عين البيئة
Ain El-Bee'ah

CO2 Carbon
CARBON CREDITS INITIATIVE
المبادرة التعريفية بشهادات الكربون

COP28 UAE

نحو COP28

المبادرة العربية للتعريف بسوق وشهادات الكربون

تنظمها جمعية عين البيئة

جمهورية مصر العربية

بالتنسيق مع شركائها من
منظمات المجتمع المدني العربي
ومنظمات المجتمع المدني المصري

@ainelbeeah

بالتعاون مع

عين البيئة
Ain El-Bee'ah

CO2 Carbon
CARBON CREDITS INITIATIVE
المبادرة التعريفية بشهادات الكربون

COP28 UAE

نحو COP28

دور الأستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي الجيومكاني في مراقبة وقياس الانبعاثات الكربونية

استاذ دكتور/ حمدي ابراهيم الجميلي

المدير التنفيذي – شركة جلوب اماجن للجيومعلوماتية

gamily@globeimagine.com

01274009030

موضوعات العرض

- مقدمة
- الذكاء الاصطناعي الجيومكاني
- الاستشعار عن بعد ورصد الانبعاثات الكربونية والغازات الدفيئة
- التقنيات الواعدة ودورها في رصد الانبعاثات الكربونية والغازات الدفيئة
- الخلاصة والتوصيات

مقدمة

The Most Important and Abundant Greenhouse Gases
أهم الغازات الدفيئة والاكثر انتشارا في الغلاف الجوي

- Water Vapour (H2O) — بخار الماء
- Carbon Dioxide (CO2) — ثاني اوكسيد الكربون
- Methane (NH4) — غاز الميثان
- Nitrous Oxides (N2O) — اوكسيد النيتروز
- Ozone (O3) — غاز الأوزون

Lifetime of Green House Gases (GHGs)

عمر بقاء غازات الاحتباس الحراري بالغلاف الجوي

- **CO2:** ثاني اوكسيد الكربون
  - 30% (up to 30 years)
  - 30 % (up to 120 years)
  - The rest of CO2 (up to 1000 years)
- **Nitrous Oxides (N2O)**: up to 114 years اوكسيد النيتروز
- **Methane (NH4):** up to 12 years غاز الميثان

What is the Difference between (CO_2) and (CO_2e) Equivalent?

ما هو الفرق بين ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) ومكافيء ثاني اوكسيد الكربون (CO_2e)

- يقيس كل من ثاني أكسيد الكربون ومكافيء ثاني أكسيد الكربون قيمة الاحتباس الحراري المحتمل، لكن مكافيء ثاني أكسيد الكربون يشمل على غازات الاحتباس الحراري إلى جانب ثاني أكسيد الكربون.
- لذا فانه يفضل استخدام تعبير (مكافيء ثاني أكسيد الكربون) عندما نتحدث عن قياس الانبعاثات الكربونية.
- مثال:
  - 1 كجم اوكسيد نيتروز = 298 كجم مكافيء ثاني اوكسيد الكربون
  - 1 كجم ميثان = 25 كجم مكافيء ثاني اوكسيد الكربون

How Do You Earn Carbon Credits?

كيف تكسب ائتمانات الكربون؟

- يمكن الحصول على إئتمان الكربون للمشاريع حول العالم التي تسحب او تخزن غازات الاحتباس الحراري (GHGs) التي ستنطلق الى الغلاف الجوي أو تمنع حدوث تلك الانبعاثات.

