



an initiative of



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

التقييم المنهجي لأثار المناخ: محلي، إتحادي، وإقليمي

النموذجية الإقليمية للغلاف الجوي

ملخص فني



مؤلفو هذا التقرير هم جوزيه إدсон وإيلانا واينر وبرونو فيريرو من معهد علوم المحيطات بجامعة ساو باولو في البرازيل

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

الموارد المائية	المناطق الساحلية	البيئة	تغير المناخي الإقليمي	النظم الاجتماعية والإقتصادي
2015 2016	2015 2016	2015	2013 2014	2014 2015
موارد المياه بمدينة العين	مؤشر التأثيرات الساحلية	نوع البيولوجي البري	نمذجة الغلاف الجوي على الصحة العامة	
إدارة الموارد المائية	ارتفاع مستوى سطح البحر	نوع البيولوجي البري	نمذجة منطقة الخليج العربي	الأمن الغذائي
المياه الجوفية عبر الحدود	محلي-أبوظبي إتحادي-دولة الإمارات إقليمي-الخليج العربي	5 مجالات أساسية 3 مستويات مكانية 12 مشروع فرعية تقييم التأثيرات وسرعة التأثر والتكيف مع تغير المناخ في شبه الجزيرة العربية	إمدادات المياه المحلاة	

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

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

الناشر: مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية 2016.

الاستشهاد الموصى به: مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية 2016. الملخص الفني بشأن النمذجة الإقليمية للغلاف الجوي. البرنامج المحلي والوطني والإقليمي في مجال تغير المناخ (LNRCPP). المجموعة البحثية المعنوية بتغيير المناخ/ المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي

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

مقدمة

يمكن استخدام البيانات المناخية والخاصة بالأرصاد الجوية الهيدرولوجية الواردة في هذه الدراسة لاستكشاف التساؤلات المحيطة بتغذية المياه الجوفية واستفسارات الطلب على المياه، واستكشاف آفاق الطاقة المتعددة وعلى وجه التدريب الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، نظرًا لكون التغيرات التي تحدث في أنماط الرياح والغيوم ومدى التغيرات التي تحدث في تركيزات الغلاف الجوي بسبب النشاط الصناعي أو الغبار القادم من الصحراء العربية الشاسعة قد تؤثر على هذه الموارد، واستيعاب مدى الآثار المحتملة لتغير المناخ وقابلية التعرض للنظم البيئية البرية (النشاط رقم 13، "الأنواع والنظم البيئية البرية الرئيسية") وأثار المناخ المتعلقة بصلة الإنسان (النشاط رقم 6، "الصلة العامة وغازات الدفيئة"). وستعمل التوقعات الخاصة بتغير المناخ في المستقبل والناجحة عن هذا المشروع الفرعى على تقديم رؤى حول قابلية تأثير هذه القطاعات وخيارات التكيف المحتملة.

يُحدِّر الإشارة إلى أن أرشيف البيانات الخاص بتجربة النمذجة الإقليمية للمناخ هذه يُعد كبيراً للغاية، إذ تُقدر بأن مساحة أرشيف البيانات تقارب من 110 تيرابايت. ونظرًا لهذا الحجم الكبير، نعتقد أنه من المنطقي عرض مجموعة بيانات التي يمكن تطويرها، ثم العمل بذلك مع الشركاء لاستخلاص مجموعة بيانات المحددة التي قد يحتاجونها لإجراء دراساتهم، وبهذه الطريقة، نأمل أن يتمكن الباحثون الآخرون من تحديد المنتجات المستمدَّة المعينة والتي قد يرون أنها مفيدة بالنسبة لهم، وأن توفر هذه العملية فرصة للتأثِّر وأو أن تؤثِّر بشكل مباشر على الأنظمة البحثية اللاحقة.

تمهيد

كان الهدف من هذا النشاط المعني بالنمذجة الإقليمية للمناخ يتمثل في وضع توقعات للمناخ الإقليمي في منطقة شبه الجزيرة العربية وذلك على نطاق مكاني وزماني مناسب، بحيث لا يعكس السمات واسعة النطاق والاتجاهات الزمنية من عمليات المحاكاة (AR5) لنموذج المناخ العالمي (GCM) بدسيب، ولكن أيضًا الأنماط التاريخية للتغيرات المناخية على المستوىين الإقليمي والم المحلي (فولر وأدرون، 2007؛ 99د وأدرون، 2004). ومن أجل تدقيق ذلك، تم نشر نموذج مناخ إقليمي (RCM) والذي عمل بشكل ديناميكي على تقليص نطاق المحاكاة المناخية لشبه الجزيرة العربية باستخدام بيانات GCM فيما يتعلق بالظروف الحدودية الجانبية.

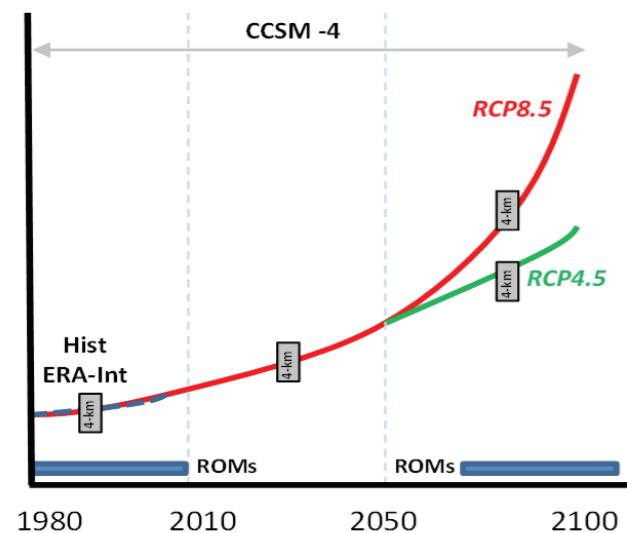
يعكس التمثيل الطبوغرافي المحسَّن عبر النطاق السمات الطبوغرافية الممتدَّة في المنطقة، والتي من المعتدل أن تؤدي إلى زيادة وإعادة توزيع هطول الأمطار بسبب الارتفاعات المعنزة. وتعمل الطبوغرافية الممتدَّة أيضًا على توفير بيئة أكثر برودة لهطول الأمطار على مناطق مثل جبال عمان بالمقارنة مع الطبوغرافية الممهدة، والتي لن تعمل على حل الحمل الدراري خلال الفصل الدافئ. ويمكن استخدام البيانات في دعم عمليات التقييم الأخرى لأنَّ التغير المناخي وقابلية التأثِّر والتكييف معه.





عملنا بعد ذلك على استخدام بيانات من خلال مخرجات CCSM4 مصحح التحيز، خلال الفترة المعاصرة (20 عاماً عند 12 و36 كم) وال فترة المستقبلية لمسار التركيز التمثيلي (20) RCP8.5 عاماً عند 12 و36 كم)، وفترتين مدة كل منها 10 سنوات عند استبابة بمسافة 4 كم.

الشكل 1: التصميم التجاري. كان نموذج WRF يعمل لمدة 20 عاماً و10 أعوام بالنسبة للفترة المعاصرة وال فترة المستقبلية عند مسافة 12 كم؛ 4 كم، على التوالي.



لتحديد حجم تغير المناخ خلال القرن الحادي والعشرين على الإمارات العربية المتحدة ومنطقة الخليج العربي، أجرينا عمليات محاكاة باستخدام الإصدار 3.5.1 من نموذج البحث والتنبؤ الطقسي (WRF، سكاماروك وأخرون 2008). ويعتبر WRF نموذج للغلاف الجوي غير هيدروستاتيكي ذو شكل تحفظي قابل للانضغاط بشكل كامل ولديه قدرة واضحة على معالجة الظواهر والسحب ذات النطاق الصغير (سكamarok وكلمب 2008). وفي هذه الدراسة، يتم استخدام نموذج WRF من أجل تقليص نطاق الحقول المناخية بشكل ديناميكي من نموذج المناخ العالمي (GCM) الشبكي ذو النطاق الكبير نسبياً الخاص بالمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي، الإصدار الرابع من نموذج نظام المناخ المجمع (CCSM4) الذي يغطي النطاق العالمي. تعتبر عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج WRF دققة النطاق بشكل نسبي، مما ينتج عنه تخطية النطاق الإقليمي لشبكة الجزيرة العربية، وهو يُعد ذو صلة بتقييم آثار تغير المناخ على المستويين الإقليمي والمحلّي.

يلخص الشكل ا طبيعة التجارب الخاصة بنموذج المناخ الإقليمي التي تم إجراؤها، حيث أجريت عمليات المحاكاة المعيارية لنموذج WRF على مدى فترة ماضية لتقدير الوضع الفعلي وديناميكات الغلاف الجوي بشكل أفضل. وتستمد عمليات المحاكاة المعيارية في هذه الدراسة الظروف الأولية والحدودية الخاصة بها من مشروع إعادة التحليل المؤقت التابع للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) (مشروع ERA-Interim؛ دي لورينز وكونستانمان 2010).

قدم العديد من الأفراد الدعم والتوجيه والمساهمة فائقة القيمة في مشروع النمذجة. ويرغب المؤلفون في التعبير عن بالغ شكرهم وعميق امتنانهم فيما يتعلق بالمراجعة التي أجروها وذلك من خلال تقديم التعليقات والتعقيبات والبيانات، وكذلك الفرص بعرض العديد من المُسلمات ضمن عملية المشروع. ويتضمن هؤلاء الأفراد، على سبيل المثال لا الحصر، القائمة التالية:

دكتور/ عبد الله المندوس، المركز الوطني للأرصاد الجوية والزلزال

دكتور/ عمر عبدالله، المركز الوطني للأرصاد الجوية والزلزال

دكتور/ فرديريك لوني وفريق هيئة البيئة - أبوظبي

دكتور/ هولغر هوف، محمد ستوكهولم للبيئة

دكتور/ منصور المزروع، مركز التميز لأبحاث التغيير المناخي (CECCR)

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

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

دكتور/ باولا فيريرا وجمعيّة إمارات لحياة الفطرة (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

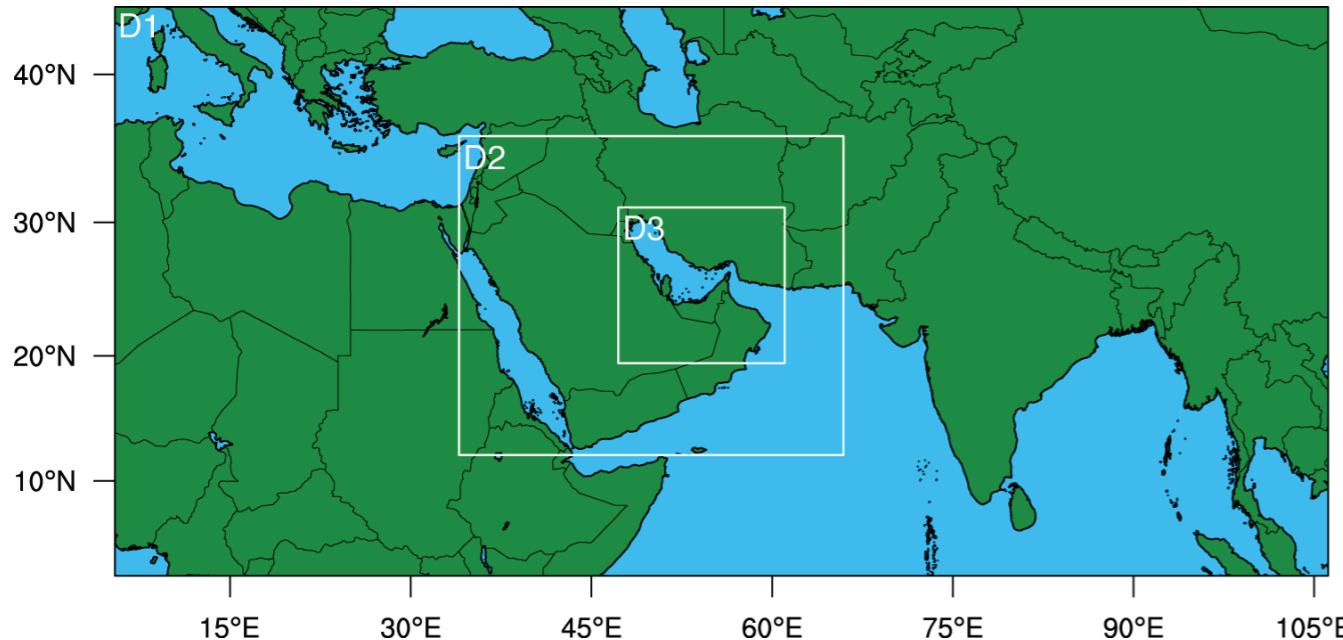
ننوجه بشكر خاص لفرق البحث العلمية والأكاديمية في جامعة خليفة (KU) ومعهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا (MIST) وجامعة نيويورك (NYU) على ما قدموه من خبرة في مجال البيانات إلى جانب التعقيبات والدعم وال فرص العلمية لإجراء مزيد من الأبحاث.

ونعرب أيضاً عن امتنانا الجزييل للعديد من الشركاء في جميع أنحاء المنطقة للمشاركة والوقت الذي قدموه والجهد الذي بذلوه خلال مشاركتهم في العديد من الاجتماعات والحوارات.

إعداد نموذج WRF



الشكل 2: النطاقات المستخدمة في عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج WRF.



