

مشروع الخريطة التفاعلية للتغيرات المناخية على جمهورية مصر العربية



د. اشرف صابر زكي
رئيس الاداره المركزيه
لبحوث الارصاد والمناخ



المرحلة الأولى - تقرير
الهيئة العامة للارصاد الجوية

فريق العمل :

الاستاذ/ وائل خالد
مدير عام البحث العلمي

دكتور/ زينب صلاح
مدير اداره بحوث تلوث الهواء،

دكتور/ احمد جلال
باحث بالاداره العامة للبحث العلمي

دكتور/ سامي راتب
باحث بالاداره العامة للبحث العلمي

1 - المقدمة

يعتبر تغير المناخ أحد أهم التحديات التي تواجه العالم الآن حيث يؤثر تقريباً على كل جانب من جوانب حياتنا. فمنذ بداية القرن العشرين، والعلماء يلاحظون تغييراً في المناخ والذي لا يُعزى فقط إلى أي من التأثيرات «الطبيعية» في الماضي. وأن هذا التغير في المناخ، والمعروف أيضاً باسم ظاهرة الاحترار العالمي حدث أسرع من أي تغير مناخي آخر سجل من قبل البشرية. وقد أصدر الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) تقرير التقييم الخامس (AR5) للتغير المناخي عام 2013، والذي أظهر الإجماع العلمي واسع النطاق على أن ظاهرة احترار النظام المناخي مؤكدة لا لبس فيها وأن التأثير البشري على نظام المناخ هو السبب الرئيس لذلك. حيث وفقاً للتقرير فإن

نبذة عن المشروع

تحقيقاً للتنمية المستدامة لجمهورية مصر العربية بات من الضروري وضع المستجندات الناتجة عن التغيرات المناخية و تأثيراتها أمام صانع القرار بصورة واضحة تمكنه من وضع الخطط اللازمة لمجابهة تأثيرات التغيرات المناخية على مختلف قطاعات الدولة. و من هذا المنطلق فقد تم البدء في مشروع الخريطة التفاعلية للتغيرات المناخية على مصر بمشاركة جهاز شئون البيئة و ادارة المساحة العسكرية و الهيئة العامة للارصاد الجوية و معهد بحوث التغيرات المناخية.

وتقوم الهيئة العامة للارصاد الجوية بالجزء الخاص بإعداد بيانات لمختلف العناصر المناخية كدرجات الحرارة و الأمطار و الرطوبة و الرياح و فترات سطوع الشمس على مصر بالإضافة للأحداث المناخية الجامحة على مصر حتى عام 2100 باستخدام سيناريوهات التغيرات المناخية. و ينقسم المشروع إلى ثلاثة مراحل تم الانتهاء من أولها، و يحتوي التقرير التالي على ما قامت به الهيئة العامة للارصاد الجوية في المرحلة الأولى من المشروع و عرض تفصيلي للمنهجية المستخدمة و بعض المخرجات كنموذج للمخرجات العديدة الناتجة في هذه المرحلة.

الأمراض مثل البعوض. وقد تؤدي آثار تغير المناخ أيضاً إلى الصراع أو إجبار الناس على الهجرة (على سبيل المثال من المناطق الساحلية المنخفضة الأكثر عرضة للغرق).

2 - المنهجية والبيانات المستخدمة

تستند التوقعات المناخية في هذا التقرير إلى مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) وهي سيناريوهات وضعتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) واستخدمتها في تقريرها التقييمي الخامس. وهذان المساران هما : مسار التركيز التمثيلي (سيناريو 4.5 - RCP4.5) والذي يمثل الحالات المتوسطة ، ومسار التركيز التمثيلي (سيناريو 8.5 - RCP8.5) والذي يمثل الحالات الأسوأ. وتتم تسمية هذه السيناريوهات بحسب الاختلال المتوقع حدوثه في الاتزان الإشعاعي في النظام المناخي (القسر الإشعاعي) تبعاً لتركيزات غازات الاحتباس الحراري.

وبناءً على هذه السيناريوهات قامت عدة مراكز عالمية بتشغيل نماذجها المناخية العالمية (Global Circulation Models) لإصدار توقعات مستقبلية لأهم العناصر كدرجات الحرارة والأمطار والرياح حتى عام 2100 للعالم بأكمله، مع اعتبار البيانات التي تمثل السنوات ما قبل 2006 هي بيانات مرجعية تمثل المناخ الحالي وما بعدها يمثل السيناريوهات المختلفة. وحيث أن مخرجات هذه النماذج تكون بدرجة دقة منخفضة لكونها تغطي كل مساحة العالم مما يستدعي استخدام نماذج مناخية إقليمية (Regional Climate Models) لتعمل بدرجة دقة أفقية ورأسية أعلى وتعطي تفاصيل ومخرجات أكثر تفصيلاً تتناسب مع طبيعة كل منطقة.

1.1. النموذج الإقليمي للمناخ (RegCM4):

لإصدار التوقعات المناخية المستقبلية فقد تم استخدام النموذج الإقليمي للمناخ ((RegCM4 (Giorgi et al., 2012)) والذي يتم تطويره في المركز الدولي للفيزياء النظرية (ICTP) ، حيث أنه أحد أشهر النماذج الإقليمية المستخدمة في العديد من الدراسات المناخية ولما لدى الهيئة من خبرة في تشغيله واستخدام مخرجاته.

1.1.2. البيانات المستخدمة:

وفي هذا الصدد فقد قام فريق العمل من معهد التغيرات المناخية التابع لوزاري الري و الموارد المائية بتحليل ودراسة مخرجات العديد من النماذج العالمية لاختيار أكثرها توافقاً مع البيانات المناخية

التزايد المستمر في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو الغازات الدفيئة و خاصة غاز ثاني أكسيد الكربون منذ خمسينيات القرن العشرين أدى إلى زيادة قدرة الغلاف الجوي على الاحتفاظ بالحرارة وبالتالي تزايد درجات الحرارة في نظامنا المناخي بصورة واضحة. وقد لوحظت تغييرات غير مسبوقة في المناخ كارتفاع درجة حرارة الجو والمحيطات ، وتناقص مستويات الثلوج والجليد ، وارتفاع مستوى سطح البحر و تزايد تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

وتعتبر ظاهرة الاحتباس الحراري الطبيعي جزء من نظام متوازن لنقل الطاقة وتحويلها داخل الغلاف الجوي وعلى سطح الأرض وفي المحيطات. ولا يزال مناخ الأرض مستقراً إلى حد كبير لأن كمية الطاقة التي تتلقاها مساوية لتلك التي تفقدها (ميزانية طاقة متوازنة). ومع ذلك، هناك عوامل تسببت في تغييرات كبيرة في النظام المناخي. وبما أن هذه العوامل تقود أو «تجبر» النظام على التغيير فإنه يطلق عليها اسم «التأثيرات» والتغيير في الطاقة الناجمة عن هذه التأثيرات يسمى القسر الإشعاعي.