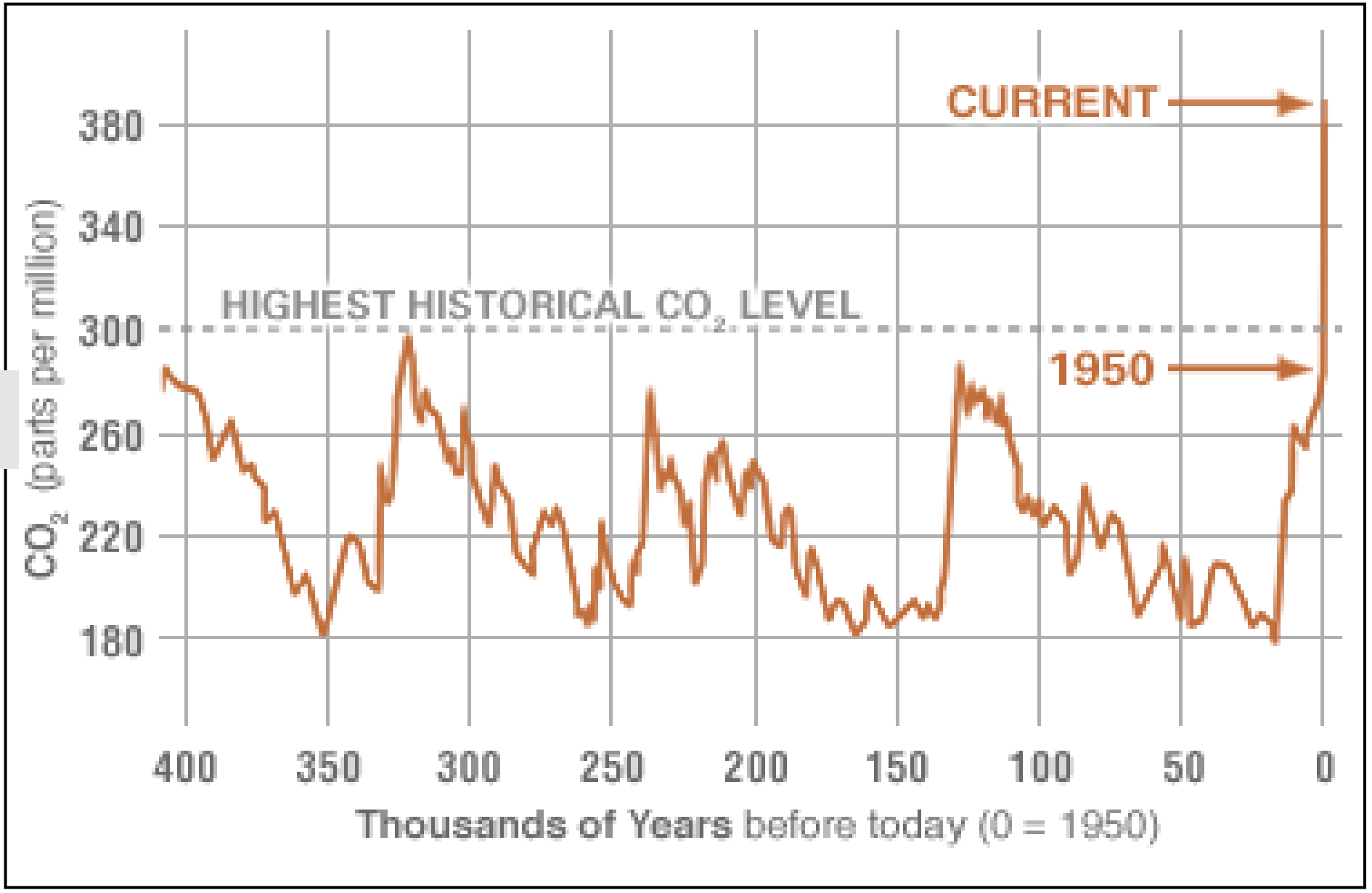
- في كل مرة يتم التحقق فيها من ان المشروع قد خفض أو منع انتاج أو تخلص من طنًا متريًا واحدًا من الغازات الدفيئة، فان المشروع يكون قد امتلك رصيد ائتماني قيمته واحد.