التكوين وتجربة التغير المناخي

يعرض الشكل 2 النطاقات الحاسوبية لنموذج WRF. ويغطي النطاق الخارجي الذي يحتوي على توزيع شبكي لاستبانة تبلغ مسافتها 36 كم ("نطاق 1") جزءاً كبيراً من نصف الكرة الشرقي. ويتدخل النطاق الذي يبلغ 12 كم ضمن النطاق الذي تبلغ مسافته 36 كم ("نطاق 2") وهو يغطي منطقة الخليج العربي. ويغطي النطاق المتداخل الأعمق الذي تبلغ مسافته 4 كم ("نطاق 3") دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة المجاورة لها.



وباختصار، فيما يتعلق بهذه الدراسة، تم إجراء عمليات محاكاة لتقليل النطاق الديناميكي من خلال نموذج WRF على النحو الوارد تلخيصه في الشكل 1:

1. محاكاة معايير لنموذج WRF مدفوعة بمشروع ERA-Interim لمدة 30 عاماً، وذلك على مدى الفترة التاريخية التي تمتد من 1981 إلى 2010 (عند النطاقين 36 و12 كم)
2. محاكاة مناخية لنموذج WRF مدفوعة بنموذج CCSM4 مصحح التحيز لمدة 20 عاماً، وذلك على مدى الفترة التاريخية الممتدة من 1986 إلى 2005 (عند النطاقين 36 و12 كم، يشار إليها باسم عمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين). كان يتم تشغيل النطاق الذي تبلغ مسافته 4 كم خلال الفترة الفرعية من 1990 إلى 1999.
3. محاكاة مناخية لنموذج WRF مدفوعة بنموذج CCSM4 RCP4.5 مصحح التحيز لمدة 20 عاماً، وذلك على مدى فترة الممتدة من 2060 إلى 2079 (عند النطاقين 36 و12 كم)
4. محاكاة مناخية لنموذج WRF مدفوعة بنموذج CCSM4 RCP8.5 مصحح التحيز لمدة 20 عاماً، وذلك على مدى فترة الممتدة من 2060 إلى 2079 (عند النطاقين 36 و12 كم) كان يتم تشغيل النطاق الذي تبلغ مسافته 4 كم خلال الفترة الفرعية من 2065 إلى 2074.



عمليات المحاكاة المعتمدة لنموذج WRF المدفوع ببيانات إعادة التحليل الخاصة بمشروع ERA-Interim. وتمثل عمليات المحاكاة هذه الأحداث الفعلية المتعلقة بالأرصاد الجوية في فصلي الصيف والشتاء من عام 1995، بشكل نسبي؛ حيث يتم مقارنة عملية يتلخص بعمليات المحاكاة بعملية هطول الأمطار المُقاسة في سطح البحر (SST) عند حدود المحيطات الأدنى لعمليات المحاكاة المعتمدة هذه من الإصدار 2 من المنتج ذي 0.25 درجة الخاص بالاستيفاء الأمثل (OISST) التابع لإدارة الوظنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) (رينولدز وأخرون 2007). يوضح الشكل 2 والشكل 3 المناطق شديدة الانحدار.



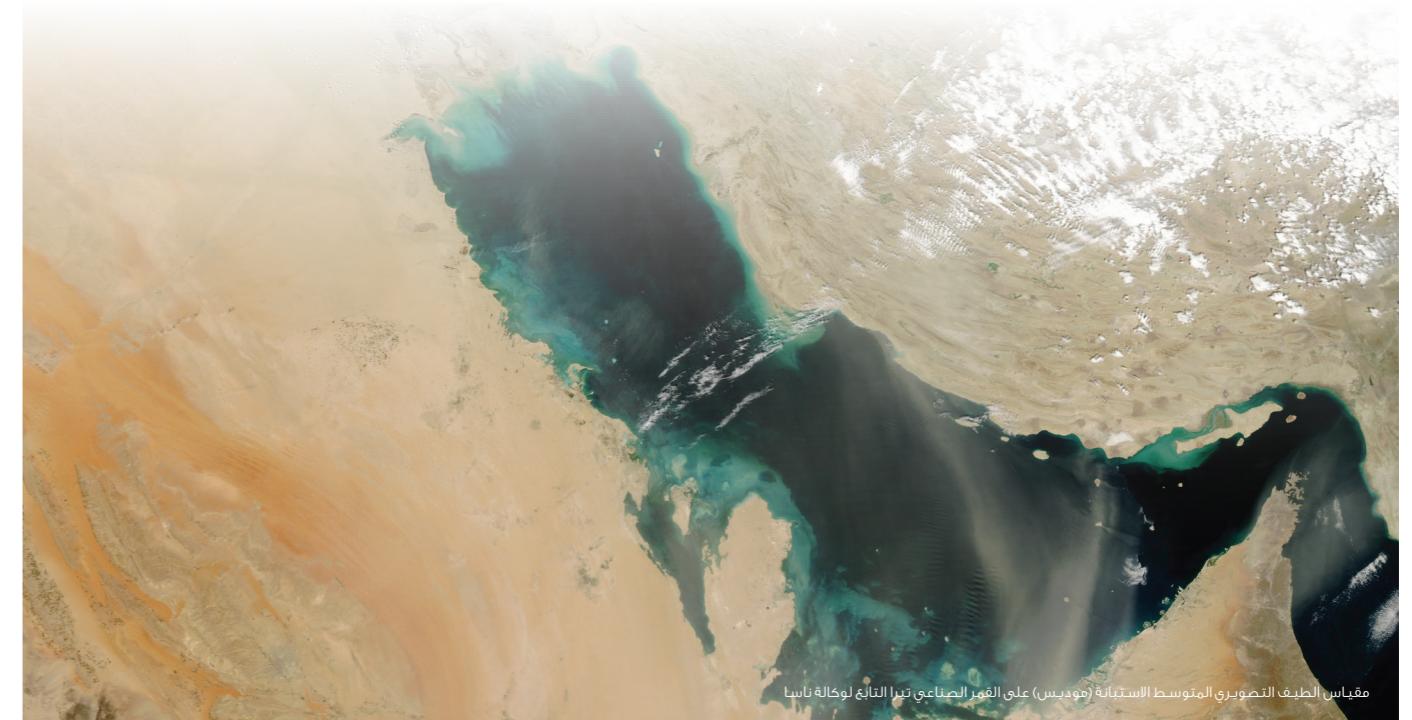
© ناصر الدين

عمليات المحاكاة المعتمدة لنموذج WRF من خلال ERA-Interim

تحتوي نطاقات ERA-Interim المستخدمة في هذه الدراسة فيما يتعلق بعمليات المحاكاة المعتمدة على توزيع شبكي ~0.7 درجة على 38 مستوى رأسى. ويتم الحصول على بيانات درجة حرارة سطح البحر (SST) عند حدود المحيطات الأدنى لعمليات المحاكاة المعتمدة هذه من الإصدار 2 من المنتج ذي 0.25 درجة الخاص بالاستيفاء الأمثل (OISST) التابع لإدارة الوظنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) (رينولدز وأخرون 2007). يوضح الشكل 2 والشكل 3



ومنطقة إشعاع الموجات الطولية لنموذج RRTM ومخطط الموجات القصيرة لدودهيا ومنطقة الطبقة السطحية لنموذج MM5 ومنطقة سطح أرض لنوح ومنطقة YSU PBL ومنطقة الحمل الحراري لجريل ديفيني (المناطق الممتدة لمسافة 36 كم و 12 كم فقط). ويتم اختيار هذه العمليات الخاصة بتعيين المعلمات لأنها أسفرت عن أداء أفضل لنموذج WRF عبر دولة الإمارات العربية المتحدة عند مقاومتها بالمناطق المكانية لهطول الأمطار ودرجة الحرارة بالنسبة لفترات خاصة بدراسات الحالة التي أجريت في شهر يوليو وديسمبر من عام 1995. وتأتي النطاقات العالمية التي توفر الظروف الحدودية الأولية والجانبية لعمليات المحاكاة نموذج WRF لتقليل النطاق الديناميكي من مصدرين وذلك بناءً على ما إذا كانت عمليات المحاكاة “معتمدة” أم “مناخية”， والتي يرد وصفها فيما يلي.



قياس الطيف التصويري المتوسط الاستثنائية (موديس) على القمر الصناعي بترا التابع لوكالة ناسا

تتضمن سيناريوهات النماذج لمشروع CMIP5 المستخدمة في هذه الدراسة محاكاة تاريخية وتوقعين مستقبليين. وتم التأثير على المحاكاة التاريخية بفعل التغيرات الطبيعية والبشرية المرصودة في تكوين الغلاف الجوي والتي امتدت من 1861 إلى 2005. والتوقعان المستقبليان هما السيناريوهين الخاصين بمساري التركيز التمثيلي (RCP)، موس وآخرون (2010) RCP4.5 و 8.5، والذين يمتدان من 2006 إلى 2100. ويعتبر RCP4.5 سيناريو الانبعاثات المنخفضة إلى المعتدلة ذي تأثير إشعاعي لغاز الدفيئة يصل إلى 4.5 وات/م² قرابة عام 2100.



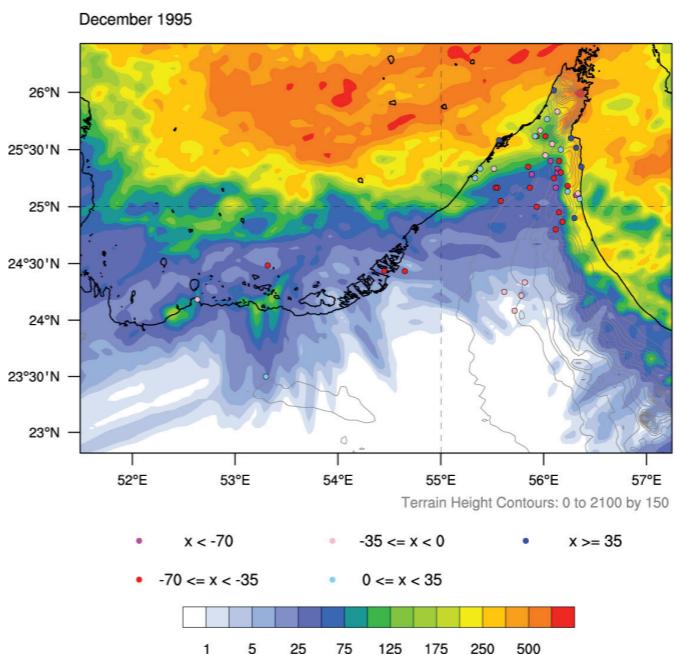
يكون الغرض من إجراء عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF المدفوعة بواسطة AOGCM بالنسبة للفترة المستقبلية في تقديم توقيع فيما يتعلق بالحالة المستقبلية للغلاف الجوي في بعض الأجزاء الأخيرة من القرن الحادى والعشرين. وتستمد عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF التي تُجرى في هذه الدراسة ظروفها الأولية والحدودية من الإصدار 4 من نموذج نظام المناخ الجمتعي (CCSM4؛ جنت وأخرون 2009)، الذي يرد وصفه في الفقرة التالية. ويقارن الشكل 5 المناطق من نطاق نموذج WRF الذي تبلغ مسافته 4 كم. ومن بالمناطق من نطاق نموذج CCSM4، الذي يتمتع باستيانة مكانية ذات خط عرض 0.9 درجة × خط طول 1.25 درجة (ما يقرب من 100 كم)، لا يمكنه حل طبوغرافية الجبال العمانية وغيرها من الأوروغرافيا المهمة الموجودة في المنطقة على نحو كافٍ مقارنة بنموذج WRF، مما يدل على ضرورة إجراء

عمليات محاكاة WRF لتقليل النطاق الديناميكي من أجل توفير مجموعة بيانات مناسبة لتقدير ظاهرة تغير المناخ في المنطقة. تم إجراء عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج CCSM4 والتي توفر الظروف الأولية والحدودية لعمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF من أجل دعم المرحلة 5 من مشروع مقارنة النماذج المرتبطة (CMIP5؛ تايلور وآخرون، 2012) وتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC 2013).

يُصنّف نموذج CCSM4 في طبعة نماذج CMIP5 AOGCM من حيث قدرته على محاكاة درجات الحرارة وهطول الأمطار الملاحظ على مستوى العالم (كنوتي وآخرون 2013). وتم الحصول على حقول النموذج من المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي ويمكن الحصول عليها أيضاً من بوابة شبكة نظام الأرض - برنامج تشخيص نماذج المناخ ومقارنتها (ESG-PCMDI) في مختبر لورانس ليفرمور الوطني، ومقارنتها (<http://pcmdi3.llnl.gov/esgct/home.htm>)

1. إنشاء مجموعة بيانات يمكن استخدامها للتحقق من عمليات المحاكاة لنموذج WRF المدفوعة بواسطة AOGCM في مقابل عمليات المحاكاة المعاصرة لنموذج WRF المدفوعة بعملية إعادة التحليل والموضحة أعلاه وذلك بالنسبة لجزء من الفترة التاريخية المشتركة
2. تقديم مجموعة بيانات أساسية والتي يتم على أساسها تقييم عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF المدفوعة بواسطة AOGCM

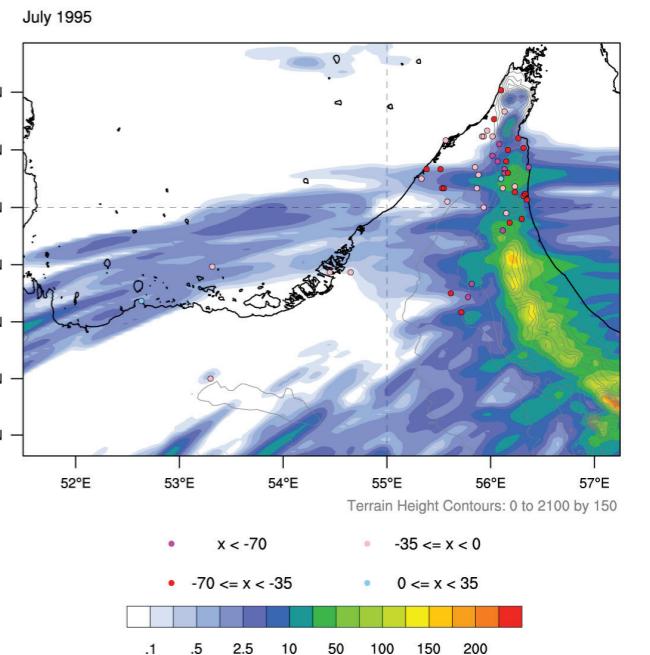
الشكل 3: مماثل تماماً كما في (أ) باستثناء فيما يتعلق بشهر ديسمبر من عام 1995.



عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF من خلال CCSM4 أجريت عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF على مدى الفترتين التاريخية والمستقبلية على حد سواء، وهي تستمد الظروف الأولية والحدودية الخاصة بها من إحدى نماذج المناخ العالمية للغلاف الجوي والمحيطات (AOGCM). ويتمثل الغرض من إجراء عمليات المحاكاة المناخية لنموذج WRF المدفوعة بواسطة AOGCM بالنسبة للفترة التاريخية فيما يلي:

الشكل 2: تحيزات هطول الأمطار لنموذج WRF (النقاط المرمزة بألوان) وهطول الأمطار الخاص بنموذج WRF (خطوط كنورية رمادية) في بوليو من عام 1995 للمجموعة الفرعية من النطاق الموجود في الشكل 1

نتائج نموذج WRF - هطول الأمطار





من أجل تطبيق عمليات المحاكاة المناخية وفق نموذج CCSM4 على شبه الجزيرة العربية في إطار مجموعة أكبر من نماذج GCM التي يتم تشغيلها لتقدير AR5، نعرض بشكل غير نظامي ظاهرة هطول الأمطار على المنطقة فيما يتعلق بمتوسط المجموعة وذلك من أكثر من 15 نماذج GCM، مع وجود العديد من هذه النماذج تتضمن أعضاء المجموعة المتعددة. والنتيجة "المستخلصة" من الشكل 6 هي أن المجموعة الخاصة بجميع النماذج المناخية تشير عموماً إلى وجود زيادة في هطول الأمطار بالمنطقة، باتجاه سعودي بداية من عام 2000 تقريباً (الشكل 6). وبطريقة مماثلة، توضح عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج CCSM4 AR5 بشكل عام مزيداً من هطول الأمطار بالمنطقة، باتجاه سعودي عموماً (الشكل 7).

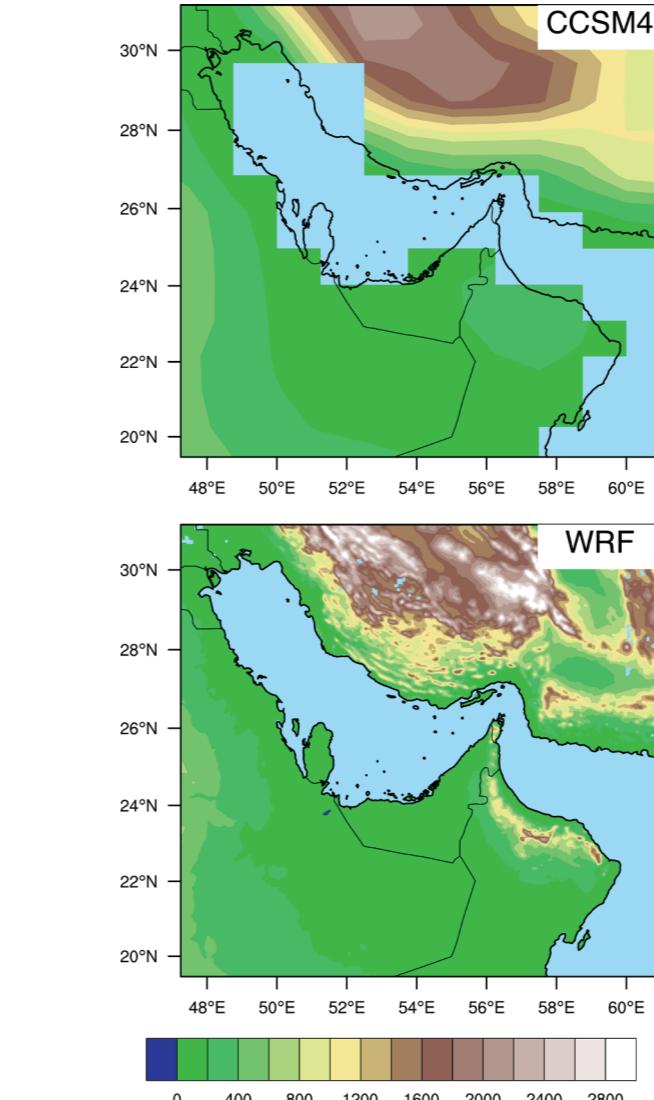
مثل جميع نماذج AOGCM، يحتوي نموذج CCSM4 على تحيزات ذات نطاق إقليمي نظراً لامتلاكه استبانة مكانية تقريبية وتمثيل محدود لبعض العمليات المادية. ويمكن أن تؤثر هذه التحيزات بشكل سلبي على عملية تقلص النطاق الديناميكي وأن تساهم في عدم التيقن. ولمعالجة هذه التحيزات، عادة ما يتم إجراء تحيز صحيح لمخرجات نموذج المناخ قبل استخدامها لدفع النماذج ذات النطاق الإقليمي مثل نموذج WRF (على سبيل المثال، راسموسون وأخرون 2011).

في هذه الدراسة، تم تطبيق إحدى طرق تصحيح التحيز الموضعة مؤخراً، والتي تعامل على تصحيح التحيز المتوسط الموجود في درجات الحرارة ثلاثة الأبعاد وارتفاع الجهد الأرضي الكامن والرياح والرطوبة بنموذج CCSM4. إضافة إلى درجة حرارة سطح البحر ودرجة حرارة الجلد ودرجة حرارة التربة ومجالس الرطوبة. ورغم تصحيح التحيز في الحالة المتوسطة، لا تزال هذه المنهجية تسمح بقابلية تعرّض النطاق الإجمالي والمنطقة المناخي للتغيير في المستقبل على النحو الذي تمت محاكاته من خلال CCSM4 (شو ويانغ 2012؛ دوني وأخرون 2013؛ برويار وأخرون 2013). ويتم الحصول على مخرجات CCSM4 فُصح التحيز من خلال جمع متوسط الدورة السنوية كل 6 ساعات (متوسط المدة وفق رينولدز) من 2005-2005 (ERA-Interim) (1981-1981) ومدة اضطرابات كل 6 ساعات (متوسط مدة الدوامة وفق رينولدز) من نموذج CCSM4:

$$CCSM = \overline{CCSM} + CCSM'$$

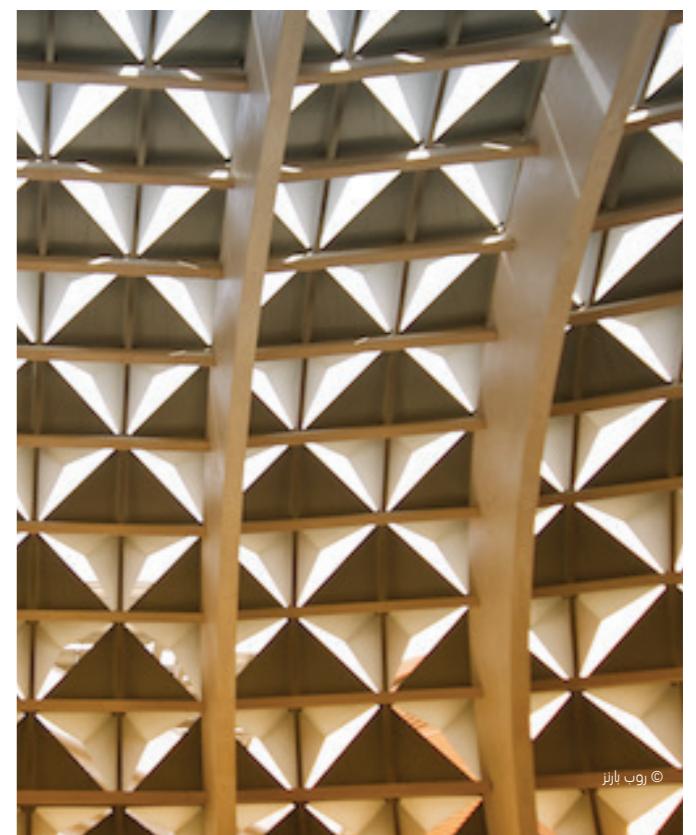
$$ERAIINT = \overline{ERAIINT} + ERAINT'$$

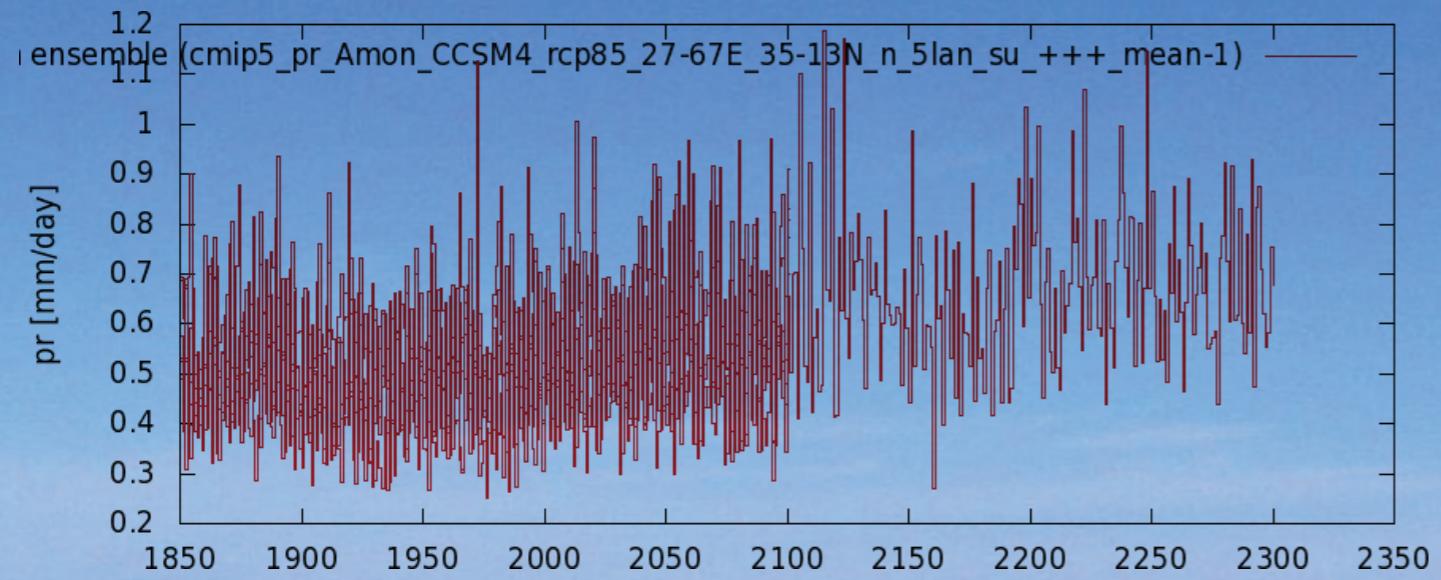
$$CCSM_R = \overline{ERAIINT} + CCSM'$$



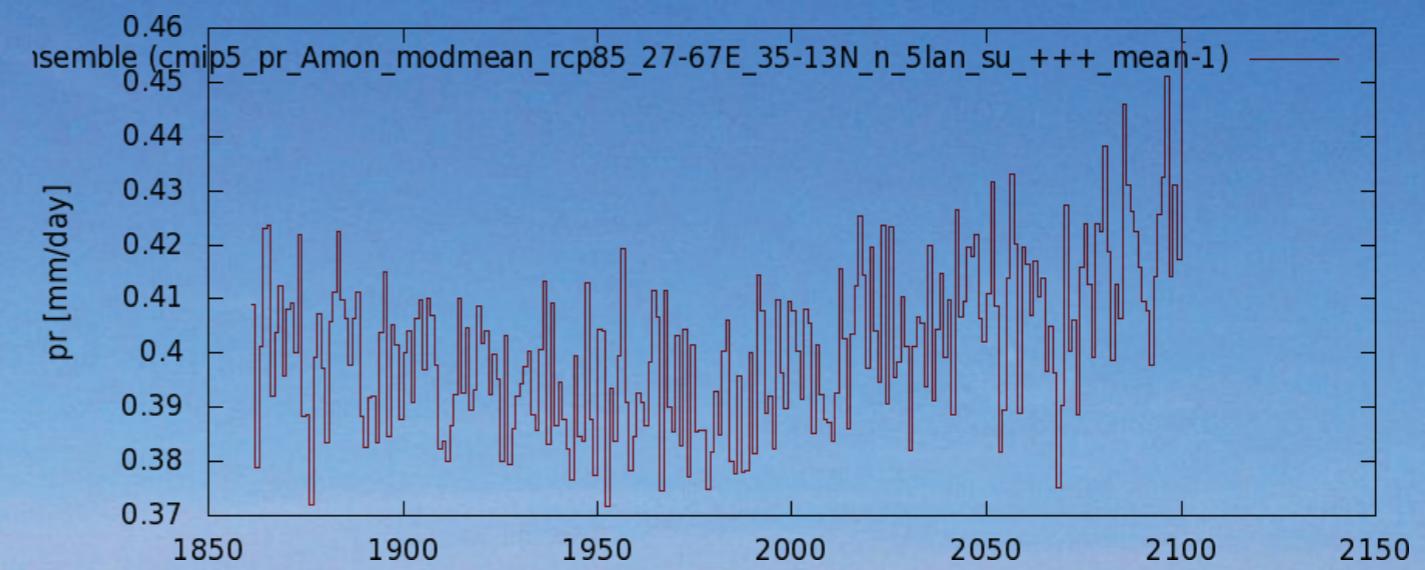
الشكل 5: ارتفاع المناطق (بالمتر، مدرج الألوان عند الجزء السفلي) وغطاء الأرض/البحر لنموذج CCSM4 (الجزء العلوي) ونموذج WRF الممتد لمسافة 4 كم (الجزء السفلي). تظهر الخطوط الساحلية والحدود السياسية الفعلية باللون الأسود.

