعتاد الافتراضات السكانية والمناخية التي تنطبق أيضًا على سيناريوهات السياسة.

تم استيقاء التوقعات السكانية في المستقبل من التوقعات التي قدمتها الأمم المتحدة (إدارة الأمم المتحدة للشؤون الاقتصادية والاجتماعية 2015) واشتملت على توقع واحد بشأن معدل النمو السكاني في المنطقة مع مرور الوقت. وقُدر عدد سكان دولة الإمارات بحوالي 9,300,000 نسمة في 2015 ومن المتوقع أن يرتفع ليصبح 13,500,000 نسمة في 2060 (بمعدل 1.8% سنويًا)، مع ارتفاع عدد سكان مدينة العين من 700,000 إلى حوالي 1.2 مليون نسمة بحلول 2060. وأخذت التوقعات المناخية المستقبلية (أي المعدل الإجمالي لهطول الأمطار، ومتوسط درجة الحرارة السنوية) من مخرجات المشروع الفرعي الخاص بنمذجة الغلاف الجوي الإقليمية لمشروع LNRCCP (ييتس وآخرون 2015)، والذي توقع الظروف المناخية المستقبلية في منطقة العين باستخدام إحدى نماذج المناخ الإقليمية عالية الاستبانة (أي 4 كم) (ييتس وآخرون 2015). وافترض سيناريو BAU دون تغير مناخي امتدادًا للاتجاهات المناخية للفترة ما بين 1985–2004 حتى 2060. واستند سيناريو BAU مع تغير مناخي إلى عملية تقليص النطاق الديناميكي الإقليمي لسيناريو RCP8.5 الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ويواصل كلا سيناريوهيّ BAU استخدام الموارد السابقة فيما يتعلق بالمياه والاستهلاك على أساس نصيب الفرد الواحد، والتقنيات المرتبطة بإنتاجها وتسليمها حتى 2060، مع عدم وجود سياسات جديدة من شأنها أن تؤثر على العرض/الطلب على المياه.

تم وضع سيناريوهيّ السياسة لتوضيح المخاطر التي تواجه التنمية الاجتماعية والاقتصادية في منطقة العين في ظل تغير المناخ.

وتعرض التفاصيل الموجزة الخاصة بكل من سيناريوهيّ السياسة في الجدول 1. ويستعرض سيناريو FallowFF المستقبل الذي يقل فيه استخدام المياه بغرض ري الحراجة ومزارع الأعلاف. وفي هذا السيناريو، ستنخفض أنشطة الإنتاج بشكل خطي من مستوياتها الحالية إلى صفر بحلول عام 2060. ثمّ يتم بعد ذلك توفير إجمالي ما تم ادخاره من المياه لزراعة المنتجات الزراعية الأعلى قيمة (أي النخيل والخضروات والفواكه).

يستعرض سيناريو GWStabilize تطور طبقات المياه الجوفية الرسوبية لمنطقة العين على مدى العقود المقبلة وذلك في إطار نمو السكان الإقليمي ونمو الطلب على المياه وتغير المناخ.

في هذا السيناريو، تعتبر مستويات المياه الجوفية الرسوبية في منطقة العين وحولها مستقرة بفضل إدارة مزيج من موارد المياه لتلبية متطلبات الأنشطة الإنتاجية. وعلى وجه التحديد، استعرض سيناريو GWStabilize مستوى استخدام المياه الجوفية والانخفاض المقابل في المياه المحلاة المستوردة التي من شأنها الحفاظ على مستوى المياه الجوفية في حالة مستقرة (أي مستويات المياه الجوفية الثابتة).