- ملاحظة:

نحتاج الى زراعة من 31 الى 46 شجرة معمرة لامتصاص 1 طن متري مكافيء كاربوني
(اي للحصول على ائتمان كاربوني قيمته 1)

CO_2 as Indicator on the Climate Change

ثاني اوكسيد الكربون كمؤشر على التغير المناخي

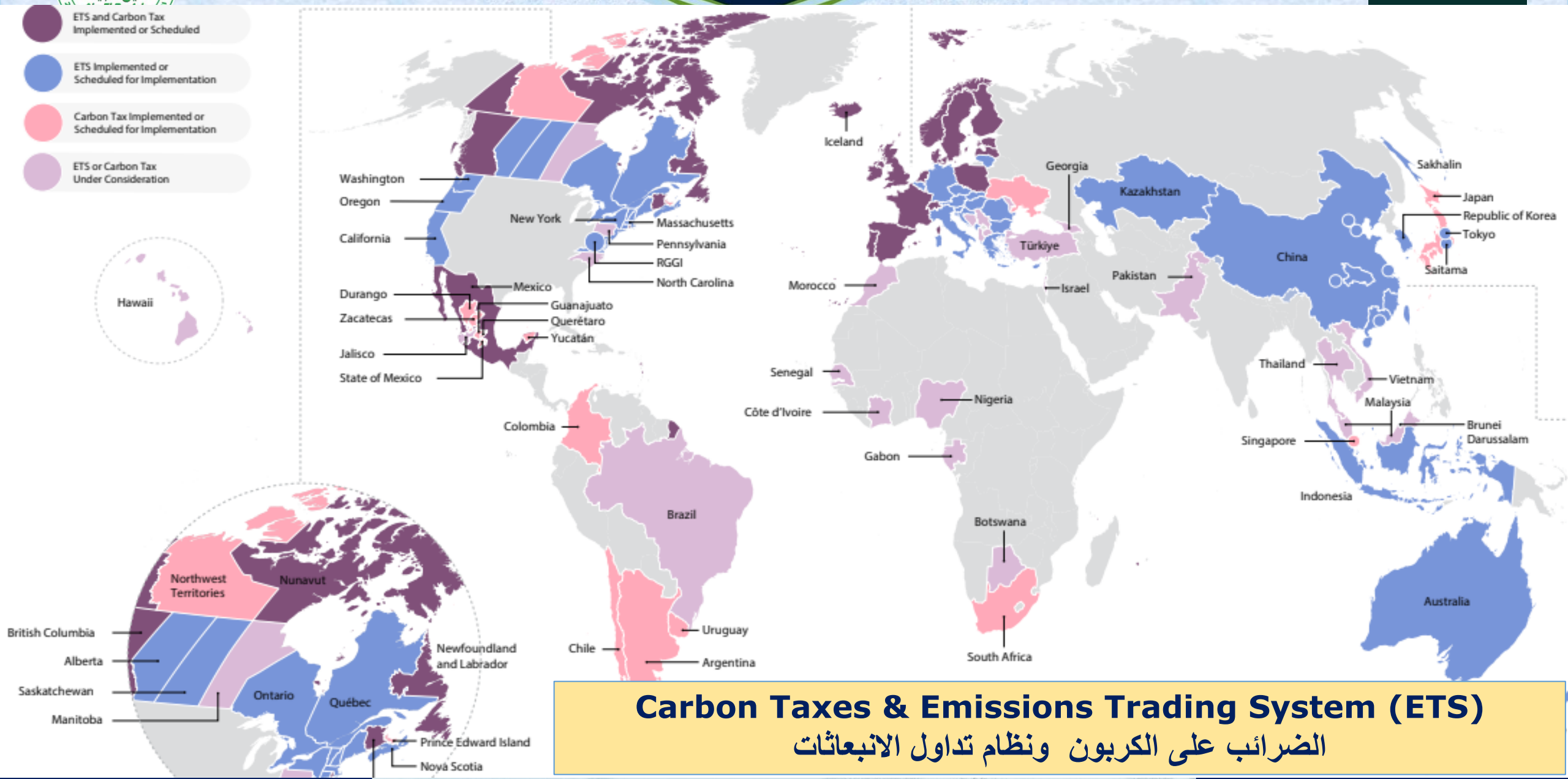