وهو يمثل المسار الذي قد يكون محققاً (ومرغوباً) إذا تم، على سبيل المثال، تحديد أسعار غاز الدفيئة من أجل الحد من التأثير الإشعاعي (تومبسون وأخرون 2011). بينما يعتبر RCP8.5 سيناريو الانبعاثات العالمية ذي تأثير إشعاعي لغاز الدفيئة يصل إلى 8.5°C بقراية عام 2100. وهو يمثل مساراً محققاً إذا لم يفعل إلا القليل لکبح انبعاثات غازات الدفيئة (رياحي وأخرون 2011). وتم استخدام عضو المجموعة رقم 6 من عمليات المحاكاة RCP4.5 و RCP8.5، حيث يعتبر التاريχية والخاصة بالمسارين 6 ساعات، الحقول العضو الوحيد المتاح له، على فوائل زمنية كل 6 ساعات، الحقول ثلاثة الأبعاد الكاملة التي تعتبر مطلوبة لإنفاذ نموذج WRF.





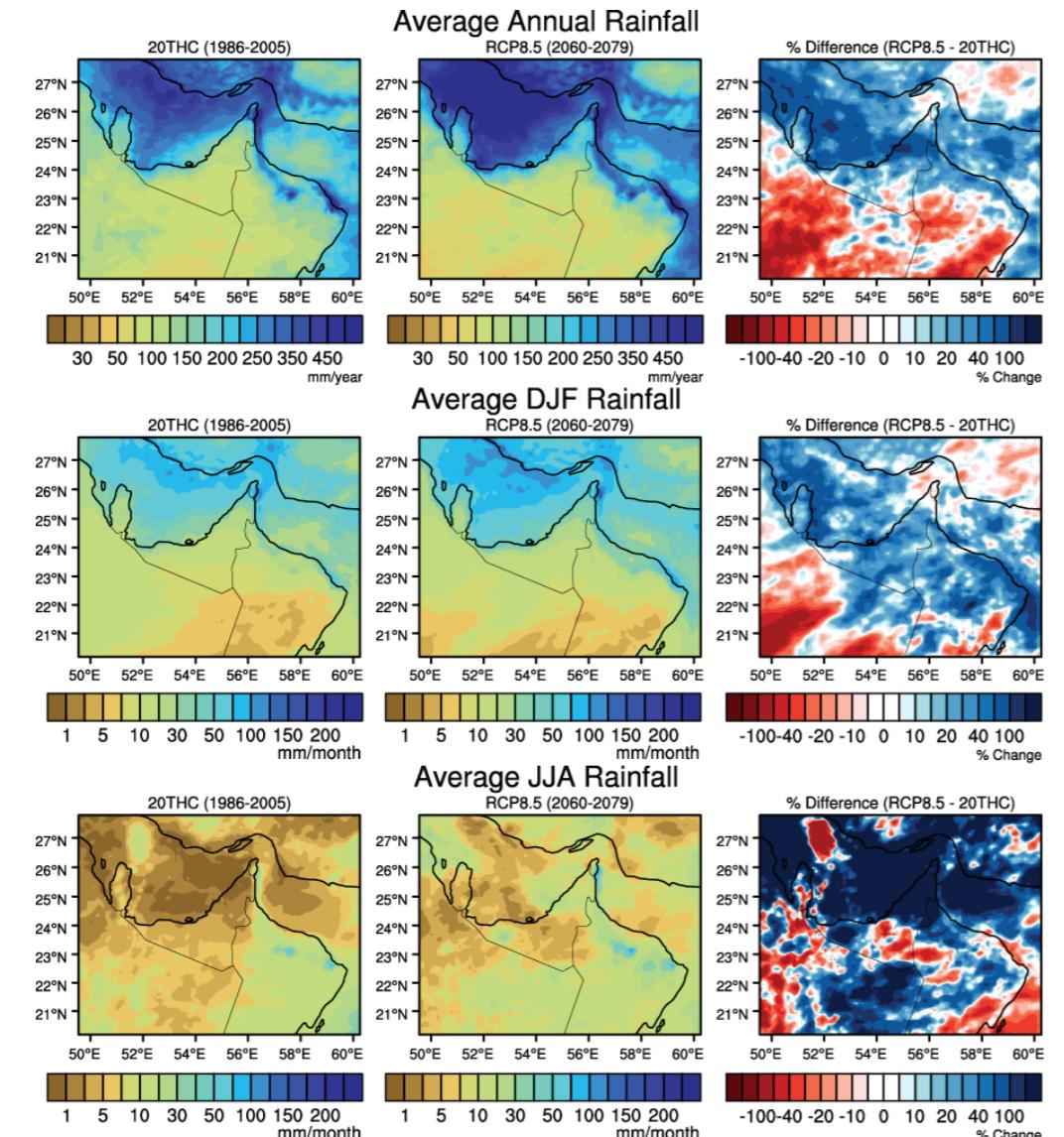
الشكل 7: التغير المتوقع في عدم انتظام هطول الأمطار بالنسبة لنموذج CCSM4، والذي يتضمن أعضاء مجموعة متعددة. وقام بعض أعضاء المجموعة بتنمية عمليات تشغيل بعد 2100 ولهذا تمتد الرسوم البيانية حتى 2300. مع قيام بعض أعضاء المجموعة بعملية التشغيل إلى أبعد من ذلك بكثير.



الشكل 6: متوسط هطول الأمطار بشكل غير نظامي من المجموعة الكاملة لنماذج GCM من IPCC AR5 بالنسبة لمنطقة شبه الجزيرة العربية.



على الصعيد الإقليمي، قد يبدوا أن نموذج CCSM4 “رطباً” بشكل نسبي بالمقارنة مع متوسط المجموعة لجميع النماذج المناخية ل报告 AR5، بمتوسط يومي لهطول الأمطار بالمنطقة في الفترة المعاصرة يبلغ حوالي 5 مم/اليوم؛ بينما يكون متوسط المجموعة أقل قليلاً من 4 مم/يوم.



الشكل 8: تقديرات هطول الأمطار لمودج WRF فيما يتعلق بعمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين (العمود الأيسر) وعملية محاكاة RCP8.5 (العمود الأوسط) والاختلاف (تغير النسبة المئوية لمسار RCP8.5 مطروحاً منه عمليات محاكاة المناخ في القرن العشرين؛ العمود الأيمن) والمتوسط السنوي (الصف العلوي) وفصل الشتاء (الصف الأوسط) وفصل الصيف (الصف السفلي).

تحدث الزيادات في هطول الأمطار على جبال الحجر وشرق دولة الإمارات بشكل أساسى خلال فصل الصيف أيضاً. وتحدث الانخفاضات السنوية على أجزاء كثيرة من عمان وشرق المملكة العربية السعودية خلال فصلي الشتاء والربيع (مارس - أبريل - مايو، لا تظهر).

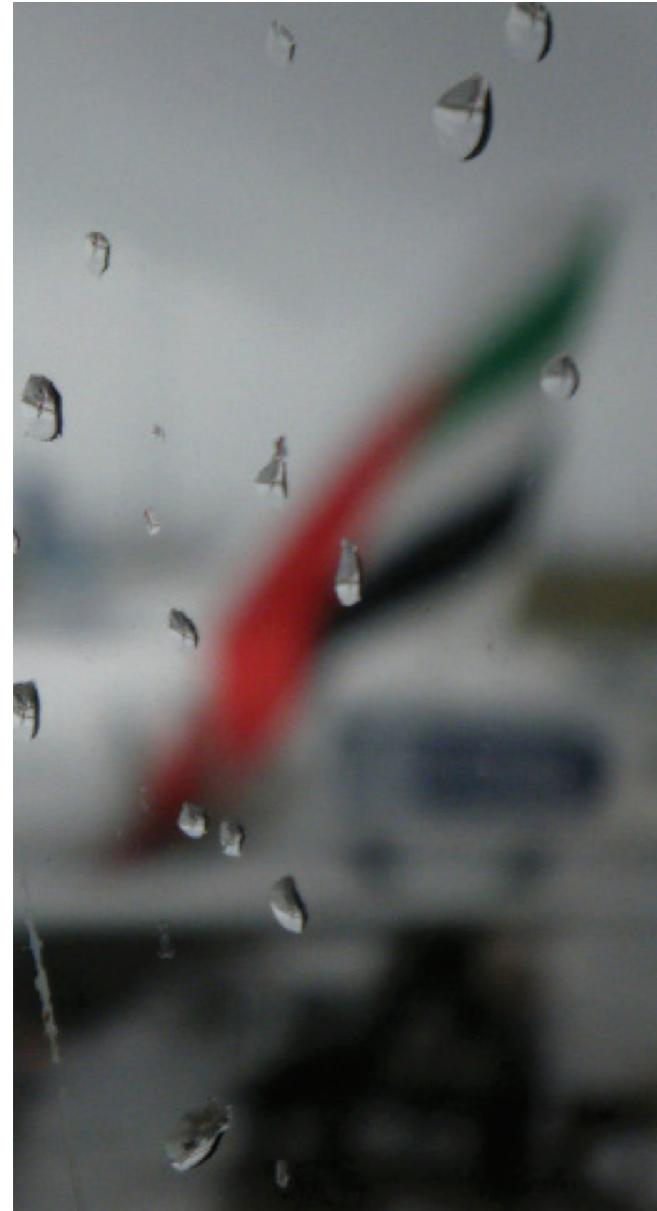
رغم الزيادات المتوقعة في هطول الأمطار على أجزاء كبيرة من الإمارات العربية المتحدة، ينبع انخفاض عدد الأيام الرطبة بشكل فعال في السيناريو المستقبلي للمناخ. ويوضح الشكل 9 مؤشر الأيام الرطبة لكل سيناريو والاختلافات. ومؤشر الأيام الرطبة ببساطة هو عدد الأيام (في السنة، وفق المتوسط المحسوب على مدى فترات زمنية ذات صلة تبلغ مدتها 20 عاماً) التي يكون فيها هطول الأمطار أكبر من 1 مم. ولا يتوقع حدوث زيادات في مؤشر الأيام الرطبة إلا على الساحل الشمالي من عمان. مع توقع حدوث زيادات في هطول الأمطار على الأجزاء الرطبة نسبياً من المنطقة المرسومة والانخفاض المتوقع في مؤشر الأيام الرطبة والزيادات الكبيرة في هطول الأمطار أثناء فصل الصيف والزيادات المتوقعة في درجات الحرارة (راجع القسم التالي)، يقترح عرض شرحاً ديناميكياً حارباً بشأن الزيادات الحاصلة في ظاهرة هطول الأمطار. وهذا يتضمن ببساطة زيادة في ضغط البخار المشبع مع تزايد درجة الحرارة (محادلة كالازبوس - كالابرون). وقد يحدث هطول لكميات أكبر من الأمطار أثناء حالات الهطول الأقل نسبياً من الكميات التي يتم رصدها حالياً.

لتقدير التغيرات المتوقعة في عملية هطول الأمطار على الإمارات العربية المتحدة وشبه الجزيرة العربية، تم تشغيل عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج WRF (باستخدام متغيرات نموذج CCSM4 مصحح التحيز باعتبارها مخرجات) لفترتين زمنيتين: الظروف الحالية (1986-1998)، المشار إليها باسم "عمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين"، وسيناريو (2060 - 2079) RCP8.5، المشار إليه باسم "RCP8.5".

هطول الأمطار

يوضح الشكل 8 كميات سقوط الأمطار المتوقعة بالنسبة لعمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين (العمود الأيسر)، وRCP8.5 (العمود الأوسط) واختلاف النسبة المئوية (العمود الأيمن)، المتوسط السنوي (الصف العلوي)، وخلال فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير، الصيف الأوسط)، وإجمالاً (الصف (يونيو - يوليو - أغسطس، الصيف السفلي). وإنما توقع حدوث زيادات من 50-100% من الكميات الحالية على أجزاء من إمارة دبي والشارقة وشمال إمارة أبوظبي، بمتوسط زيادات تقدر بحوالي 25% فوق المناطق المحيطة. ومن المتوقع أيضاً حدوث زيادات على الخليج العربي وخليج عمان.