ويهتم علماء المناخ بدراسة التغييرات الأخيرة الحادثة في المناخ ودراسة وتوقع التغييرات المحتملة في المستقبل. ولهذا الغرض يتم استخدام نماذج عديدة للنظام المناخي لفهم سلوكه والتنبؤ به على أساس الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمكوناته، وتفاعلاتها والعمليات المرتدة، وتقديم بيانات لبعض خصائصه المعروفة. و أحد المدخلات إلى نموذج المناخ هي سيناريوهات الانبعاثات، التي تقدر كمية الانبعاثات المستقبلية من الغازات الدفيئة والمواد العالقة (الأهباء الجوية) في الغلاف الجوي على أساس افتراضات تتعلق بها، على سبيل المثال: التطورات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية في المستقبل. والنماذج العددية للمناخ تعمل على محاكاة النظام المناخي واستجابته لسيناريو انبعاثات معين. وهذا ما يعرف بالإسقاطات المناخية المستقبلية.

ونظراً للتركيزات الحالية والانبعاثات المستمرة من الغازات الدفيئة، فمن المرجح أن يشهد نهاية هذا القرن استمرار زيادة درجات الحرارة العالمية أعلى من درجات الحرارة فيما قبل العصر الصناعي وسوف تستمر معظم مظاهر التغير المناخي لعدة قرون حتى لو توقفت الانبعاثات. وقد يؤثر ذلك على النظم البشرية مثل الصحة بشكل سلبي، على سبيل المثال انتشار ناقلات

- Climate Research Unit (CRU) -
للأمطار والحرارات - درجة دقتها الأفقية 0.5 درجة
- Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) -
للأمطار فقط - درجة دقتها 5 كم
- - Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

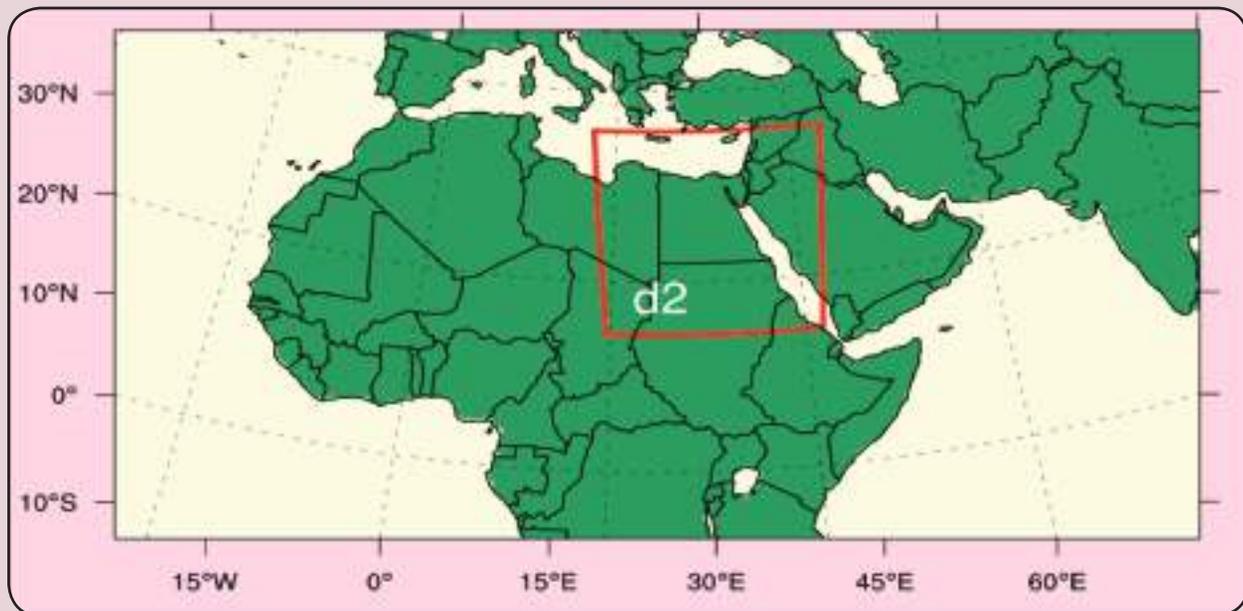
للأمطار فقط - درجة دقتها الأفقية 0.25 درجة
ثم بعد ذلك تم تشغيل نموذج RegCM4 باستخدام بيانات MPI - ESM - MR لعدد 2 سيناريو RCP8.5 و RCP4.5 بدرجة دقة أفقية 50 كم على النطاق الأول - منطقة MENA - كما هو موضح بالشكل 1 ، للفترة من 1978 حتى 2030 مع عدم أخذ أول عامين في الحسابات، وتم تقسيم هذه الفترة كالتالي:

- من 1980 حتى 2005 تمثل الفترة المرجعية
 - ما بعد عام 2005 يمثل السيناريوهات المختلفة
- ومخرجات RegCM4 للنطاق الأول بدرجة دقة 50 كم تم استخدامها مرة أخرى كمدخل للنموذج النطاق الثاني والذي يشمل مصر و أجزاء من دول الجوار كما هو موضح بالشكل 1 (المحدد باللون الأحمر) بدرجة دقة أفقية 20 كم. المعلومات التي تخص الطرق العددية والفيزيائية المستخدمة و تحديد مناطق الدراسة موضحة بالجدول رقم 1.

السابقة على مصر وقد توصلوا إلى أن النموذج العالمي المستخدم في مركز ماكس بلانك هو الأفضل من حيث نتائج المقارنات الخاصة بدرجات الحرارة و الأمطار. وبناءً عليه فقد تم استخدام مخرجات هذا النموذج (MPI - ESM - MR) لتكون المدخلات الابتدائية و الجانبية (Initial and Boundary Conditions) للنموذج الأقليمي للمناخ RegCM4 على منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا و حوض البحر المتوسط أو ما يعرف بمنطقة (MENA).

تم تشغيل RegCM4 باستخدام بيانات ERA Interim لفترة 5 سنوات من 2005 حتى 2009 و ذلك لاختيار أفضل طرق فيزيائية لتمثيل عمليات تكون السحب و الأمطار (Convection Schemes) على منطقة الدراسة و مقارنتها بالبيانات الفعلية للأمطار و درجات الحرارة و ذلك استناداً على الدراسات المتعلقة بهذا الشأن .

و قد تم استخدام عدة أنواع من البيانات المعاد تحليلها أو ما تعرف ب (Reanalysis Data) و هي بيانات شبكية تعبر عن الحالة الفعلية لمختلف العناصر كدرجات الحرارة و الأمطار و الضغط الجوي ويتم حسابها باستخدام طرق التقريب العددية بناءً على رصدات المحطات الأرضية و العلوية و صور الأقمار الصناعية . و البيانات المستخدمة لعمل المقارنات هي كالتالي:



شكل 1: النطاق الأول التي تم تشغيل نموذج RegCM4 عليه و الذي يشمل منطقة الشرق الأوسط و شمال أفريقيا حتى و وسط أفريقيا و حوض البحر المتوسط درجة دقة أفقية 50 كم . و النطاق الثاني (d2) المحدد باللون الأحمر و الذي يركز على مصر و بعض أجزاء من دول الجوار بدرجة دقة أفقية 20 كم.

جدول 1: المعلومات الخاصة بنوع البيانات و الطرق الفيزيائية المستخدمة لتشغيل نموذج RegCM4 وكذلك المعلومات المتعلقة بمناطق الدراسة.