الجدول 1: سيناريوهات السياسة

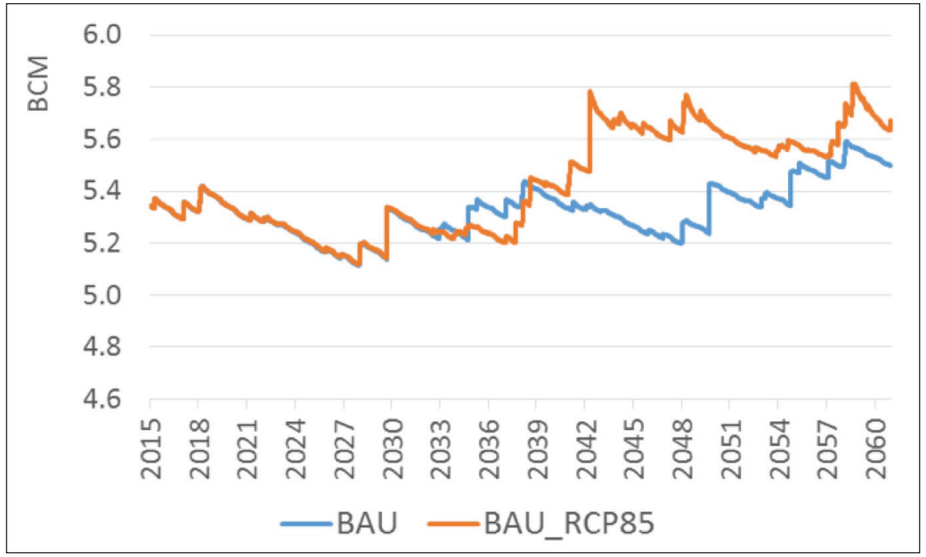
سيناريو السياسة	هدف السياسة
FallowFF	التخفيض في قطاعات المياه المدعومة هذه التي تستخدم المياه الجوفية الأحفورية أقل بكثير من القيمة السوقية. ويُعتبر إنتاج النخيل والخضروات والفاكهة هو البديل بحيث يتم استخدام المياه التي يتم توفيرها من قطاع الحراجة والأعلاف في القطاع الزراعي. تحقيق الانخفاض في قطاع الحراجة والأعلاف وزيادة في المحاصيل ذات القيمة الأعلى التي تخضع للري.
GWStabilize	الحفاظ على مستويات المياه الجوفية في حالة شبه ثابتة على مدى فترة زمنية طويلة وذلك من خلال إيجاد مستوى المياه المحلاة المستوردة ووسائل الراحة واستخدام المياه الخارجية الذي يميل إلى الحفاظ على مستويات المياه الجوفية عند ارتفاع ثابت؛ وفي الوقت ذاته استخدام المياه المحلاة بشكل استراتيجي والتي تصبح مصدر التغذية لنظام طبقات المياه الجوفية الرسوبية.

يمكن ملاحظة أثر تغير المناخ على الأنظمة المائية والزراعية لمنطقة العين من خلال مقارنة سيناريو BAU-RCP8.5 مع سيناريو BAU.

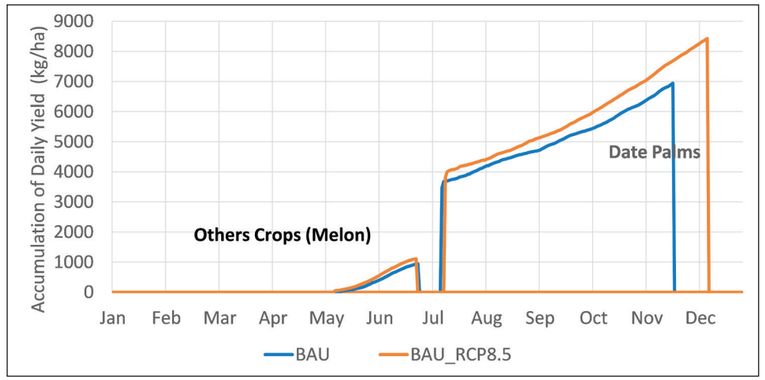
الممكن عرض العديد من النتائج على النحو المبين في النقاط الواردة أدناه.