يتوقع حدوث انخفاض في معدل هطول الأمطار في معظم أنحاء عمان وشرق المملكة العربية السعودية. ويعتبر فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) أكثر المواسم هطولاً للأمطار في جميع أنحاء المنطقة (الصف الأوسط)، وتحدث الزيادات المتوقعة لهطول الأمطار على الخليج العربي وشمال جبال الحجر في المقام الأول خلال هذا الموسم. ومن المثير للاهتمام، خلال موسم الصيف الجاف، أن الزيادات في هطول الأمطار في معظم أنحاء الإمارات العربية المتحدة تكون أكبر مما كانت عليه خلال فصل الشتاء الأكثر رطوبة، من حيث القيمة المطلقة وتغير النسب المئوية على حد سواء.

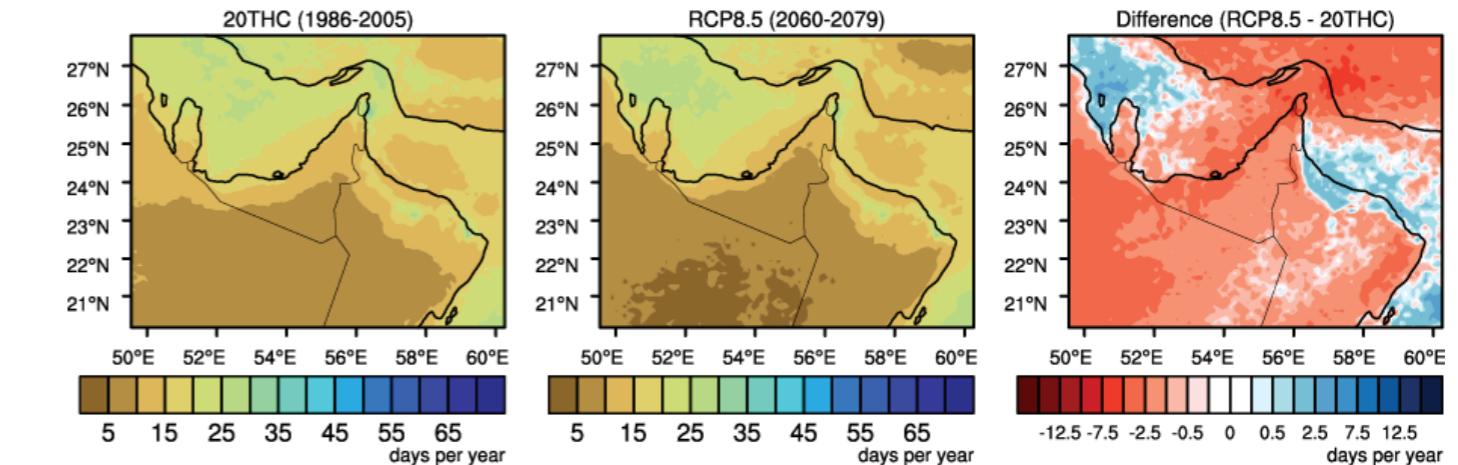


يُعبر عن التغيرات المتوقعة مستقبلاً في درجات الحرارة بمؤشر مدة موجة الحر (HWDI) في الشكل 11. ويُحدّد هذا المقياس حسب عدد الأيام، بفواصل زمنية مدتها 6 أيام، التي تزيد فيها درجة الحرارة القصوى اليومية عن القيمة المرجعية بمعدل 5 درجات مئوية. وفي هذه الحالة، تكون القيمة المرجعية هي المتوسط النسبي لدرجة الحرارة القصوى اليومية على مدى 20 عاماً لكل يوم تقويمي.

تعتبر قيم HWDI صغيرة بالنسبة لمناخ القرن العشرين، مما يعكس على الأرجح تبايناً سنوياً صغيراً بشكل نسبي في درجة الحرارة في جميع أنحاء المنطقة، إذ أن التباين اليومي في درجة الحرارة في المنطقة يُعد منخفضاً نسبياً (على سبيل المثال، تكون درجة الحرارة خلال فصل الصيف دائمًا للغاية بشكل دائم تقريباً). وعندما يتم حساب HWDI لسيناريو المناخ في المستقبل RCP 8.5، من خلال استخدام متوسطات RCP المقابلة باعتبارها مرجع 8.5، ينشأ انخفاض ملحوظ في HWDI في معظم دول الإمارات العربية المتحدة وسلسلة جبال الحجر، وأجزاء من شرق المملكة العربية السعودية. وتقتصر الزيادات في HWDI على عدد قليل من المناطق الساحلية الموجودة حول النطاق المرسوم. ويمكن أن يُعزى الانخفاض في HWDI إلى الزيادة المتوقعة في متوسط درجة الحرارة (الشكل 10) مما يؤدي إلى تقييد عدد الأيام الحارة نسبياً في سيناريو المناخ المستقبلي. وهذه هي المؤشرات التي نود أن نناقشها مع الشركاء لتحديد احتياجاتهم ومصلحتهم.

الشكل 9. القيم الخاصة بمؤشر الأيام الرطبة (عدد الأيام التي يكون فيها هطول الأمطار أكبر من 1 مم، المجمعة على مدار الفترات الزمنية التي تبلغ مدتها 20 عاماً)، بالنسبة لعمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين (الأيسر) والاختلاف (RCP8.5) (الأوسط) والاختلاف (RCP8.5 - 20THC) (الأيمن).

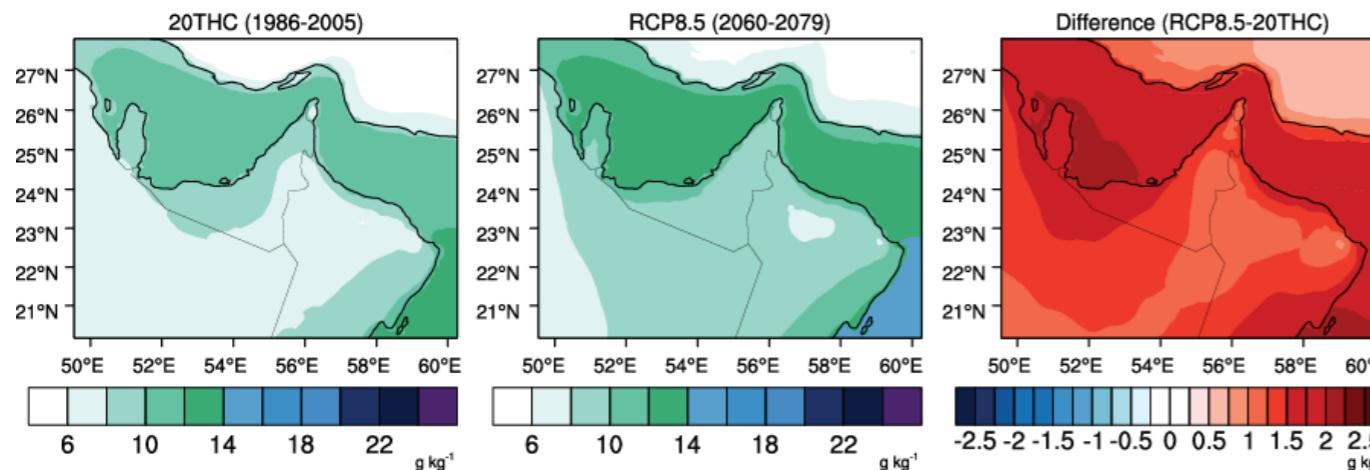
Wet Days Index



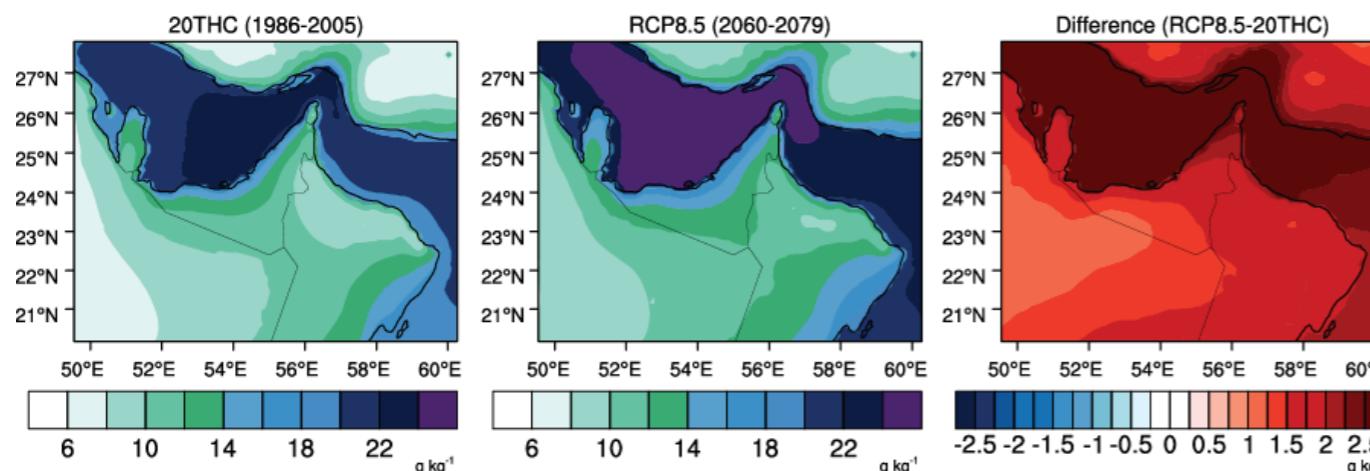
وتكون التغيرات اليومية المتوقعة لمتوسط درجة حرارة الهواء عند 2 درجة مئوية على سطح الأرض والرطوبة النوعية عند 10% فوق مستوى سطح الأرض في الشكل 10 وذلك خلال فصل الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير) وفصل الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس). وتعتبر الزيادات في متوسط درجة الحرارة المستقبلية جماعية عبر النطاق المرسوم، بمعدل يتراوح تقريرًا من 2 إلى 3 درجة مئوية على اليابسة (الصف العلوي). وتقل الزيادات قليلاً في العديد من المناطق الساحلية. وتعتبر هذه التغيرات متزنة خلال فصل الشتاء والصيف.

درجة الحرارة والرطوبة

متوسط الرطوبة النوعية عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض خلال أشهر ديسمبر-يناير-فبراير

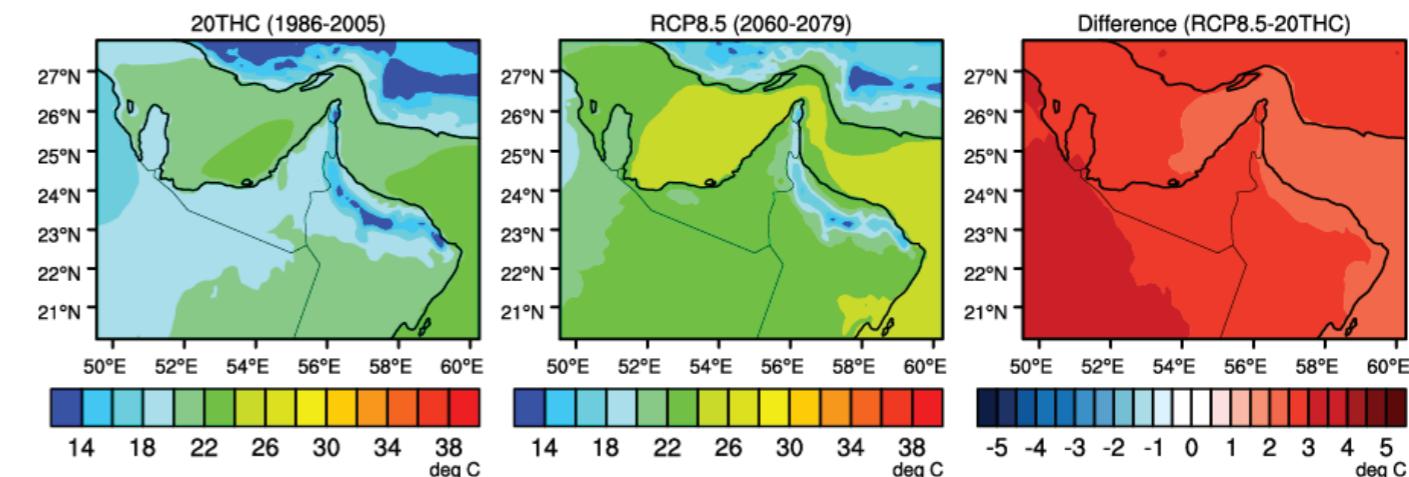


متوسط الرطوبة النوعية عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض خلال أشهر يونيو-يوليو-أغسطس

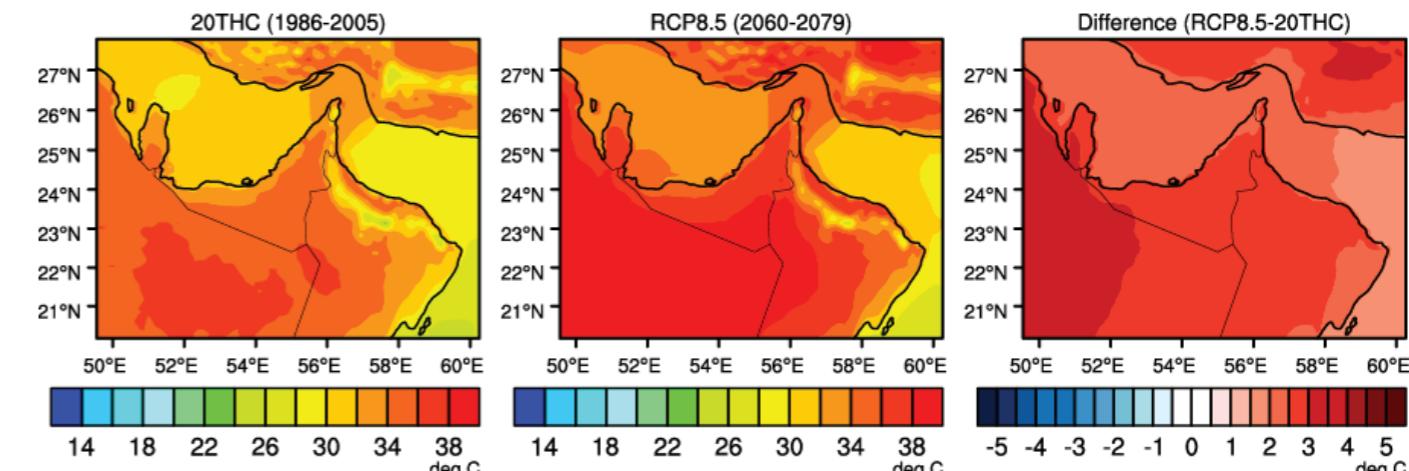


الشكل 10(ب): التغيرات الموسمية في درجة حرارة الهواء عند 2 مم فوق مستوى سطح الأرض (درجة مئوية) والرطوبة النوعية عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض (جم/كجم)