العنصر	
MPI-ESM-MR بدرجة دقة أفقية 1.8 x 1.8 درجة	نوع بيانات المدخلات الاولية و الجانبية الخاصة بالارصاد Initial and Boundary conditions of Meteorological field
MM5 Hydrostatic (Grell et al 1994)	الطريقة المستخدمة لتمثيل ديناميكا الغلاف الجوى
CCM3 (Kiehl 1996)	الطريقة المستخدمة لتمثيل توزيع الاشعاع الشمسى فى الغلاف الجوى
SUBEX (Pal et al 2000)	الطريقة المستخدمة لتمثيل تكون السحب المنخفضة و الأمطار الناتجة عنها
Emanuel (1991) over Ocean Grell (1993) over Land with Fritsch & Chappell (1980) cumulus closure scheme	الطريقة المستخدمة لتمثيل تكون عملية الحمل و سحب المزن الركامية و الأمطار الناتجة عنها فوق المحيطات و فوق اليابسة
Holtslag (1990)	الطريقة المستخدمة لتمثيل الطبقة الحدية فى الغلاف الجوى (حوالى 1500 متر من سطح الأرض)
BATS (Dickinson et al 1993)	الطريقة المستخدمة لتمثيل العمليات المتبادلة بين سطح الأرض و الغلاف الجوى
Saltation and sandblasting (Zakey, 2006; Marticorena and Bergametti, 1995; Alfaro and Gomes, 2001) (without feedback interactions)	الطريقة المستخدمة لتمثيل عمليات انبعاث و انتقال الغبار فى الغلاف الجوى (مع عدم ادراج تأثير الغبار على عناصر المناخ)
Lambert Conformal	المسقط الجغرافى
18 sigma-layers	درجة الدقة الرأسية
النطاق الأول	
يغضى منطقة الشرق الأوسط بأكملها ومنطقة البحر الأبيض المتوسط ، وتغضى شمال أفريقيا حتى خط الاستواء.	
19.50 شمالاً	• دائرة العرض المركزية
24.50 شرقاً	• خط الطول المركزى
50 كم x 50 كم	• درجة الدقة الأفقية
232	• عدد النقاط فى اتجاه المحور السينى
118	• عدد النقاط فى اتجاه المحور الصادى
النطاق الثانى	
يغضى مصر و أجزاء من دول الجوار.	
25.50 شمالاً	• دائرة العرض المركزية
30.50 شرقاً	• خط الطول المركزى
20 كم x 20 كم	• درجة الدقة الأفقية
118	• عدد النقاط فى اتجاه المحور السينى
118	• عدد النقاط فى اتجاه المحور الصادى

1.3. مؤشرات تغير المناخ:

وهو برنامج مفتوح المصدر وتم تطويره في معهد ماكس- بلانك (<https://code.zmaw.de/projects/cdo>). و يعتمد CDO على مؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة الصادرة من (European Climate Assessment & Dataset - ECA&D) ، وايضاً يستند على التعريفات التي وضعها فريق الخبراء المعنيين بالتغيرات المناخية لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والذي اصدر دراسة عام 2009 تحت عنوان: وهذه التعريفات متاحة على الرابط التالي:

ETCCDI/CRD Climate Change Indices: Definition of the core 27 indices

وهذه التعريفات متاحة على الرابط التالي:

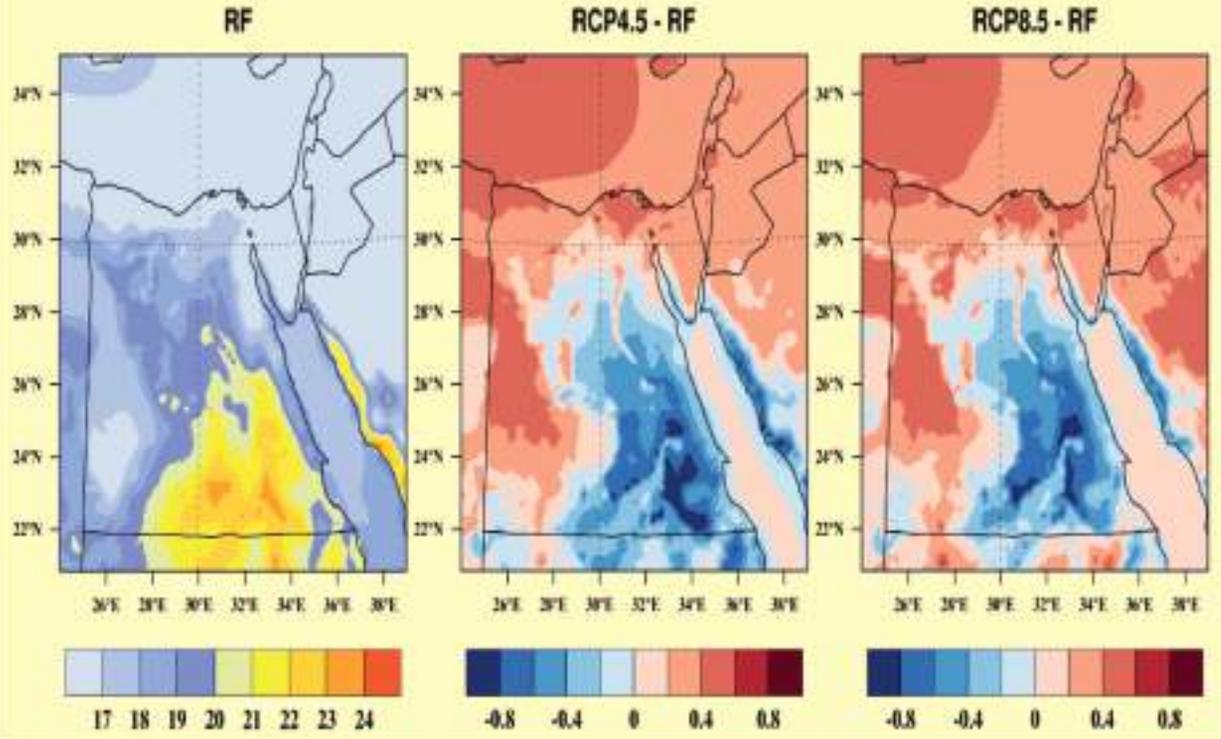
(http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)

وتستخدم هذه المؤشرات في العديد من الدراسات الخاصة برصد الظواهر شديدة الحدة في البيانات المرصودة وكذلك للتوقعات المستقبلية للظواهر المناخية المتطرفة في العديد من مناطق العالم. و يتضمن جدول 2 بعضاً من المؤشرات المناخية التي تم حسابها في المشروع ورمزها وتعريفاتها