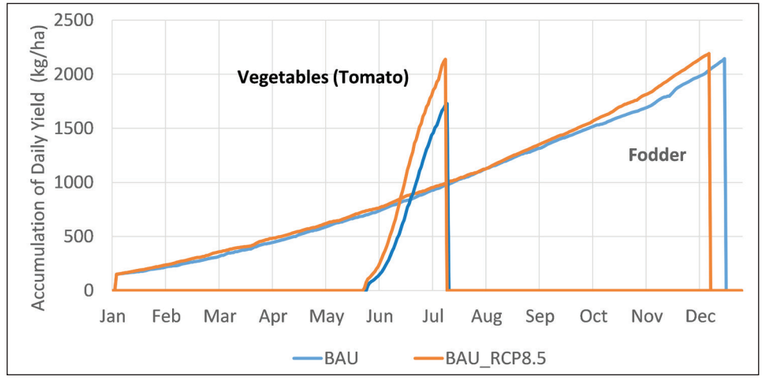
- **إمدادات المياه:** من المتوقع زيادة مخزون المياه الجوفية في المستقبل لطبقات المياه الجوفية الرسوبية الثلاث الخاصة بمنطقة العين زيادةً طفيفة في ظل تغير المناخ (انظر الشكل 2). ويُدفع ذلك في المقام الأول نتيجة للظروف الأكثر رطوبة التي توقعها نموذج المناخ الإقليمي في ظل تغير المناخ مما يؤدي إلى تعزيز تغذية المياه الجوفية.
- **استهلاك المياه:** إذا ظلت ممارسات وطرق الري كما هي، سيتسبب تغير المناخ في زيادات سنوية في استخدام المياه وذلك بالنسبة لقطاعات الحراجة ووسائل الراحة العامة واستخدامات المياه الخارجية. وتبلغ الزيادات حوالي 5% بحلول 2060، إذ تؤدي الظروف الحارة إلى ارتفاع الطلب على المياه شيئًا قليلاً. ومع ذلك، لا تزيد نسبة استخدام المياه الزراعية بسبب الوفورات المتأتية من آثار التسميد بثاني أكسيد الكربون، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج خلال موسم النمو الأقصر. ويبلغ استخدام المياه الجديدة في المنطقة حوالي 1.35 مليار متر مكعب في السيناريوهين BAU و BAU-RCP8.5.

الشكل 2: إجمالي مخزون المياه الجوفية في منطقة العين وفق سيناريوهيّ BAU و BAU–RCP8.5.



- **أثر التسميد بثاني أكسيد الكربون.** قد يزيد الإنتاج الزراعي في المستقبل نظرًا لتأثير التسميد بثاني أكسيد الكربون في المنطقة (انظر الشكل 3). وبالنسبة للنخيل، يُحتمل وجود زيادة تبلغ 50,000 طن متري تقريبًا، أو زيادة تصل نسبتها إلى حوالي 20%. وقد تحدث زيادة في الخضروات والمحاصيل الأخرى تصل إلى حوالي 24% و17% على التوالي. ويزيد إنتاج الأعلاف بشكل هامشي بنحو 2%.





الشكل 3: تراكم المحاصيل الزراعية اليومية مقاسًا بالكيلوجرام للهكتار الواحد بالنسبة لأشجار النخيل والأعلاف والخضراوات وغيرها من المحاصيل وفق سيناريوهيّ BAU.

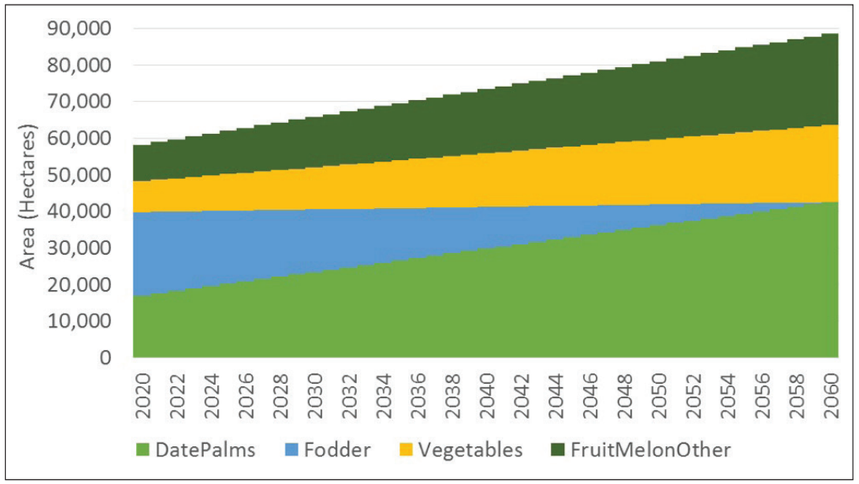
5. أثر السياسات على إراحة أراضي الأعلاف والغابات

يمكن ملاحظة أثر السياسات التي تسعى إلى إراحة أراضي الأعلاف والحراجة في منطقة العين من خلال مقارنة سيناريو FallowFF مع سيناريو BAU–RCP8.5.