متوسط درجة حرارة الهواء عند 2 مم فوق مستوى سطح الأرض خلال أشهر ديسمبر-يناير-فبراير

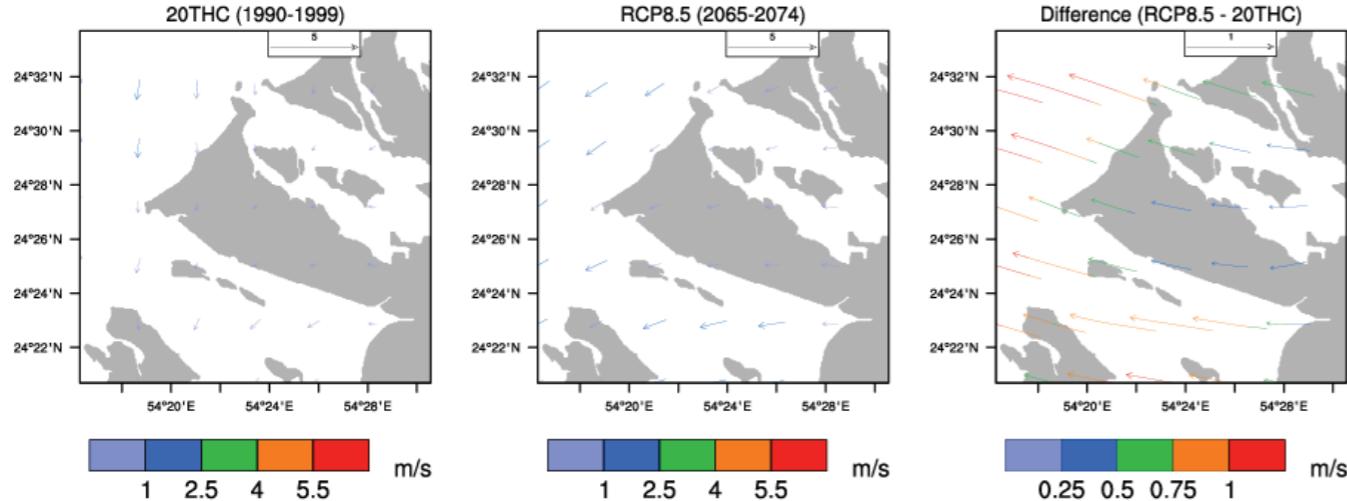


متوسط درجة حرارة الهواء عند 2 مم فوق مستوى سطح الأرض خلال أشهر يونيو-يوليو-أغسطس



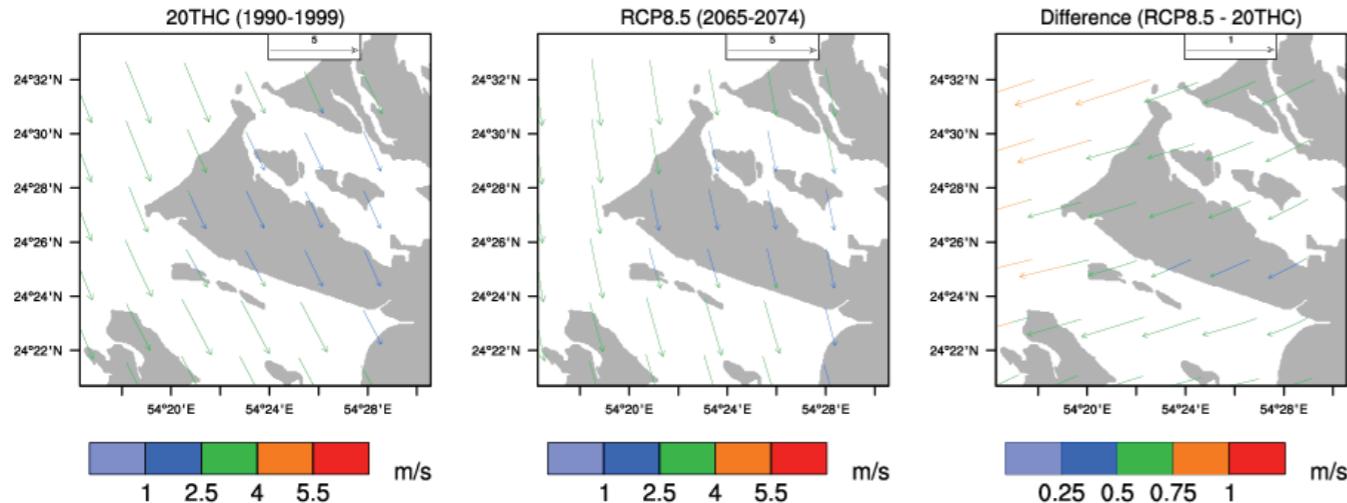
الشكل 10(أ): التغيرات الموسمية في درجة حرارة الهواء عند 2 مم فوق مستوى سطح الأرض (درجة مئوية) والرطوبة النوعية عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض (جم/كجم)

Abu Dhabi 10-m Winds DJF 0600



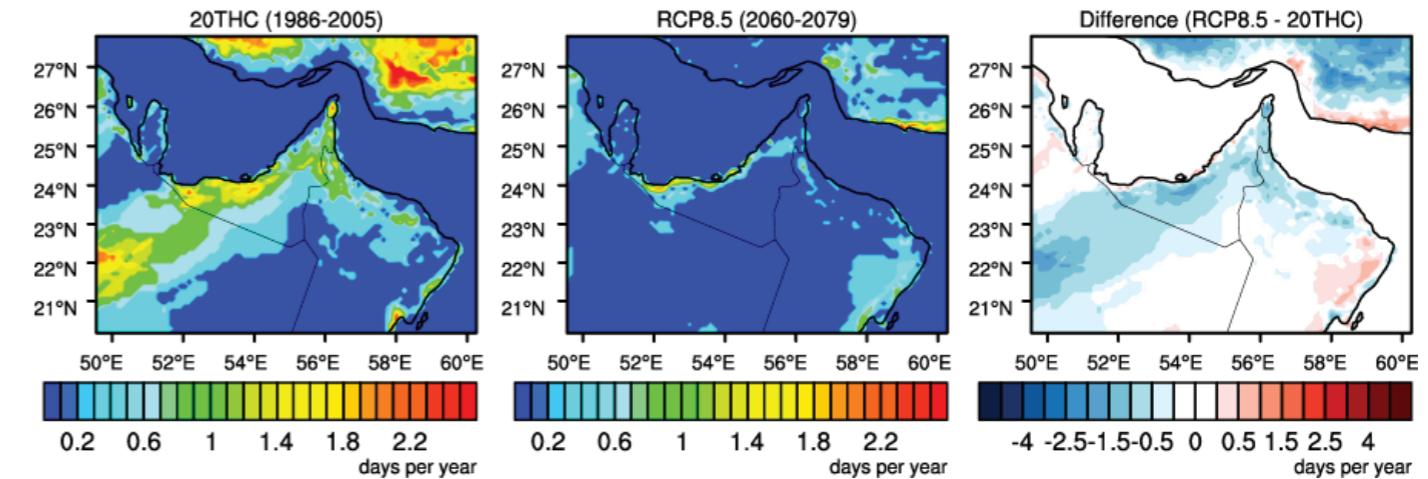
الشكل 12(أ): متوسط الرياح عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض حول جزيرة أبوظبي خلال أشهر ديسمبر-يناير-فبراير، في الصباح الباكر (0600)، بالتوقيت المحلي (0600).

Abu Dhabi 10-m Winds DJF 1800



الشكل 12(ب): مماثل للشكل 12(أ)، باستثناء ما هو متعلق بالمساء الباكر (1800 محلي)

Heat Wave Duration Index



الشكل 12(أ): القيم الخاصة بمؤشر مدة موجة الحر (عدد الأيام، بفواصل زمنية مدتها 6 أيام، التي تزيد فيها درجة الحرارة القصوى اليومية عن القيمة المرجعية بمعدل 5 درجات مئوية)، بالنسبة لعمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين (الأوپس)، والاختلاف (RCP 8.5)، مطروحاً منه عمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين: الأيمن).

التغيرات في الرياح حول جزيرة أبوظبي

يوضح الشكل 12(أ)، (ب) متوسط الرياح عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض في الصباح (0600 محلي) والمساء الباكر (1800 محللي) خلال أشهر ديسمبر-يناير-فبراير-يناير-فبراير (DJF) بالنسبة لعمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين (المناخ الحالي) والمناخ المستقبلي (RCP8.5 CCSM من عمليات المحاكاة عند 4 كم على مدى 10 سنوات).

توضّح اللوحة أقصى اليمين في كل من الشكلين الفرق بينهما. ويلاحظ أنه في الصباح الباكر، خلال أشهر ديسمبر-يناير-فبراير، تأتي الرياح من الجهة الشمالية الشرقية قبلة ساحل الخليج العربي، وفي ظل الظروف المناخية الحالية (مناخ القرن العشرين)، تعتبر الرياح القادمة من داخل دولة الإمارات العربية المتحدة أضعف بكثير منها في المناخ المستقبلي؛ مما يؤدي إلى حدوث تغيير صاف في رياح الصباح الباكر القادمة من شرق منطقة الخليج العربي إلى غربها أو من خارجها إلى داخلها.



Abu Dhabi 10-m Winds JJA 1800

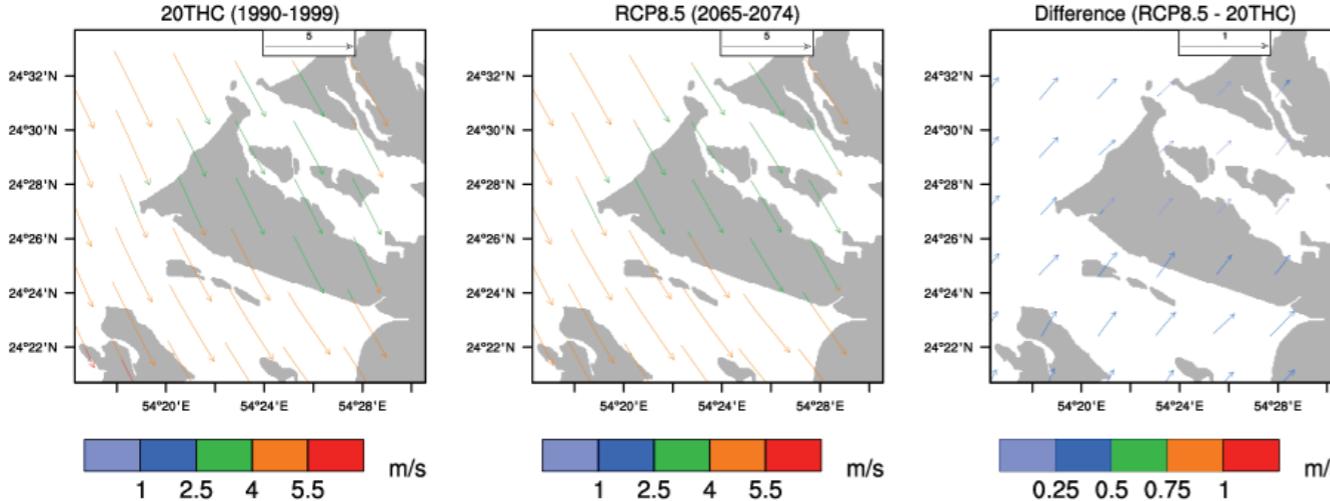
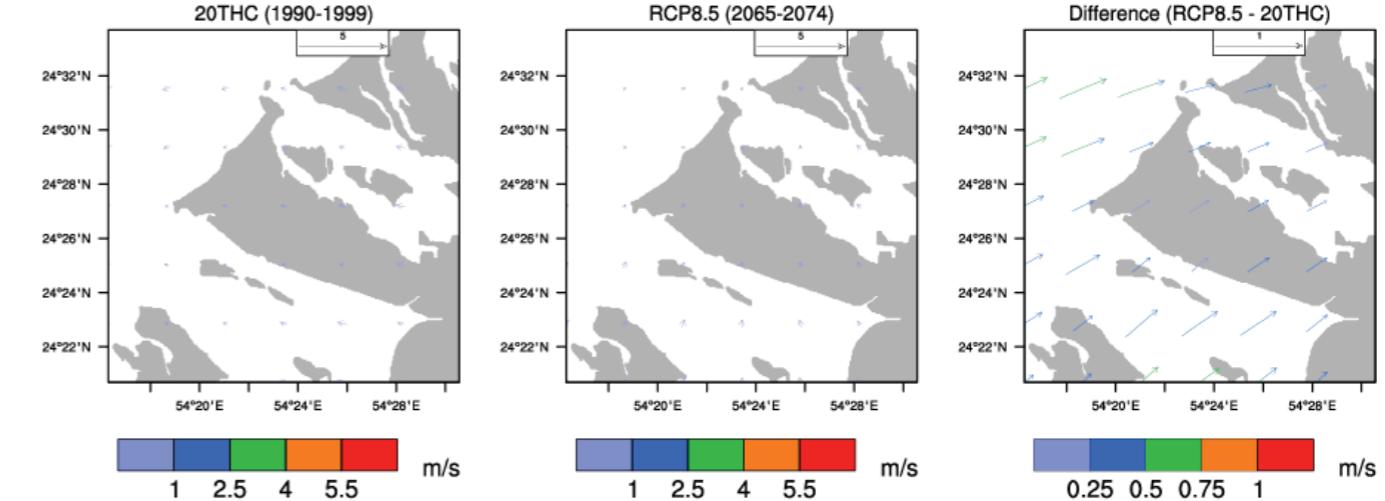


Figure 13b. Same as Figure 13a, except for the early evening (1800 local)



Abu Dhabi 10-m Winds JJA 0600



الشكل 13(أ): متوسط الرياح عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض حول جزيرة أبوظبي خلال أشهر يونيو-يوليو-أغسطس، في الصباح الباكر بالتوقيت المحلي (0600).