اسم المؤشر الخاص بالحرارة	الرمز	التعريف
أيام الصيف حيث تكون درجة الحرارة العظمى < 35 درجة مئوية	SU35	الحساب السنوي لعدد الأيام حيث تكون درجة الحرارة العظمى < 35 درجة مئوية.
أيام الصيف حيث تكون درجة الحرارة العظمى < 40 درجة مئوية	SU40	الحساب السنوي لعدد الأيام حيث تكون درجة الحرارة العظمى < 40 درجة مئوية.
أقصى عدد من أيام الصيف المتتالية < 35 درجة مئوية	CSU	الحساب السنوي لأقصى عدد من الأيام المتتالية (لا يقل عن 5 أيام) حيث تكون درجة الحرارة العظمى < 35 درجة مئوية.
مؤشر مدة الموجة الحارة	HWDI	الحساب السنوي لعدد الأيام بحيث يكون فيها ستة أيام متتالية على الأقل تزيد فيها درجة الحرارة العظمى خمس درجات عن المعدل المناخي.
أيام الصقيع	FD	الحساب السنوي لعدد الأيام بحيث تكون درجة الحرارة الصغرى أقل من صفر درجة مئوية.
الليالي الاستوائية	TR	الحساب السنوي لعدد الأيام حيث تكون درجة الحرارة الصغرى أعلى من 20 درجة مئوية.
اسم المؤشر الخاص بالمطر	الرمز	التعريف
الأيام ذات الهطول الغزيرة	R10mm	الحساب السنوي لعدد الأيام حيث تكون كمية الأمطار ≤ 10 ملليمتر.
الأيام ذات الهطول بالغلة الغزارة	R20mm	الحساب السنوي لعدد الأيام حيث تكون كمية الأمطار ≤ 20 ملليمتر.
أطول مدة لنوبات الجفاف	CDD	الحساب السنوي لأقصى عدد من أيام الجفاف المتتالية (أي حين تكون كمية الأمطار أقل من 1 ملليمتر).

جدول 2: يتضمن بعض مؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة المتعلقة بدرجات الحرارة والأمطار. و ذلك بناءً على التعريف المستخدم في برنامج CDO.

Mean Temperature | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 3: يمثل متوسط درجة الحرارة (بالدرجة المئوية) على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2030-2011 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) ، و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

RCP8,5. و يلاحظ أيضاً انخفاض درجات الحرارة على وسط وجنوب مصر خلال 2011 - 2030 في كلا المسارين ولكن هذا الانخفاض تقل شدته مع سيناريو RCP8,5.

1.1,1,2. متوسط كمية الأمطار

شكل 4 يوضح متوسطات كمية الامطار خلال الفترة المرجعية 1986 - 2005 و التي لم تتعدى 15مم/الشهر على معظم الأنحاء و تتزايد لتصل إلى 25 مم/الشهر على السواحل الشمالية الغربية و تصل إلى أكبر من 40 مم/الشهر على جنوب سيناء و خليج السويس في مناطق سقوط الأمطار الغزيرة. و تبعاً لسيناريوهات التغير المناخي RCP4,5 و RCP8,5 فإنه قد تزداد كمية الأمطار بمقدار 4 مم/الشهر فوق شبه جزيرة سيناء.

1.1,1,3. متوسط عدد ساعات سطوع الشمس

متوسط عدد ساعات سطوع الشمس خلال 1986 - 2005 على جميع أنحاء مصر وصل إلى أكثر من 300 ساعة في العام على معظم أنحاء مصر و خاصة في الجنوب كما هو موضح في شكل 5. و تقريباً لا يوجد تغيير ملحوظ في ساعات سطوع الشمس مع RCP4,5 أو RCP8,5 في فترة 2011 - 2030.

3 - التحليل و النتائج:

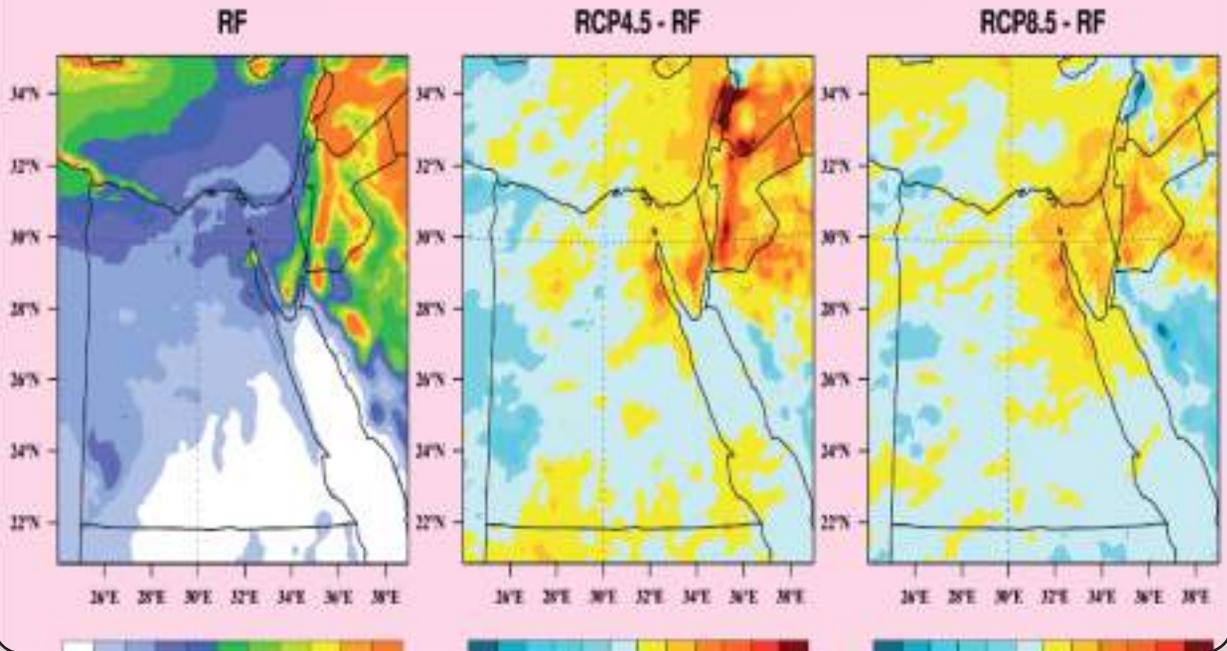
و فيما يلي سيتم عرض خرائط لبعض مخرجات النموذج الأقليم للمناخ على جمهورية مصر العربية بدرجة دقة أفقية 20 كم خلال فترة التجربة . و قد تم تقسيم الفترة إلى 20 سنة ماضية من 1986 - 2005 و تمثل الفترة المرجعية (Reference period - RF) و 20 سنة أخرى من 2011 حتى 2030 و هي تمثل سيناريوهات التغيرات المناخية (RCP4,5) (SCN) و RCP8,5.

1.1. التغير في بعض العناصر المناخية:

1.1,1,1. متوسط درجات الحرارة :