ويعمل ذلك على عرض تقدير لأثر سيناريو السياسة هذا صافيًا من أي آثار لتغير المناخ. ومن الممكن عرض العديد من النتائج على النحو المبين في النقاط الواردة أدناه.

- **المساحة المزروعة:** يُمكن معاوضة إراحة أراضي الأعلاف والحراجة من خلال زيادة المساحة الصالحة للزراعة بأشجار النخيل والخضراوات والفاكهة. ويزيد صافي المساحة المزروعة من حوالي 60,000 هكتار إلى 90,000 هكتار، بينما تنخفض مساحة الحراجة التي تخضع للري من 100,000 هكتار في 2015 إلى أن تصبح مراحة بالكامل بحلول 2060 (انظر الشكل 4).
- **توفير المياه:** يؤدي إراحة أراضي الأعلاف والحراجة إلى توفير حوالي 12 مليار متر مكعب من المياه على مدى فترة التحليل بأكملها والتي تبلغ مدتها 40 عامًا. وبهذه الكمية من توفير المياه، يمكن أن تنمو المساحة الإجمالية من إنتاج السلع الزراعية ذات القيمة الأعلى، بما في ذلك أشجار النخيل والخضروات والمحاصيل الأخرى بمعدل 2.5 مرة خلال فترة 40 عامًا، كما هو مبين في الشكل 4. ومن خلال استخدام وفورات المياه المتأتية من إراحة أراضي الأعلاف والحراجة، يزيد إنتاج أشجار النخيل بنسبة 75٪ والخضروات والفاكهة وإنتاج السلع الأخرى بنسبة 73٪ من حيث الإنتاج مقاسًا بوحدة الطن المتري.

الشكل 4: تطور المنطقة المزروعة في سيناريو FallowFF بالنسبة لأشجار النخيل والأعلاف والخضروات وغيرها.



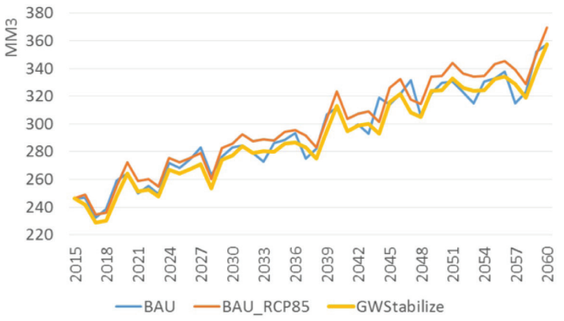
6. أثر السياسات على إستقرار مستويات المياه الجوفية

يمكن ملاحظة أثر السياسات التي تسعى إلى تثبيت مستويات المياه الجوفية في منطقة العين من خلال مقارنة سيناريو GWStabilize مع سيناريو BAU-RCP8.5.

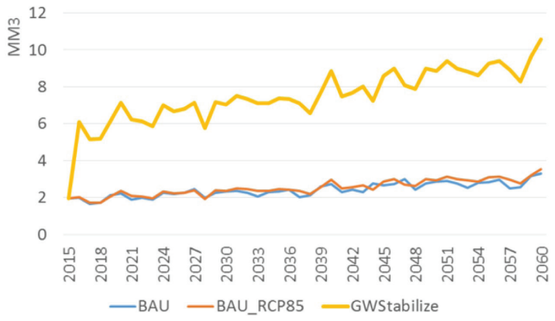
ويعمل ذلك على عرض تقدير لأثر سيناريو السياسة هذا صافيًا من أي آثار لتغير المناخ. ومن الممكن عرض العديد من النتائج على النحو المبين في النقاط الواردة أدناه.