لشكل 13(أ)، (ب) مماثل للشكل 12(أ)، (ب)، باستثناء أنه يتم تقدير حقل الرياح لأن شهر يونيو ويوليو وأغسطس (JJA). ويعتبر الشكل 13(أ) هو المعني بساعات الصباح (0600). الرياح عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض، بينما يختص الشكل 13(ب) بساعات إلى جانب تغير طفيف في مقدار الرياح ناحية الشمال الشرقي.

لشكل 13(أ)، (ب) مماثل للشكل 12(أ)، (ب)، باستثناء أنه يتم تقدير حقل الرياح لأن شهر يونيو ويوليو وأغسطس (JJA). ويعتبر الشكل 13(أ) هو المعني بساعات الصباح (0600). الرياح عند 10مم فوق مستوى سطح الأرض، بينما يختص الشكل 13(ب) بساعات إلى جانب تغير طفيف في مقدار الرياح ناحية الشمال الشرقي.



تشير النتائج إلى العديد من مجالات البحوث المستقبلية الوعدة والتي يمكن الاستفادة منها بعيداً عن مجموعات البيانات الناتجة عن الدراسة، وتتضمن هذه المجالات ما يلي:

توقع الأحوال الجوية الشديدة. ثمة بعض أحداث الأعاصير الاستثنائية الواردة في بيانات CCSM4 GCM ستحدث بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين. وسيكون استكشاف ما إذا كانت نماذج GCM الأخرى تستنتج نفس الأنواع من الأحداث استكشافاً ذات قيمة.

تحسين تكوينات النمذجة. نظراً لامتلاك نموذج WRF تكوينات متعددة، سيكون من المفيد إجراء المزيد من التجارب لضمان تحقيق التكوين الأمثل للعديد من الأحداث الجوية.

نمذجة العواصف الرملية/الغبار. نظراً لأهمية الغبار، سيكون من المفيد للغاية استكشاف كيف يمكن لتغيير المناخ التأثير على تكوين الغبار ونقله وترسيبه في المنطقة.

- معالجة عدم التيقن. يتم تشغيل نموذج WRF إضافي باستخدام نماذج الدوران العالمية للغلاف الجوي والمحيطات المقترنة لتوليد عدد كبير من التوقعات المستقبلية.
- توقع تكرار العواصف الاستوائية. يتم تشغيل نموذج WRF إضافي باستخدام خاصية تمثيل "المحيط البسيط" الخاصة به من أجل محاكاة العواصف الاستوائية، بما في ذلك تركيبات التدفقات/المقاومات السطحية للرياح العالية، نهج لتسجيل آثار درجات حرارة سطح البحر على الأعاصير.
- اقتران الغلاف الجوي والمحيطات. قد يسمح إجراء التجارب في شكل مقترن بفهم أكثر اكتئاماً لكيفية عمل دينامييات الغلاف الجوي والخليج سوياً. وكلما يتم إحداث نمذجة للمحيطات، يكون كل من الدوران والملوحة حساسين للغاية لحالة الغلاف الجوي.

مع وجود تشابه بين الاتجاهات المتوقعة لنموذج CCSM4 مع متوسط المجموع التعدادي لجميع نماذج GCM في التجارب الواردة في IPCC AR5 (مثل الدفع والرطوبة). وترتبط معظم الأمطار المتزايدة بالظروف الأكثر رطوبة على شبه الجزيرة العربية التي تمتد عبر جزء كبير من دولة الإمارات العربية المتحدة. عرضنا بعض المؤشرات المناخية المصممة خصيصاً التي يمكن وضعها من مجموعة البيانات الخاصة بنموذج WRF (مؤشرات الطوبية والجفاف)، كما أظهرنا التغيرات المحتملة حدوثها في حقول الرياح الموجودة حول جزيرة أبوظبي وبالقرب منها.



© سلحوت جولبينار (ملطية)

يوضح هذا المشروع الفرعى الخاص بنمذجة الغلاف الجوى الإقليمية عملية إنشاء مجموعة بيانات لنموذج المناخ العالمي الجديد مصحح التحiz، استناداً إلى نموذج نظام المناخ في المجتمع (CCSM4). الخاص بمركز NCAR. وكان CCSM4 واحداً من نماذج المناخ العالمية الواردة في IPCC AR5، والذي تم تصحيح تحizه بحيث يكون مماثلاً من الناحية الاحصائية لمجموعة البيانات الخاصة بمشروع إعادة التحليل المؤقت (ERA-Interim؛ Di وآخرون 2011) التابع للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، ويُعد ERA-Interim عملية إعادة تحليل الغلاف الجوى الأكثر دقة والمتأحة في الوقت الحاضر (على سبيل المثال، لورينز وكونستمان 2010).

وتم بعد ذلك استخدام مجموعة البيانات الخاصة بنموذج CCSM4 مصحح التحiz باعتبارها الظروف الحدودية والأولية، بغرض محاكاة نموذج التنبؤ البحثي بالطقس (WRF) الخاص بمركز NCAR وذلك من أجل تقليل نطاق المحاكاة المناخية للقرن العشرين والمناخ المستقبلي بشكل ديناميكي استناداً إلى مسار انتجات RCP8.5. وكان يتم تشغيل نموذج WRF عند استبيانات مكانية من على مسافة 36 و 12 و 4 كم والتي تضمنت جزء كبير من شبه الجزيرة العربية. وكان يتم تشغيل النطاقين اللذين تبلغ مسافاتها 12 و 36 كم لمدة أطول، من 2006 إلى 2100، في حين تم تشغيل النطاق الذي تبلغ مسافته 4 كم (د³) لفترتين أقصر مدة كل منها 10 سنوات. وتم استخدام ما يقرب من 500,000 "ساعة نواة" على الحاسوب الفائق الخاص بمركز NCAR لإجراء هذا التحليل. وساعة النواة في الأساس عبارة عن عدد نوى المعالج المستخدمة مضرورة في مدة العمل، ولذلك إذا كان يتم استخدام حاسوب شخصي رباعي النوى، ستستغرق عمليات التشغيل أكثر من 14 عاماً للانتهاء.

تظهر النتائج أن عمليات المحاكاة الخاصة بنموذج WRF قد سجلت بشكل كاف المناخ الإقليمي لشبه الجزيرة العربية على مدى فترة القرن العشرين، سيتم عرض المزيد من التحقق بشأن ذلك في التقرير النهائي الكامل. ويشير التوقع الخاص بنموذج CCSM4 بشأن المناخ في المستقبل إلى الظروف الأكثر رطوبة والأكثر دفئاً في المنطقة بشكل عام.



مسرد المصطلحات

عمليات المحاكاة التاريخية للمناخ: هذه العملية خاصة باستخدام نموذج المناخ الإقليمي لمحاكاة السجل المناخي المرصود عن طريق استخدام بيانات ERA-Interim مثل الظروف الحدودية.

تحليل الحساسية التكراري: أسلوب لاستكشاف آثار المتغيرات المحددة بطريقة تدريجية.

الظروف الحدودية الجانبية: يشير هذا المصطلح إلى ظروف المناخ الجوي المادية (مثل درجة الحرارة والرطوبة والضغط) التي توجد على جانب، أو طرف، خلية شبکية ثلاثة الأبعاد

مخرجات تأثير الأرصاد الجوية: تتالف مخرجات تأثير الأرصاد الجوية من مجموعة من المتغيرات مثل درجة الحرارة والهطول والرياح وضغط البخار وإشعاع الموجات الطويلة والقصيرة الهاابطة إضافة إلى متغيرات أخرى.

مسرد المصطلحات الرئيسية

شبكة الجزيرة العربية: تتألف شبكة الجزيرة العربية من دول اليمن وعمان وقطر والبحرين والكويت والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وكذلك أجزاء من جنوب العراق والأردن.

تطبيق مراقبة المناخ Climate Inspector: أداة تصوّر وتستخرج بيانات لمراجعة المخرجات الخاصة بدراسة نمذجة الغلاف الجوي الإقليمية.

إعادة التحليل المؤقت (ERA-Interim) التابع للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى: يعتبر ERA-Interim مشروع لتجميع البيانات والذي يتضمن بيانات تماثلية مرصودة عن الأرصاد الجوية خلال الفترة ما بين 1981-2010 باستخدام مخطط تمثيل (أو "تحليل") متسق واحد. وتأتي البيانات المرصودة من مصادر مثل الأقمار الصناعية وبالونات الطقس، ويعتبر ERA-Interim واحداً من عمليات إعادة تحليل الغلاف الجوي الأكثر دقة المتوفرة حالياً ويتم استخدامه بشكل كبير في نمذجة المناخ الإقليمية.

نموذج الغلاف الجوي غير الهيدروستاتيكي ذو الشكل التحفظي القابل للانضغاط بشكل كامل: يشير هذا المصطلح إلى طبيعة نموذج البحث والتنبؤ الطقسي (WRF)، وهو عبارة عن نظام عددي للتنبؤ بالأحوال الجوية ومصمم لأبحاث الغلاف الجوي والتنبؤ التشخيصي على حد سواء.

نماذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات المقترنة AR5 تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ AOGCM

الإصدار 4 من نموذج نظام الأرض المجتمعي الخاص بالمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي CCSM4

الإصدار 5 من مقارنة النماذج المناخية CMIP5

هيئة البيئة - أبوظبي EAD

المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى ECMWF

قرير التقييم الرابع (IPCC) FAR

نموذج المناخ العالمي GCM

غاز الدفيئة GHG

نظام المعلومات الجغرافية GIS

حكومة أبوظبي GoAD

مؤشر مدة موجة الحر HWDI

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ IPCC

تغير المناخ على المستوى المحلي والوطني والإقليمي LNRCC

المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي NCAR

الحاسوب الفائق وايؤمنغ NWSC

أو "يلوستون" NCAR

الباحث الرئيسي PI

نموذج المناخ الإقليمي RCM

مسار التركيز التمثيلي RCP

فريق الأبحاث RT

درجات حرارة سطح البحر SST

تقرير التقييم الثالث (IPCC) TAR

دولة الإمارات العربية المتحدة UAE

نموذج البحث والتنبؤ الطقسي WRF

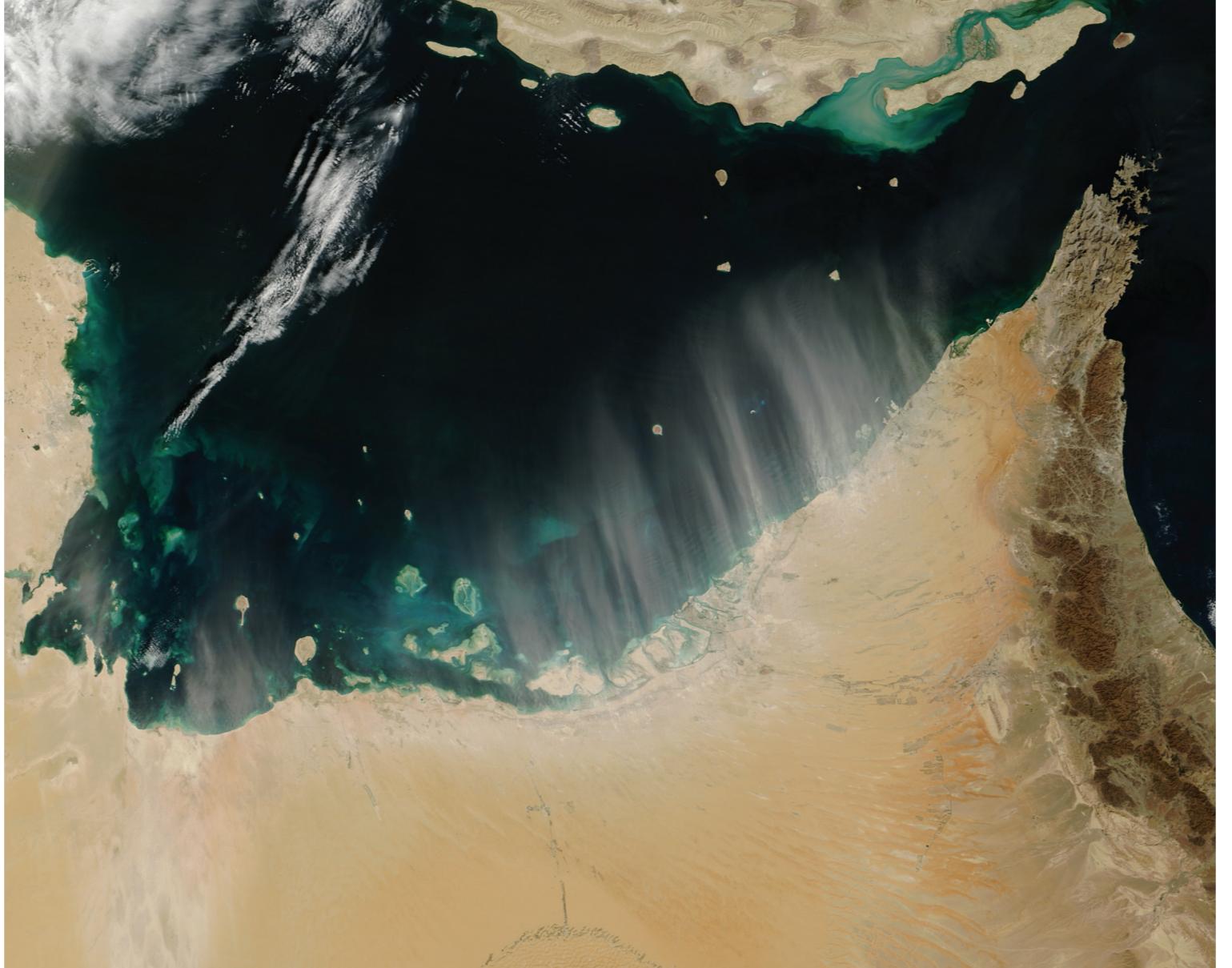
عمليات المحاكاة للمناخ في القرن العشرين 20THC



