

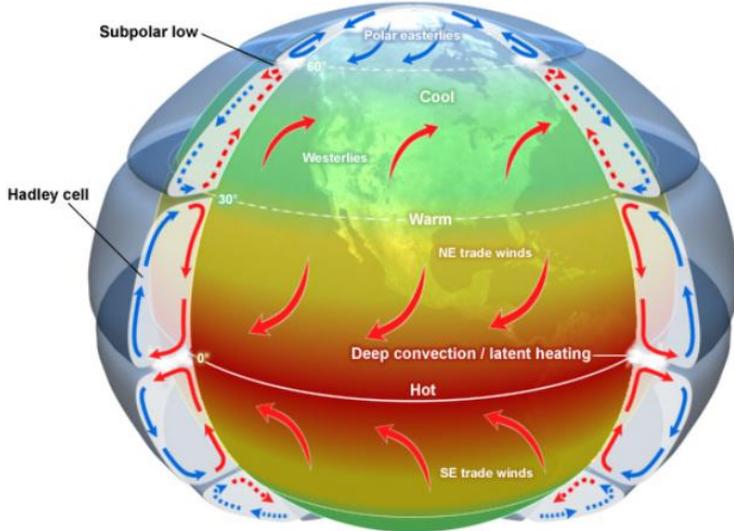
الموسم التثقيفي بالهيئة العامة للأرصاد الجوية  
اليوم التاسع  
2022-9-20

النماذج والسيناريوهات والاسقاطات المناخية

د/زينب صلاح  
مدير إدارة بحوث تلوث الهواء



# النمذجة المناخية



- الهدف النهائي للنمذجة المناخية هو محاكاة تدفق الطاقة بدقة عبر النظام المناخي عبر العديد من العمليات المتفاعلة.
- لكي يكون النظام المناخي في حالة مستقرة ، يجب أن يكون هناك توازن بين متوسط الطاقة القادمة على المدى الطويل بين خروج الطاقة على المدى الطويل.
- في النماذج المناخية يتم مراعاة جميع العمليات التي تعدل تدفق الطاقة هذا. على سبيل المثال ، تعكس السحب الطاقة وتمتصها وتشتعها، وأيضاً ، فإن الغطاء النباتي يعدل بشدة تدفق الطاقة من خلال التأثير على البياض والتبخر.
- النماذج المناخية تأخذ في الاعتبار ديناميكا الغلاف الجوي للأرض.
- أيضاً يتم تمثيل انتقال الحرارة على الأرض، بينما ينقل الغلاف الجوي معظم الحرارة خارج المناطق المدارية ونحو القطبين ، يلعب المحيط أيضاً دوراً مهماً في ذلك. وبالتالي تحتاج النماذج المناخية إلى محاكاة العمليات داخل المحيط بالإضافة إلى عمليات الغلاف الجوي.

# القدرة على التنبؤ بالطقس والمناخ

□ الفرق الرئيسي بين الطقس والمناخ هو في الحقيقة مسألة نطاق زمني.

■ الطقس هو ما نشهده على مدار ساعات وأيام وأسابيع.