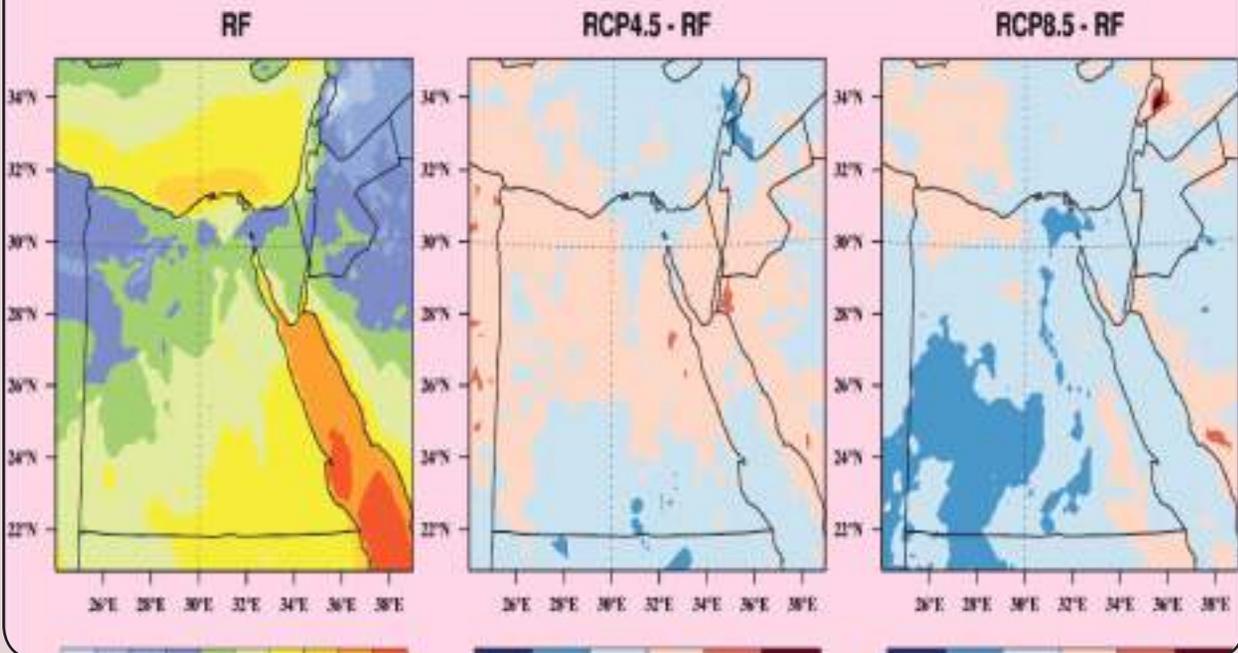
يمثل شكل 3 مقارنة بين متوسط درجة الحرارة خلال العشرين سنة 2011 - 2030 الناتجة من مسارى التركيز التمثيلي RCP4,5 و RCP8,5 بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة خلال العشرين سنة من 1986 - 2005. و يظهر من الخرائط ازدياد درجات الحرارة على السواحل الشمالية حتى القاهرة و الصحراء الغربية بمقدار يصل إلى 0,6 درجة مع كلا من المسارين مقارنة بالفترة المرجعية ، و كذلك زيادة درجة الحرارة على شمال سيناء باستخدام

Precipitation (mm/month) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



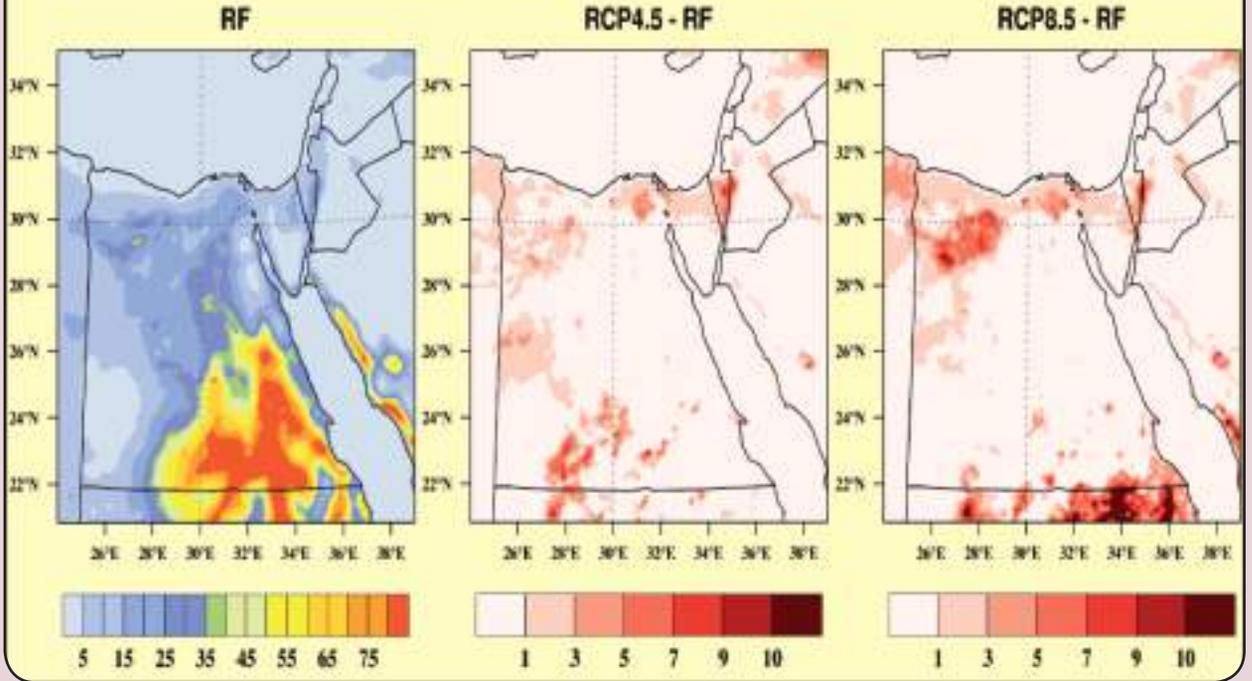
شكل 4: يمثل متوسط كمية الأمطار (مقاساً بالمليمتر/الشهر) على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) والتغير المتوقع خلال 2030-2011 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) , و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

Sun Shine Duration (hours) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 5: يمثل متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في العام على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2030-2011 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) , و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

Consecutive summer days(csu) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 6: يمثل المتوسط السنوي لأقصى عدد من الأيام الحارة التي تزيد فيها درجة الحرارة العظمى عن 35 درجة مئوية على مصر خلال 1986-2005 (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2011-2030 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) ، و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

1,1,2 مؤشرات الأمطار

يوضح شكل 8 لتوزيع المكاني لعدد الأيام الممطرة التي تجاوزت فيها كمية الأمطار 10 مم في اليوم على مصر، و يظهر من خلال هذه الخريطة أن عدد هذه الأيام لم يتجاوز 6 أيام على معظم أنحاء مصر فيما عدا جنوب سيناء التي تعدت التسعة أيام خلال 1986 - 2005 (أقصى اليسار). و تبعاً للمسار التمثيلي RCP4,5 (في الوسط) فليس هناك تغييراً كبيراً في عدد هذه الأيام فيما عدا جنوب سيناء والتي قد تزيد بمقدار 3 أيام خلال الفترة 2011 - 2030 ، و لكن هذه الزيادة على جنوب سيناء تنخفض تبعاً للمسار RCP8,5 (أقصى اليمين) .