مسارات التركيز التمثيلية (RCP): مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) عبارة عن أربعة مسارات لتركيز- بدلًا من انبعاث - غاز الدفيئة والتي استخدمتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ في تقرير التقييم الخامس. وتحل مسارات التركيز التمثيلية محل خطوط غاز الدفيئة (مثل A1 وB1). ويمكن اعتبار RCP8.5 مطابقًا لسيناريو بقاء الأمور على حالها. يفترض RCP4.5 حدوث استقرار لتركيز انبعاثات غاز الدفيئة في الغلاف الجوي بحلول 2100. وتقدم مسارات التركيز التمثيلية توقعات قائمة على التوقيت بشأن تركيزات غاز الدفيئة (GHG) في الغلاف الجوي، ويُعبر مصطلح "مسار" عن المسار الذي تسير فيه بمور الوقت للوصول إلى هذه النتيجة. وتعتبر هذه المسارات تمثيلية إذ أنها واحدة من السينarioهات المختلفة المتعددة التي تمتلك خصائص مماثلة من حيث التأثير الإشعاعي والانبعاثات.

النطاق المكاني: يشير إلى مدى أو حجم أي طول أو بعد أو مساحة تم دراستها أو وصفها.

النطاق الزمني: يشير إلى مدى الفترة الزمنية قيد الدراسة، سواءً في الماضي أو المستقبل.



المخططات الخاصة بتحديد معلمات الفيزياء المكرمية: يشير مصطلح تحديد معلمات الفيزياء المكرمية إلى تمثيل العملية فيزيائية، وذلك من خلال تحديد المعلمات الازمة الخاصة بالمواصفات ذات الصلة للعوامل التي تحكم في تشكيل، على سبيل المثال، قطرات السحب وبلورات الثلج ونموها وتساقطها مثل هطول الأمطار.

الحاسوب الفائق وايؤمنغ-NCAR أو "يلوستون": هو عبارة عن حاسوب فائق من آي بي إم بسرعة 1.5 بيتابلوب. ويعتبر واحد من أقوى الحواسيب الفائقة في العالم المصممة خصيصاً للعلوم الجيولوجية.

التساقط التضاريسي: يشمل المطر أو غيره من أشكال التساقط الناجمة عندما يرتفع الهواء الطلق ويتحرك فوق سلسلة جبلية. وكلما ارتفع الهواء وبرد، تتشكل الغيوم على الجبال وتكون بمثابة مصدر لهطول الأمطار، ويكون معظمها عكس اتجاه الرياح من السلسلة الجبلية.

التأثير الإشعاعي (RF): عبارة عن قياس قدرة الغازات أو غيرها من العوامل المؤثرة على التأثير في توازن الطاقة، مما يُسهم بدوره في تغيير المناخ. ويعبر التأثير الإشعاعي عن تغير الطاقة الموجودة في الغلاف الجوي نتيجة لأنبعاثات غاز الدفيئة.

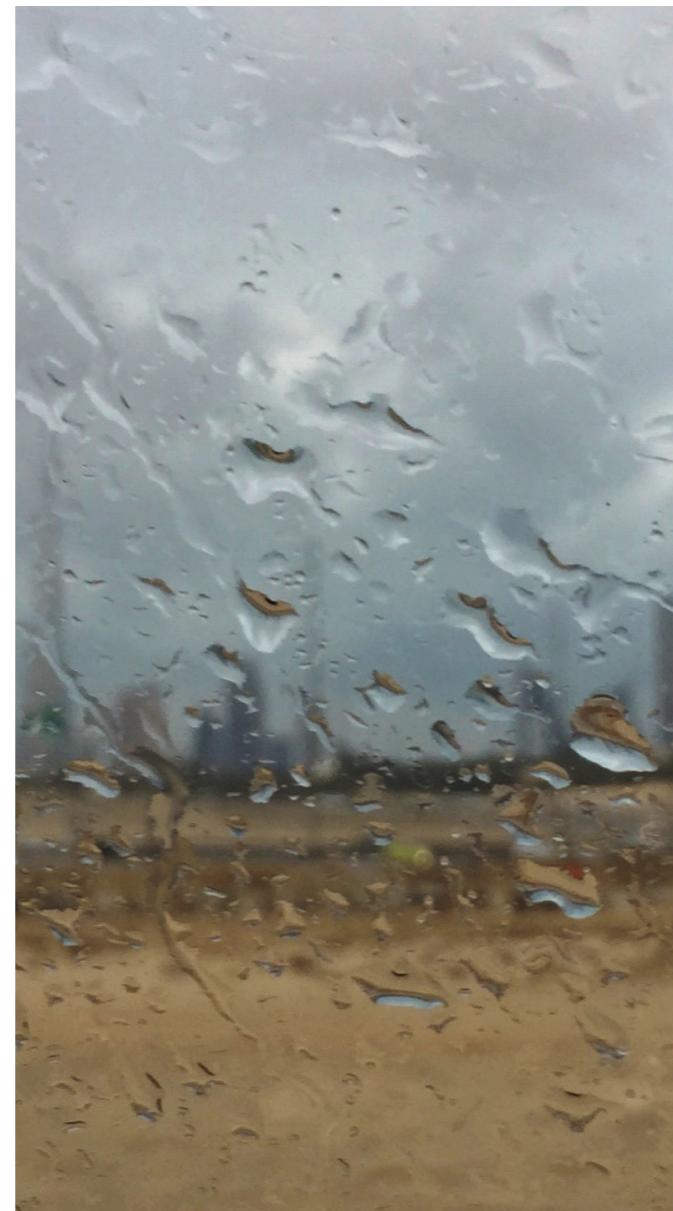


Stauffer DR, Seaman NL. 1994. Multiscale four-dimensional data assimilation. *J. Appl. Meteorol.* 33: 416-434.

Taylor K.E., R.J. Stouffer, and G.A. Meehl, 2012: An Overview of CMIP5 and the Experiment Design *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 93: 485–498 doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

Thomson, A. M., K. V. Calvin, S. J. Smith, G. P. Kyle, A. Volke, P. Patel, S. Delgado-Arias, B. Bond-Lamberty, M. A. Wise, L. E. Clarke, and J. A. Edmonds, 2011: RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. *Climatic Change*, 109, 77-94.

Xu Z, Yang Z-L. 2012. An improved dynamical downscaling method with GCM bias corrections and its validation with 30 years of climate simulations. *J. Climate* 25: 6271-6286, doi:10.1175/JCLI-D-12-00005.1.



Lorenz C., and H. Kunstmann, 2012: The Hydrological Cycle in Three State-of-the-Art Reanalyses: Intercomparison and Performance Analysis. *J. Hydrometeor*, 13, 1397–1420.

Moss, R.H., and co-authors. 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, 747-756 doi:10.1038/nature08823.

Rasmussen R, and Coauthors. 2011. High-Resolution Coupled Climate Runoff Simulations of Seasonal Snowfall over Colorado: A Process Study of Current and Warmer Climate. *J. Climate*, 24, 3015–3048.

Reynolds RW, Smith TM, Liu C, Chelton DB, Casey KS, and Schlax MG. 2007. Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. *J. Climate*, 20: 5473-5496.

Riahi, K., S. Rao, V. Krey, C. Cho, V. Chirkov, G. Fischer,

G. Kindermann, and N. Nakicenovic, 2011: RCP 8.5 – A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change*, 109, 33–57.

Skamarock WC, Klemp JB. 2008 A time-split non-hydrostatic atmospheric model for weather research and forecasting applications. *J Comput Phys*, 227: 3465-3485

Skamarock WC, Klemp JB, Dudhia J, Gill DO, Barker DM, Duda M, Huang XY, Wang W, Powers JG. 2008. 'A description of the Advanced Research WRF Version 3'. NCAR Tech Notes-475+ STR.

Bruyére CL, Done JM, Holland GJ, Fredrick S. 2013. Bias corrections of global models for regional climate simulations of high-impact weather. *Clim. Dyn.*, doi:10.1007/s00382-013-2011-6.

Dee DP, and Coauthors, 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 137: 553-597.

Done JM, Holland GJ, Bruyére CL, Leung LR, Suzuki- Parker A. 2013. Modelling high-impact weather and climate: lessons from a tropical cyclone perspective. *Climatic Change*, doi:10.1007/s10584-013-0954-6.

Gent PR, Danabasoglu G, Donner LJ, Holland MM, Hunke EC, Jayne SR, Lawrence DM, Neale RB, Rasch PJ, Vertenstein M, Worley PH, Yang Z-L, Zhang M. 2011. The Community Climate System Model version 4. *J. Climate*, 24: 4973-4991, doi: 10.1175/2011JCLI4083.1.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM, eds). Cambridge, UK and New York, NY:Cambridge University Press.

Knutti, R., D. Masson, and A. Gettelman, 2013: Climate model genealogy: Generation CMIP5 and how we got there. *Geophys. Res. Lett.*, 40, 1194–1199, doi:10.1002/grl.50256.



المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي

يعتبر المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي (NCAR) أحد مراكز البحث والتكنولوجيا الممولة فيدراليًا، ويكرس جهوده لخدمة علوم الغلاف الجوي وغيرها من العلوم ذات الصلة وإجراء أبحاث عنها والتوعية بشأنها. وتمثل مهمة المركز في استيعاب سلوك الغلاف الجوي وأنظمة الأرض والفضاء الأرضي ذات الصلة، ودعم وتحفيز توسيع قدرات المجتمع الجامعي والمجتمع العلمي الأوسع نطاقاً، على الصعيدين الوطني والدولي؛ وتحفيز نقل المعرفة والتكنولوجيا من أجل تحسين الحياة على سطح الأرض. ويُدار المركز برعاية من المؤسسة الوطنية للعلوم، إلى جانب الدعم الإضافي الكبير الذي تقدمه وكالات أخرى تابعة للحكومة الأمريكية والحكومات الوطنية الأخرى والقطاع الخاص.

لمزيد من المعلومات، يرجى زيارة www.ncar.ucar.edu



المجموعة البحثية المعنية بتغير المناخ (CCRG)

تعتبر 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 وأمريكتين. ونظرًا لكون كل عمل يواجه مجموعة فريدة من التحديات استنادًا إلى السياق المحلي، فإننا نتمتع بخبرة واسعة في وضع الاستراتيجيات للعديد من المجالات والخدمات الموضوعية للمجموعة المستدامة. وتشمل المجالات والخدمات الموضوعية للمجموعة ما يلي: استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ؛ وتحليل تخفيف ظاهرة الاحتباس الحراري؛ وتغيير المناخ وإدارة مخاطر الكوارث؛ وتغيير المناخ والزراعة والأمن الغذائي؛ وتغيير المناخ والأمن المائي؛ وتغيير المناخ والصحة العامة؛ ونمذجة إمدادات الطاقة والتكامل المتعدد؛ ونمذجة ملوثات الهواء وسيناريوهات انبعاث الغازات الدفيئة؛ وبرامج تعزيز القدرات.

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



هيئة البيئة - أبوظبي
Environment Agency - ABU DHABI



مبادرة من:



مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية

Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative

مبادرة أبوظبي العالمية للبيانات البيئية (AGEDI)

تم تأسيس هيئة البيئة - 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 تحمل 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 تغيير المناخ وما ينجم عنه من آثار.

لمزيد من المعلومات، يرجى زيارة www.ead.ae

تحت توجيهه 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 الصعيد الدولي.

لمزيد من المعلومات، يرجى زيارة www.agedi.org

كافحة التقارير والمصادر متوفرة للتحميل على موقعنا الإلكتروني، www.agedi.org، وعلى بوابة الإلكترونية لمفتشي التغيير المناخي <https://agedi.org/agedi-climate-inspectors/>



هيئة البيئة - أبوظبي
Environment Agency - ABU DHABI



an initiative of



أبو ظبي العالمية لمعلومات البيئة
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

AGEDI.org

LNRClimateChange@ead.ae