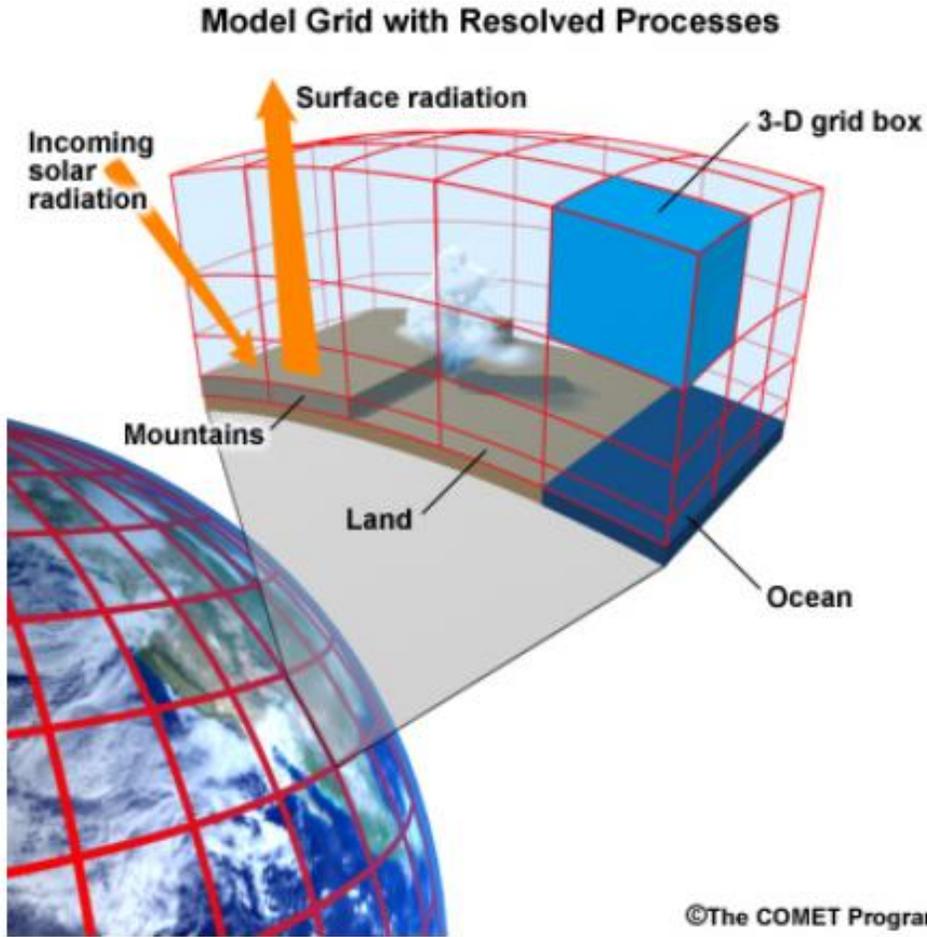
■ المناخ هو متوسط الطقس على مدى سنوات وعقود وأطول.

□ تستخدم نماذج التنبؤ بالطقس للتنبؤ بأحداث جوية معينة. للقيام بذلك ، يبدأون بالشروط الأولية ويمثلون كيف ستتطور هذه الظروف بمرور الوقت. وحيث أن الطقس معقد وديناميكي بشكل لا يصدق، فإن عوامل مثل درجة الحرارة اليوم والرطوبة والرياح السائدة والجغرافيا المحلية تؤثر على طقس الغد. ما سيحدث غدًا يحدد ما سيحدث في اليوم التالي، وما إلى ذلك.

□ المناخ مختلف جداً. في حين أن المناخ هو أيضاً نظام معقد للغاية، لكننا لا ننظر إلى التفاصيل اليومية، بل نركز على متوسط الظروف في المنطقة بمرور الوقت، وتلك تتغير ببطء أكبر. فتستخدم النماذج المناخية لتوليد الإحصائيات (مثل المتوسط) لظواهر الطقس ، وليس التنبؤ بالوقت والمكان اللذين ستحدث فيهما هذه الظاهرة.