و لدراسة الجفاف فإن هناك عدة مؤشرات منها عدد الأيام المتتالية التي يقل فيها مجموع كمية المطر عن 1 ملليمتر كما هو موضح في شكل 9 و الذي يمثل المتوسط السنوي لأقصى عدد للأيام الجافة المتعاقبة على مصر خلال 1986 - 2005 ، و طبقاً لمناخ مصر الجاف فإن عدد هذه الأيام قد يصل إلى أكثر من 120 يوماً في معظم الأنحاء وخاصة في صعيد مصر. و لا يوجد تغير ملحوظ في الفترة من 2011 إلى 2030 مع استخدام سيناريوهات التغيرات المناخية على معظم الأنحاء ، فيما عدا زيادة بمقدار 40

1,2 مؤشرات الظواهر المناخية الأشد حدة

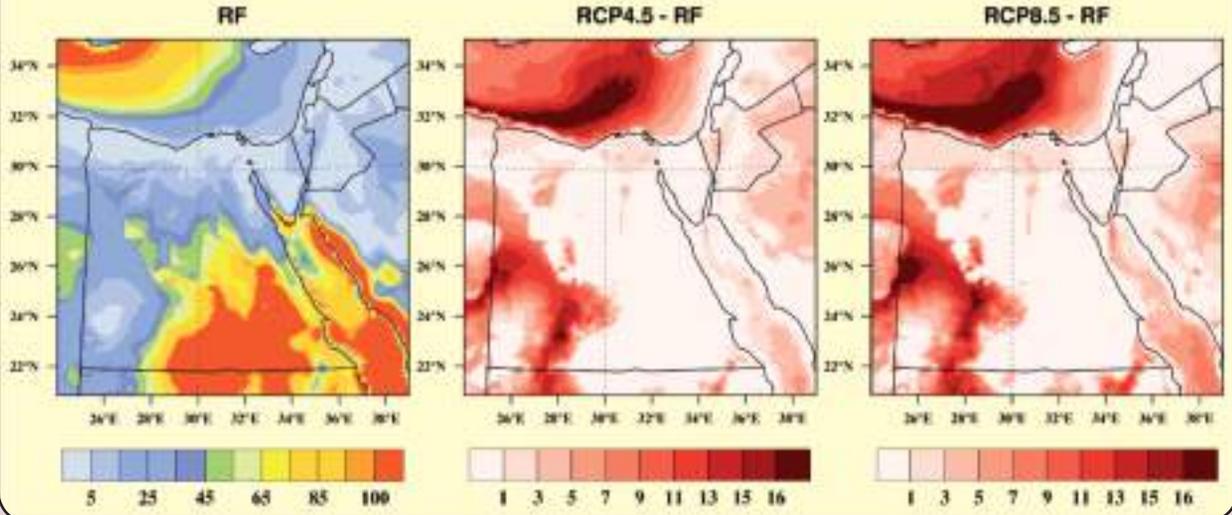
(المطرقة):

1,1,1 مؤشرات درجات الحرارة :

شكل 6 يتضمن خرائط متوسط أكبر عدد من الأيام المتتالية حيث درجة الحرارة العظمى تتجاوز 35 درجة مئوية على مصر في السنة في الفترة 1986 - 2005 ، و كما هو متوقع فإن عدد الأيام الحارة المتتالية على جنوب مصريزيد عن 80 يوماً، و يقل العدد كلما اتجهنا شمالاً. و يزداد عدد الأيام الحارة المتتالية على بعض المناطق بالسواحل الشمالية بمقدار يصل إلى 7 أيام مع سيناريو RCP4,5 و تزيد مساحة هذه المناطق مع سيناريو RCP8,5. فيما يمثل شكل 7 التوزيع المكاني لمتوسط عدد أيام السنة التي تصل بها درجة الحرارة الصغرى إلى أعلى 20 درجة مئوية أو ما يسمى "الليالي الاستوائية" ، و نلاحظ أيضاً أن المتوسط

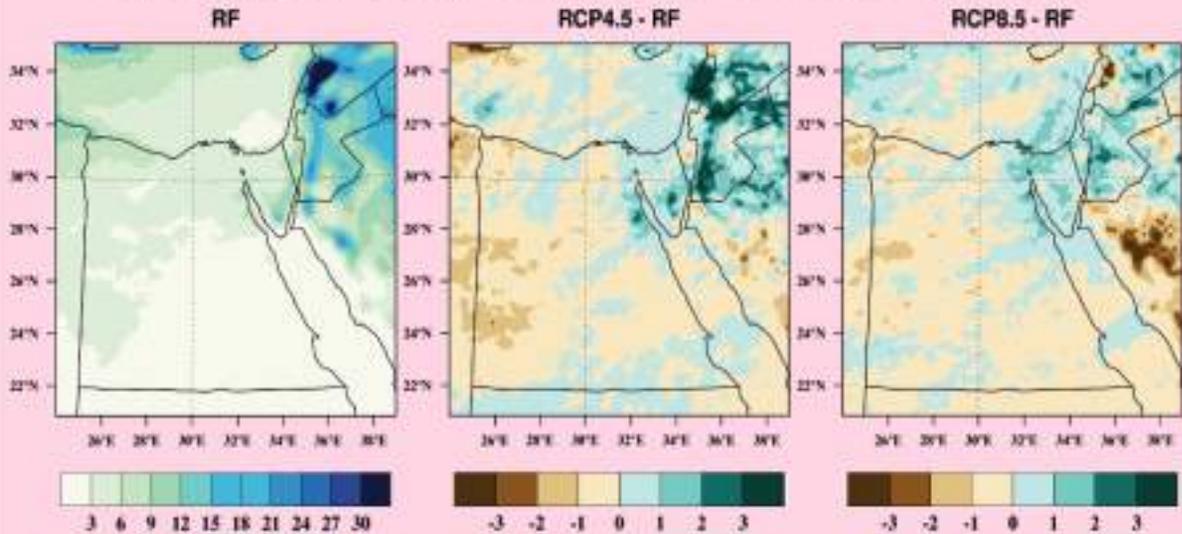
السنوي يتجاوز 100 يوم على جنوب مصر، و يقل عدد الليالي الاستوائية في الأجزاء الشمالية و أقصى الغرب وهذه هي المناطق التي نلاحظ فيها زيادة من يومين إلى 10 أيام خاصة على الغرب تبعاً للسيناريوهين RCP4,5 و RCP8,5.

Tropical nights (TRN) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 7: يمثل المتوسط السنوي لعدد الليالي الاستوائية التي تتجاوز فيها درجة الحرارة الصغرى 20 درجة مئوية على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2011-2030 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) , و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

Days with precip > 10mm (R10mm) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 8: يمثل المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تجاوزت فيها كمية الأمطار تجاوزت 10 مم على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2011-2030 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) , و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