- **استخدام المياه المحلاة:** من أجل تثبيت مستويات المياه الجوفية، سينخفض الاستخدام السنوي الإجمالي للمياه المحلاة في المنطقة مقارنة بالاتجاهات التاريخية. ويعرض الشكل 5 الاستخدام السنوي للمياه المحلاة فيما يتعلق بجميع الاستخدامات الزراعية والداخلية والخارجية والخاصة بوسائل الراحة العامة وفق سيناريوهيّ العمل كالمعتاد وسيناريو GWStabilize. وبالنسبة لجميع السنوات، تتراوح الكمية الإجمالية من استخدام المياه المحلاة ما بين 8 و12 مليون متر مكعب وهو أقل من الكمية المطلوبة في سيناريو BAU–RCP8.5، أو ما يقرب من 400 مليون متر مكعب من المياه المدخرة على مدى الأفق الزمني للتخطيط البالغ مدته 45 عامًا من أجل تثبيت مستويات المياه الجوفية.
- **استخدام المياه الجوفية:** من أجل تثبيت مستويات المياه الجوفية، سيكون من اللازم زيادة الاستخدام السنوي الإجمالي للمياه الجوفية في المنطقة مقارنة بالاتجاهات التاريخية. ويبين الشكل 6 الزيادة المقابلة في عملية الضخ من طبقات المياه الجوفية الرسوبية، مشيرًا إلى ضخ سنوي بحوالي 6 ملايين متر مكعب بحلول 2020، والذي يزيد إلى حوالي 10 ملايين متر مكعب بحلول 2060. بعبارة أخرى، يتطلب الحفاظ على مستويات المياه الجوفية في منطقة العين زيادة في عملية الضخ وهو مستقل بشكل فعلي عن الدور الذي ستلعبه ظاهرة تغير المناخ.

الشكل 5: الإنتاج السنوي واستخدام المياه المحلاة في الاستخدامات الزراعية والداخلية والخارجية والخاصة بوسائل الراحة العامة



الشكل 6: استخدام المياه الجوفية اللازم للحفاظ على مستويات ثابتة نسبيًا من المياه الجوفية مع مرور الزمن



7. استنتاجات وتوصيات

تتلخص أهم المعالم البارزة لنتائج الدراسة بشكل موجز في النقاط الواردة أدناه.

- يهيمن على المياه الجوفية في المنطقة مصادر أحفورية غير متجددة تعمل بشكل رئيسي على خدمة قطاعي الزراعة والحراجة، في حين يتم توفير الجزء الأكبر من المياه المنزلية والصناعية من خلال تحلية المياه. وتاريخيًا، تمت معظم عمليات تحلية المياه التي أجريت على مياه البحر باستخدام تقنيات قائمة على الوقود الأحفوري شديدة الاستخدام للطاقة، ورغم أنه يتم توليدها في العادة بشكل مشترك في محطات الطاقة التي تتمثل أولويتها الأولى في توليد الكهرباء، غير أنه يتم استخدام الحرارة المهدورة بعد ذلك في توليد المياه.
- تعتبر إمدادات المياه الجوفية المتجددة هامشية للغاية في منطقة العين مقارنة بالطلب الإجمالي على المياه. وفي حين أن التغييرات في السياسة حول قطاعي الحراجة والزراعة يمكن أن يكون لها آثار على إمدادات المياه الجوفية المالحة، فإن الطريقة الوحيدة للحفاظ على نظام المياه العذبة تكمن في اتخاذ مزيدٍ من الإجراءات المستهدفة على المستوى المحلي.
- بينما تعد الجدوى المستقبلية لقطاعي الحراجة والأعلاف في ظل المناخ الصحراوي القاسي لدولة الإمارات العربية المتحدة من الموضوعات التي يتم مناقشتها بشكل عام، يمكن تقييم استخدامات المياه البديلة بسهولة في إطار نمذجة المياه وتغير المناخ. ويتمتع النموذج المتكامل الذي تم إعداده بالقدرة على تقييم البدائل من حيث توفير المياه والإنتاج المعادل للسلع ذات القيمة الأعلى مثل أشجار النخيل.
- من المرجح للغاية أن يتسبب استيراد المياه المحلاة في ارتفاع مستويات المياه الجوفية نتيجة للاستخدامات المنزلية والصناعية، وربما حتى لتسرب المياه من نظام التوزيع. ويمكن استغلال هذه المياه على الصعيد المحلي لخدمة المصالح الزراعية وربما قد يؤدي ذلك إلى انخفاض مستويات المياه الجوفية في الأماكن التي تُشكل فيها مناسيب المياه المرتفعة خطرًا حقيقيًا على البنية التحتية.
- ثمة نتائج "مربحة" من حيث استقرار نظام المياه الجوفية المحلية من خلال استخدامها بشكل مقترن مع المياه المحلاة. ويَظهر تغير المناخ في المستقبل مزيدًا من الظروف الرطبة، والتي يمكن استغلالها في تحقيق ميزة استراتيجية للحد بشكل دوري من استيراد المياه المحلاة لصالح المياه الجوفية الرسوبية المحلية.