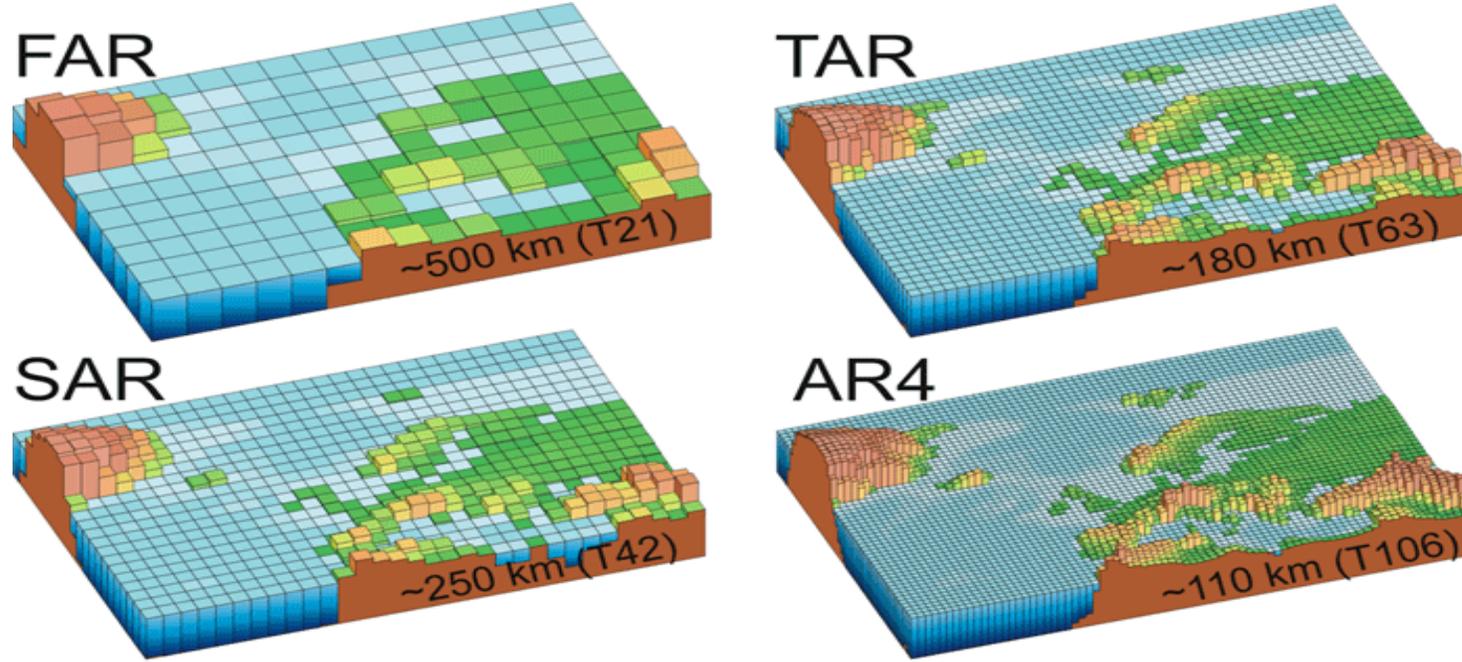
□ التمييز بين الأسئلة التي تتناولها نماذج الطقس والمناخ ، يستخدم العلماء مصطلحات مختلفة. يشير **الإسقاط** إلى كيفية تغير إحصاءات النظام المناخي استجابة لتغير القوى المؤثرة. بينما يشير **التنبؤ** إلى التطور قصير المدى للنظام المناخي من حالة أولية في ظل ظروف حدودية ثابتة.

# النماذج المناخية



- لمحاكاة العمليات في نظام مناخ الأرض مباشرةً ، نحتاج إلى إنشاء مجموعة من المعادلات باستخدام القوانين الأساسية للفيزياء. تسمى هذه معادلات الحركة ، وتستخدم في كل من نماذج المناخ والتنبؤ العددي بالطقس. هذه المعادلات تمثل توازن القوى التي تعمل في ثلاثة أبعاد ، وتحافظ على الكتلة ، وتمثل درجات الحرارة والرطوبة.
- لحل هذه المعادلات الخاصة بالأرض ، نقوم بإنشاء بنية شبكية لإجراء الحسابات عليها. يتضمن هذا الهيكل أعمدة رأسية من الهواء مقطعة إلى طبقات أفقية فوق الأرض الكاملة للنماذج العالمية ، أو جزء منها للنماذج الإقليمية. ثم نقوم بحل المعادلات عند النقطة المركزية لكل مربع شبكة نموذج ، على فترات زمنية ثابتة ومحددة مسبقاً.
- كانت نماذج المناخ والطقس المبكرة تحتوي على خلايا شبكية قياسها 300-400 كيلومتر على جانب. اعتباراً من عام 2012 ، تحتوي طرازات NWP على مربعات شبكية صغيرة يصل طولها إلى 1.5 كيلومتر على جانب أو حتى أقل قليلاً. يتم تشغيل نماذج المناخ الآن بدقة تصل إلى حوالي 50 كم أو أعلى دقة.
- القوى المؤثرة في النموذج المناخي: طبيعية مثل الإشعاع الشمسي والبراكين أو نتيجة نشاط الإنسان مثل غازات الاحتباس الحراري والجسيمات العالقة أو تغيير استخدام الأراضي.