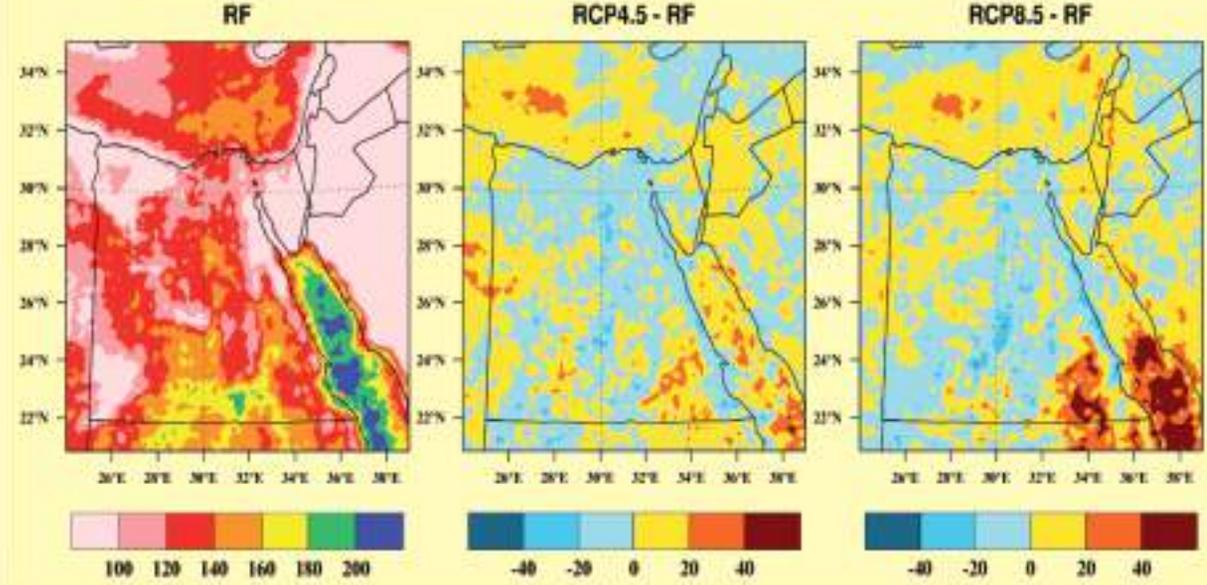
في المشروع و أفضل طرق لتشغيله و اعداد البيانات اللازمة لذلك و عمل المقارنات مع بيانات محطات الأرصاد للتأكد من دقته. كما تم عرض شرح للفكرة العامة للتغيرات المناخية و النماذج العددية للمناخ و سيناريوهات الانبعاثات . بالإضافة إلى عرض خرائط توضح التغيرات المحتملة لبعض العناصر المناخية

يوماً في أقصى الجنوب الشرقي مع سيناريو RCP8,5.

4 - الخاتمة

في هذا التقرير تم عرض الخطوات التنفيذية التي تم قامت بها الهيئة العامة للأرصاد الجوية في المرحلة الأولى لمشروع الخريطة التفاعلية للتغيرات المناخية على مصر من اختيار النموذج المناخى المستخدم

Consecutive Dry Days (CDD) | RF:1986-2005 | SCN:2011-2030



شكل 9: يمثل المتوسط السنوي لأقصى عدد من الأيام الجافة (كمية الامطار أقل من 1 مم) على مصر خلال 2005-1986 (RF) (على اليسار) و التغير المتوقع خلال 2030-2011 تبعاً لسيناريو RCP45 (في الوسط) ، و سيناريو RCP85 (أقصى اليمين).

الكميات ذات الصلة خلال فترة زمنية تتراوح من أشهر إلى آلاف أو ملايين السنين. والفترة التقليدية لتحديد متوسط هذه المتغيرات حسبما حددتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية هي 30 عاماً. وغالباً ما تكون هذه الكميات متغيرات سطحية، مثل درجة الحرارة، وكمية الأمطار، والرياح. والمناخ، بمعناه الأعم، هو تعبير عن حالة النظام المناخي تشمل وصفاً إحصائياً.

تغير المناخ (Climate change)

يشير إلى حدوث تغيير في حالة المناخ يمكن التعرف عليه (باستخدام اختبارات إحصائية، مثلاً ناتج عن تغيرات في متوسط خصائصه و/أو تقلبيتها ويدوم ذلك لفترة ممتدة تبلغ عادة عقوداً أو أطول من ذلك. وقد يعود تغير المناخ إلى عمليات داخلية طبيعية أو عوامل قسر خارجية مثل التغيرات التي تحدث في الدورة الشمسية، والانفجارات البركانية، والتغيرات المستمرة الناتجة عن الأنشطة البشرية في تركيب الغلاف الجوي أو في استخدام الأراضي.

الغازات (Green House Gases)

هي غازات توجد في الغلاف الجوي بنسب قليلة جداً ولها القدرة على امتصاص وإعادة انبعاث الأشعة طويلة الموجة (الأشعة الحرارية). وهي تعمل على أن تحتفظ الأرض

كالحرارة و الأمطار ومؤشرات الأحداث المناخية المتطرفة كالموجات الحارة و الأيام شديدة الحرارة و الأيام ذات المطر الغزير و الأيام الجافة.

و في نهاية التقرير عرض للمصطلحات العلمية تم ذكرها في التقرير و الخاصة بالتغيرات المناخية و كذلك المراجع العلمية المستخدمة.

5 - تعريف بالمصطلحات المستخدمة :

(تبعاً للنسخة العربية للتقرير الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ - 2014)

النظام المناخي (Climate System)

النظام المناخي هو النظام المعقد للغاية المؤلف من خمسة مكونات رئيسية هي: الغلاف الجوي، والغلاف المائي، والغلاف الجليدي، والغلاف الصخري، والغلاف الحيوي، وما بينها من تفاعلات. ويتطور النظام المناخي بمرور الوقت تحت تأثير ديناميكيته الداخلية وبسبب عوامل قسر خارجية من قبيل ثورات البراكين، والتغيرات الشمسية، وعوامل القسر البشرية المنشأ من قبيل التغير في تركيب الغلاف الجوي والتغير في استخدام الأراضي.

المناخ (Climate)

يعرّف المناخ بمعناه الضيق عادةً بأنه متوسط الطقس، أو بتعبير أدق، بأنه الوصف الإحصائي لمتوسط وتقلبية

نادرة أو أكثر ندرة من المئين العاشر أو المئين التسعين من دالة كثافة الاحتمالات المقدرّة من الرصدات. وبحسب التعريف، فإن خصائص ما يسمى ظاهرة الطقس المتطرف قد تتباين من مكان إلى آخر بالمعنى المطلق للتعبير. وإذا استمر نمط طقس متطرف لبعض الوقت، كموسم مثلاً، فقد يصنّف على أنه ظاهرة مناخية متطرفة، ولاسيما إذا أسفر عن متوسط أو مجموع يكون هو نفسه متطرفاً جفافاً أو أمطار غزيرة طوال موسم.

مسارات التركيز التمثيلية

Representative Concentration

(Pathways - RCPs)

هي سيناريوهات تشمل سلسلة زمنية من انبعاثات وتركيزات المجموعة الكاملة من غازات الاحتباس الحراري والأهباء الجوية والغازات النشطة كيميائياً، فضلاً عن استخدام الأراضي/ غطاء الأراضي. تشير كلمة "تمثيلية" إلى أن كل مسار من هذه المسارات يمثل واحداً فقط من سيناريوهات محتملة كثيرة تؤدي إلى الخصائص المحددة للقسر الإشعاعي. ويؤكد مصطلح "مسار" على أن مستويات التركيز الطويلة الأجل ليست هي وحدها المهمة بل أيضاً المسار المتخذ عبر الزمن للوصول إلى تلك النتيجة.

وقد اختيرت أربعة مسارات تركيز نموذجية من المؤلفات المنشورة وتستخدم في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ كأساس للتنبؤات والإسقاطات المناخية، وهي:

• مسار التركيز التمثيلي RCP2,6

مسار يبلغ فيه القسر الإشعاعي ذروته عند 3 واط / 2م تقريباً قبل سنة 2100 ثم ينخفض بافتراض وجود انبعاثات ثابتة بعد سنة 2100.

□ مسارا التركيز التمثيلي (RCP4,5 and RCP6,0) مساران متوسطان للاستقرار يستقر فيهما القسر الإشعاعي عند 4,5 واط / 2م تقريباً واط / 2م ، على الترتيب، بعد سنة 2100 بافتراض وجود انبعاثات ثابتة بعد سنة 2150 .