تتلخص الفجوات المعرفية الرئيسية في النقاط الواردة أدناه.

- يتم تعميم البيانات ومن الممكن تطويرها واستكشافها بشكل أكبر ويتم تحليل النتائج بشكل أكثر تمعنًا. ويتم افتراض البيانات المتعلقة بالاستخدام الداخلي على أساس الفرد الواحد، وتم تقريب المساحة المروية للاستخدامات الخارجية والخاصة بوسائل الراحة العامة من الخرائط والصور الجوية، ويمكن تأكيدها ودعمها بشكل أكبر.
- يطبق نموذج المياه الجوفية المبادئ الأولى البسيطة لتدفق المياه الجوفية، مما يؤدي إلى الاستفادة من قانون دارسي لتمييز طبقة المياه الجوفية الرسوبية القريبة من السطح التي تم مراعاتها في هذه الدراسة. ويمكن أن تضيف نمذجة المياه الجوفية الأكثر تفصيلاً مصداقية إلى الافتراضات الخاصة بنمذجة المياه الجوفية المبسطة.
- لا يُعرف يقينًا مدى حساسية المحاصيل التي تنمو في المنطقة تجاه ثاني أكسيد الكربون المرتفع في الظروف الميدانية. ولا يعرض نموذج نمو النباتات الحساسية تجاه ثاني أكسيد الكربون المرتفع فيما يتعلق بالمحصول، ولا سيما بالنسبة لأشجار النخيل. ومن الممكن دراسة هذه الحساسية بمزيد من التفصيل في الدراسات اللاحقة.
- تقدم الدراسة تمثيلاً من الدرجة الأولى للعرض والطلب الكلي على المياه في منطقة العين، وتوضح كيف يمكن استخدام نمذجة مفصلة للسلع الزراعية من أجل استيعاب عملية التوازن بين العرض والطلب على المياه بشكل أفضل.

تتلخص التوصيات الرئيسية في النقاط الواردة أدناه.

- ضمان استقرار موارد المياه الجوفية واستدامتها، قد يكون من المفيد استخدام أحد برامج المراقبة المعاد هيكلتها في إدارة هذه الموارد المشتركة في ظل تغير المناخ. وتوضح نتائج الدراسة أنه من خلال المراقبة الفعالة لمستويات المياه الجوفية، وبناء البنية التحتية للاستفادة من طبقات المياه الجوفية الرسوبية القريبة من السطح، قد تمثل طبقات المياه الجوفية هذه احتياطي استراتيجي أو تعمل على الحد من استيراد المياه المحلاة.
- ينبغي إجراء تحليل الحساسية لاستكشاف مجموعة أكبر من سيناريوهات السياسة ذات الصلة في المنطقة. وسيكون من المفيد للغاية مواصلة تطوير القدرات الخاصة بنمذجة المياه وتغير المناخ مع مجموعة أوسع من الشركاء، حيث يمكن استخدام الأدوات لاستكشاف الأسئلة المستهدفة الإضافية والاختلافات الإقليمية.

8. قائمة المراجع

United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, custom data acquired via website.

Yates D, Sieber J, Purkey D, and Huber-Lee A 2005 WEAP21 - A Demand-, Priority-, and Preference-driven Water Planning Model Part 1: Model Characteristics, Water International, 30: 487–500.

Yates, D., Monaghan, A., and Steinhoff, D., 2015. "Regional atmospheric modelling - Arabian Peninsula", Local, National, and Regional Climate Change Programme, AGEDI.

Brook, M. C., et al. (2006) Groundwater Resources; Development and Management in Abu Dhabi Emirate, UAE. In: Proceedings of 3rd Joint UAE-Japan Symposium, Sustainable GCC Environment and Water Resources, EWR, 2006.

Government of Abu Dhabi. 2014. CLIMATE CHANGE STRATEGY FOR THE EMIRATE OF ABU DHABI (2015-2019). A High Level Strategy and Action Plan for the Efficient Management and Conservation of Water Resources.

عن الهيئة

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