# الدقة المكانية للنماذج المناخية

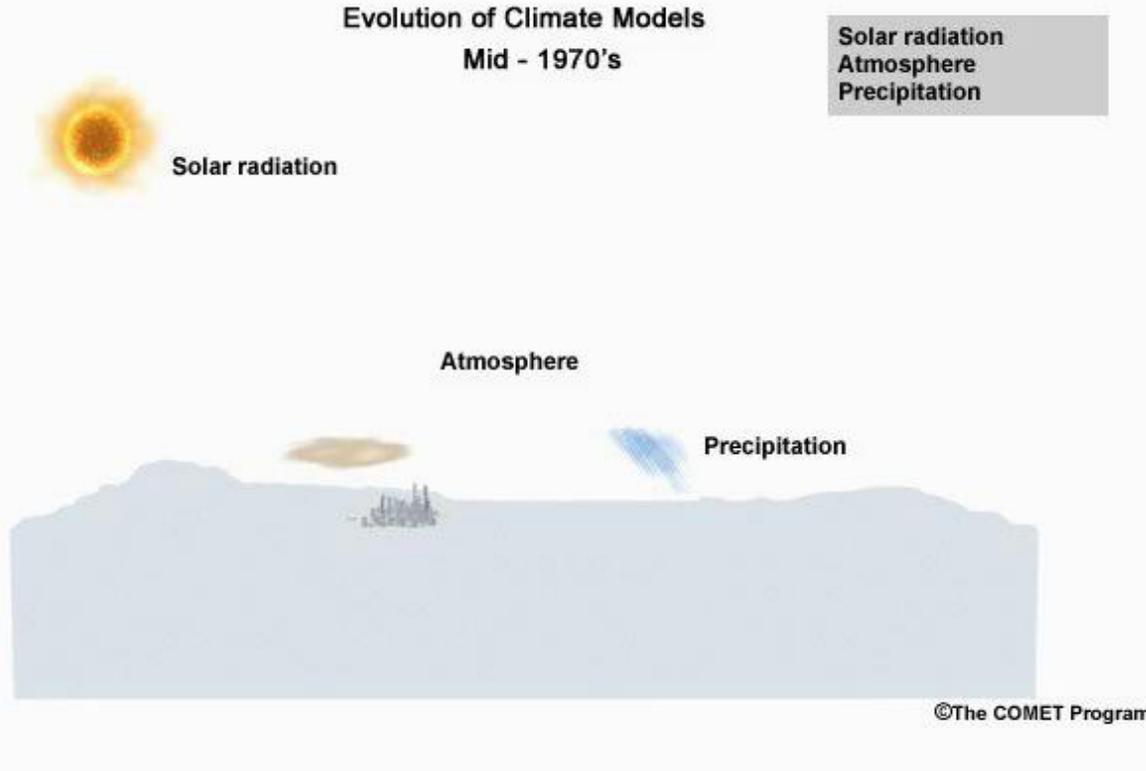


يتم تقسيم سطح الأرض في النماذج المناخية إلى شبكة ثلاثية الأبعاد من الخلايا، و يتم تمرير نتائج عمليات النمذجة في كل خلية إلى الخلايا المجاورة لنمذجة تبادل المادة والطاقة بمرور الوقت.

يحدد حجم خلية الشبكة دقة النموذج: كلما كان حجم خلايا الشبكة أصغر ، زاد مستوى التفاصيل في النموذج.

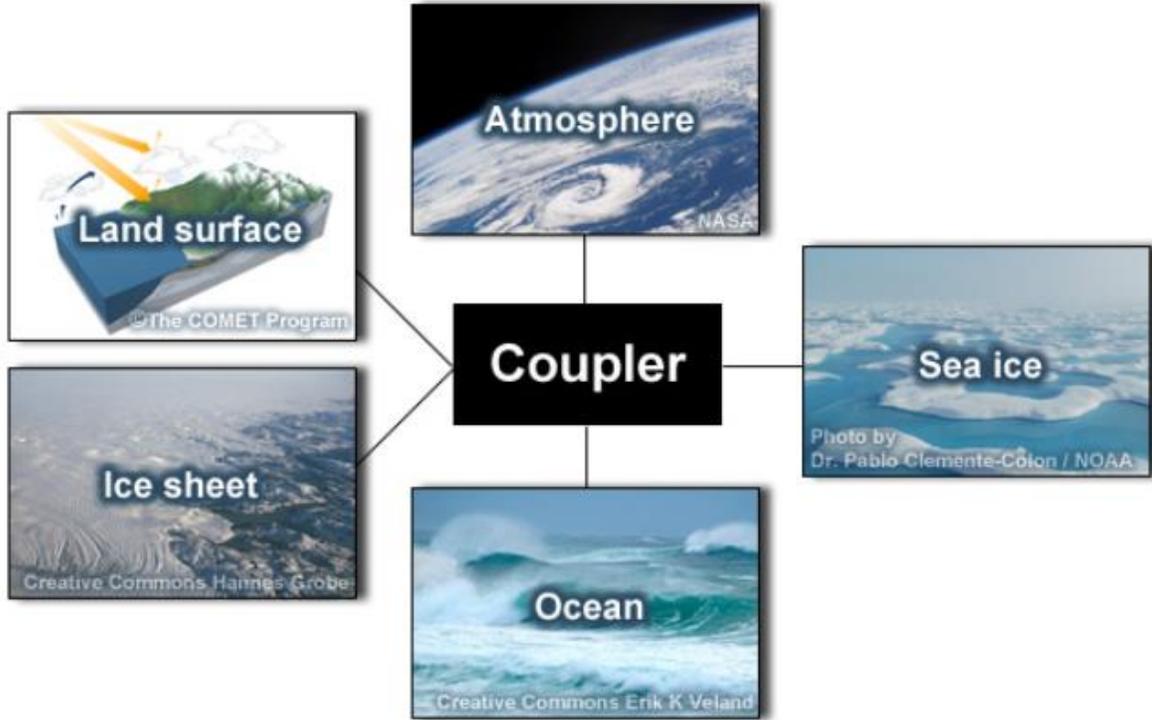
تحتوي النماذج الأكثر تفصيلاً على المزيد من الخلايا الشبكية ، لذا فهي بحاجة إلى حاسب ألى أكثر قوة.