• مسار التركيز التمثيلي (RCP8,5)

مسار مرتفع يبلغ فيه القسر الإشعاعي أكبر من 8,5 واط/م 2 بحلول عام 2100 ويستمر في الارتفاع لبعض الوقت بافتراض وجود انبعاثات ثابتة بعد سنة 2100 وتركيزات ثابتة بعد سنة 2250 .

بحرارته في قرابة 33 درجة مئوية أكثر دفئاً مما ستكون عليه من دون هذه الغازات في الغلاف الجوي. وأهم هذه الغازات : ثاني أكسيد الكربون - الميثان - أكسيد النيتروز - مركبات الكلوروفلوروكربون. لكل واحد من هذه الغازات قدرة مختلفة على امتصاص الحرارة في الغلاف الجوي، وهي غازات مستقرة كيميائياً وتستمر في الغلاف الجوي خلال فترات زمنية تتراوح بين عشر سنوات إلى قرون أو أكثر، بحيث يكون لانبعاثاتها تأثير طويل المدى على المناخ.

القسر الإشعاعي (Radiative forcing)

هو التغيير في تدفق الطاقة الناجم عن عامل دافع ويُحسب في أعلى الطبقة الأولى من الغلاف الجوي (التروبوبوز) أو في أعلى الغلاف الجوي، وتقاس قوة العوامل الدافعة بوحدات (واط/م²). والقسر أو لتأثير الإشعاعي الموجب يؤدي إلى تدفئة سطح الأرض، بينما القسر الإشعاعي السالب يؤدي إلى تبريد السطح.

النموذج المناخي (Climate Model)

تمثيل عددي للنظام المناخي قائم على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمكوناته، وتفاعلاتها و التأثيرات الخاصة بها وعلى تحليل بعض خصائصه المعروفة. ويمكن تمثيل النظام المناخي بنماذج ذات درجات تعقيد مختلفة، وهناك تطور نحو نماذج أكثر تعقيداً باستخدام الكيمياء والبيولوجيا وتستخدم النماذج المناخية كأداة بحثية لدراسة ومحاكاة المناخ وفي الأغراض التشغيلية، بما في ذلك التنبؤات المناخية الشهرية والفصلية وتلك الخاصة بفترات ما بين السنوات.

الإسقاط المناخي (Climate projection)

الإسقاط المناخي هو محاكاة لاستجابة النظام المناخي لسيناريو انبعاثات أو تركيزات غازات الاحتباس الحراري والأهباء الجوية في المستقبل، يجري إعدادها بصفة عامة باستخدام نماذج مناخية. وتتميز الإسقاطات المناخية عن التنبؤات المناخية باعتمادها على سيناريو الانبعاثات / التركيزات / القسر الإشعاعي المستخدم، الذي يستند بدوره إلى افتراضات تتعلق على سبيل المثال بتطورات اجتماعية واقتصادية وتكنولوجية مستقبلية قد تتحقق أو لا تتحقق.

ظاهرة طقس متطرف

(Extreme weather event)

هي حالة تكون نادرة في مكان معين ووقت معين من السنة. حيث أن ظاهرة الطقس المتطرف تكون عادة

6 - المراجع

1.1 المراجع العربية:

- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014: تغير المناخ 2014: التقرير التجميعي- النسخة العربية
- الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (2013). تغير المناخ 2013: الأساس في العلوم الفيزيائية - ملخص لوضعي السياسات
- التوقعات المناخية ومؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة في المنطقة العربية. الصادر عن المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية - الأمم المتحدة - الاسكوا- 2015

1.2 المراجع الأنجليزية:

- Alfaro, S. C., and L. Gomes, Modeling mineral aerosol production by wind erosion: Emission intensities and aerosol size distributions in source areas, Journal of Geophysical Research, 106, d16, 2001.
- Dickinson, R. E., Henderson-Sellers, A., and P. J. Kennedy, 1993: Biosphere-atmosphere transfer scheme (BATS) version 1e as coupled to the NCAR community climate model. National Center for Atmospheric Research Technical Note NCAR. TN-387+STR, 72 pp.
- Emanuel, K. A., A scheme for representing cumulus convection in large-scale models, J. Atmos. Sci., 48(21), 2313–2335, 1991.
- Fritsch, J. M., and C. F. Chappell, Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. part i: Convective parameterization, J. Atmos. Sci., 37, 1722–1733, 1980.
- Giorgi, F., and Coauthors, 2012: RegCM4: Model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. Climate Research, 52, 7–29, <https://doi.org/10.3354/cr01018>.
- Grell, G. A, 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. Mon. Wea. Rev., 121, 764–787, [https://doi.org/10.1175/0764>121\(1993\)0493-1520/:PEOAUB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/0764>121(1993)0493-1520/:PEOAUB>2.0.CO;2).
- Grell, G. A., J. Dudhia, and D. R. Stauffer, Description of the fifth generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), Tech. Rep. TN-398+STR, NCAR, Boulder, Colorado, pp. 121, 1994.
- Holtzlag, A. A. M., E. I. F. de Bruijn, and H. L. Pan, 1990: A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting. Mon. Wea. Rev., 118, 1561–1575, [https://doi.org/10.1175/1561>118\(1990\)0493-1520/:AHRAMT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1561>118(1990)0493-1520/:AHRAMT>2.0.CO;2).
- Kiehl, J. T., J. J. Hack, G. B. Bonan, B. A. Boville, B. P. Briegleb, D. L. Williamson, and P. J. Rasch, 1996: Description of the NCAR community climate model (CCM3). Technical Report NCAR/TN-420+STR.
- Lustenberger, R. Knutti and E. M. Fischer. The potential of pattern scaling for projecting temperature-related extreme indices. International Journal of Climatology. 34: 18 – 26 (2014). DOI: 10.1002/joc.3659
- Marticorena, B., and G. Bergametti (1995), Modeling the atmospheric dust cycle: 1. Design of a soil derived dust production scheme, J. Geophys. Res., 100, 16,415– 16,430.
- Pal, J. S., E. E. Small, and E. A. B. Eltahir, 2000: Simulation of regional-scale water and energy budgets: Representation of subgrid cloud and precipitation processes within RegCM. J. Geophys. Res., 105, 29 579–29 594, <https://doi.org/10.10292000/JD900415>.
- Zakey, A. S., Solmon, F., and Giorgi, F.: Implementation and testing of a desert dust module in a regional climate model, Atmos. Chem. Phys., 6, 4687–4704, doi:10.5194/acp-62006 ,2006-4687-.

1.3 مواقع الأنترنت:

- <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/archive-datasets/reanalysis-datasets/era-interim>
- <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/crutem4/>
- <http://chg.geog.ucsb.edu/data/chirps/>
- <https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/trmm>
- <https://code.mpimet.mpg.de/projects/cdo>

الجهات الحكومية المشاركة في المرحلة الأولى من المشروع

- 1 - جهاز شئون البيئة
 - 2 - ادارة المساحة العسكرية
 - 3 - الهيئة العامة للأرصاد الجوية
 - 4 - معهد بحوث التغيرات المناخية
- الشركة المنفذة للخريطة التفاعلية: شركة بتا-بى