# تطور نموذج المناخ



- مع تطور أجهزة الكمبيوتر الرقمية في الخمسينيات من القرن الماضي ، أصبح من الممكن نظرياً تطوير نماذج الطقس والمناخ.
- حظي التنبؤ بالطقس قصير المدى باستخدام نماذج NWP بالاهتمام أولاً.
- بدأ العلماء فقط في تطوير نماذج مناخية (تُعرف أيضاً باسم نماذج الدورة العامة – General circulation model) في أواخر الستينيات إلى أوائل السبعينيات ، لكنهم استخدموا نفس المعادلات المستخدمة في نماذج التنبؤ العددي بالطقس.
- العديد من التفاصيل في النماذج المناخية المبكرة (على سبيل المثال ، درجات حرارة سطح البحر والجليد الأرضي / البحري) كان لا بد من ضبطها على قيم ثابتة أو موسمية لأن الموارد الحاسوبية كانت غير كافية و / أو العمليات المعنية لم تكن مفهومة جيداً.
- مع تقدم فهمنا المادي لعمليات المحيطات والأراضي والجليد وزيادة قوة الحاسبات الآلية ، تمكن العلماء من إضافة المزيد من العمليات المناخية وتحسين العمليات الحالية.

# مكونات النموذج المناخي



- تشمل المكونات التي تدخل في نموذج المناخ: نموذج الغلاف الجوي ونموذج المحيط ونموذج الأرض (بما في ذلك الجليد) ونموذج الجليد البحري.
- هذه النماذج المقترنة أو المتداخلة مسئولة عن تمثيل التفاعلات بين المكونات المختلفة ، ويستوعب الشبكات المختلفة ، والدقة ، والخطوات الزمنية.
- في المقابل ، تشتمل نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) في الغالب على الغلاف الجوي فقط. حيث يتم وصف المحيطات والأرض والجليد بكميات ذات قيم مشتقة من ملاحظات الأقمار الصناعية الحالية أو علم المناخ أو مزيج من الاثنين معاً. لا تتغير هذه القيم كثيرًا على مدار فترة التنبؤ بالطقس .

## Processes and Physical Model Elements that are Parameterized in NWP Models



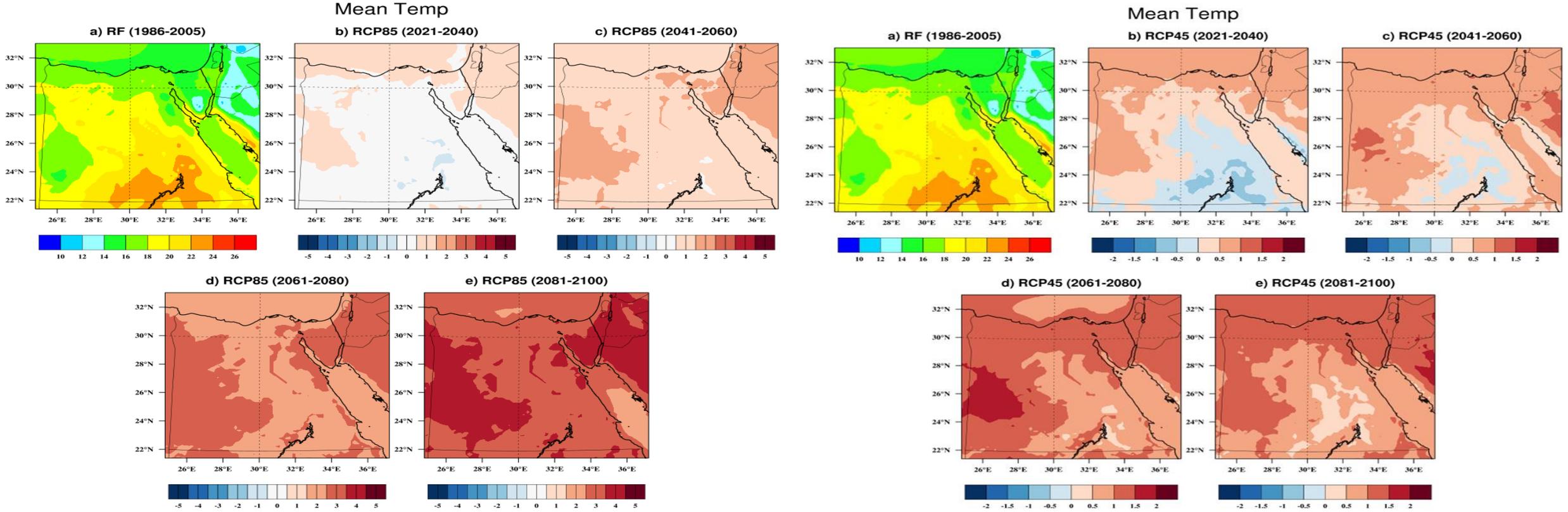
©The COMET Program

## نموذج العلاف الجوى

# سيناريوهات تغير المناخ

- تعد سيناريوهات تغير المناخ أداة قوية لفهم تغير المناخ ، ورسم استراتيجيات الاستجابة ، ودعم صنع السياسات المناخية.
- لا تتعلق سيناريوهات تغير المناخ بالتنبؤ بالمستقبل ، ولكنها تأتي في شكل توقعات لما يمكن أن يحدث (projections) أو مسارات (pathways) لكيفية الوصول إلى أهداف معينة (على سبيل المثال ، هدف 2 درجة مئوية).
- تُستخدم سيناريوهات تغير المناخ عادةً في أزواج أو مجموعات أكبر تحدد سياقها ومعناها.
- يمكن تحديد سبعة أنواع مختلفة من السيناريوهات:
  - السيناريوهات الاجتماعية والاقتصادية التي تعتمد على المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ( Shared Socioeconomic Pathways -SSPs) والتي تصف تطور المجتمعات من حيث السكان والنشاط الاقتصادي والتوسع الحضري.
  - سيناريوهات الانبعاثات والتركيزات التي تنتج من هذه التطورات.
  - سيناريوهات تغير المناخ الناتجة عن التأثير المناخي البشري.
  - سيناريوهات تصف التأثيرات الناتجة من هذه التغيرات المناخية (على الزراعة والمياه ----).
  - سيناريوهات التخفيف التي تحد من تغير المناخ من صنع الإنسان.
  - سيناريوهات التكيف التي تحد من تأثير تغير المناخ على المجتمعات.
  - سيناريوهات متكاملة تلتقط العديد من المكونات المذكورة أعلاه لتغير المناخ في المستقبل.

# نموذج لمخرجات نموذج مناخي باستخدام سيناريوهات التغيرات المناخية



متوسط إسقاطات درجات الحرارة على مصر خلال 2005-1986 (RF) (a) والتغير المحتمل خلال الفترة 2021-2040 (b) , الفترة 2041-2060 (c) , الفترة 2081-2100 (e) تبعاً لسيناريو RCP4.5 على اليمين & RCP8.5 على اليسار.

## المراجع:

- <https://www.climate.gov/maps-data/climate-data-primer/predicting-climate/climate-models>
- [http://eo.ucar.edu/staff/russell/climate/modeling/climate\\_model\\_resolution.html](http://eo.ucar.edu/staff/russell/climate/modeling/climate_model_resolution.html)
- [https://www.meted.ucar.edu/nwp/climate\\_models/print.htm](https://www.meted.ucar.edu/nwp/climate_models/print.htm)
- <https://climatescenarios.org/primer/>

شكراً جزيلاً