Source: NASA Climate, Data from NOAA

عين البيئة

Carbon
CARBON CREDITS INITIATIVE
المبادرة التعريفية بشهادات الكربون

COP28 UAE

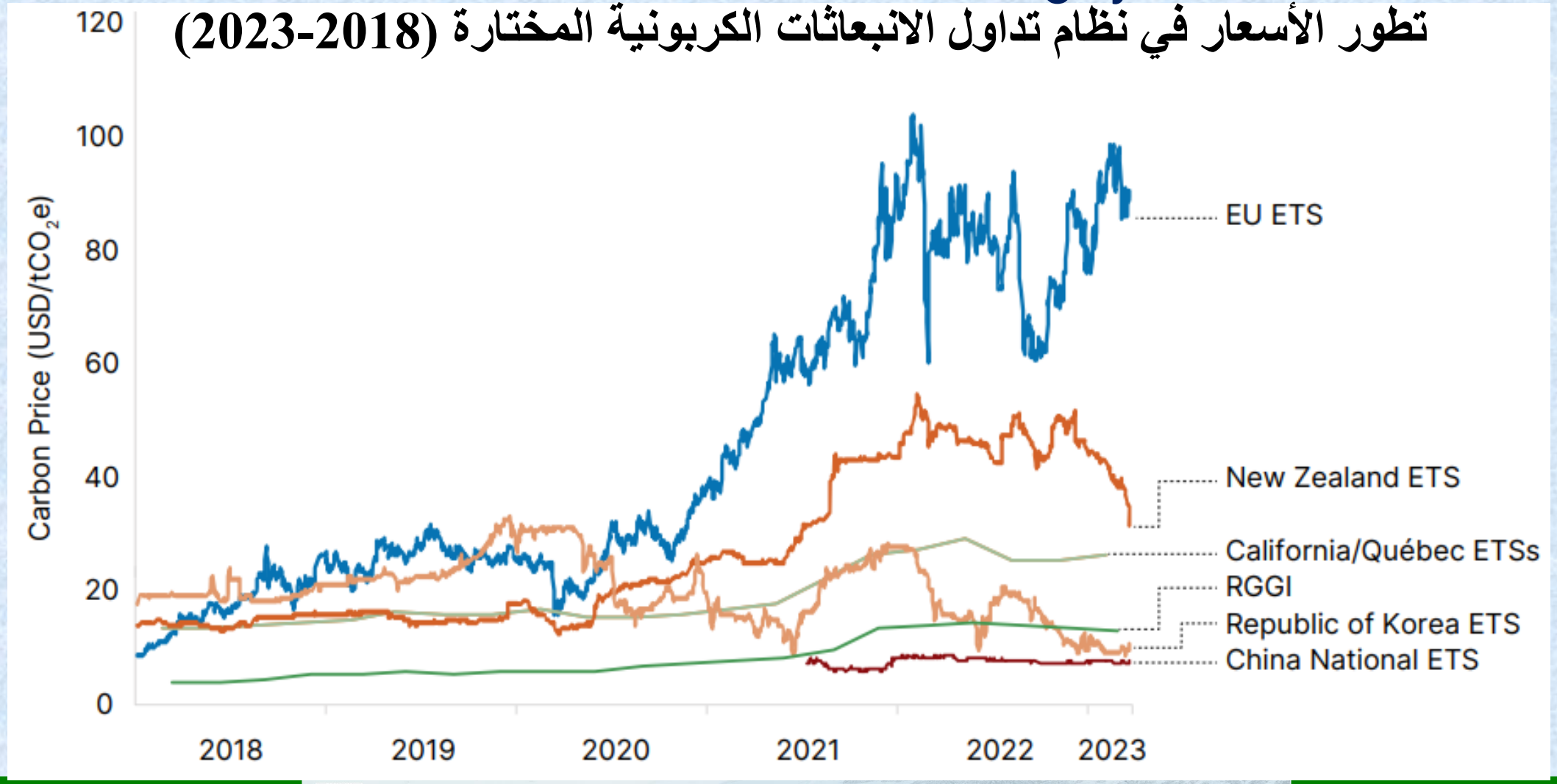


Carbon Taxes & Emissions Trading System (ETS)

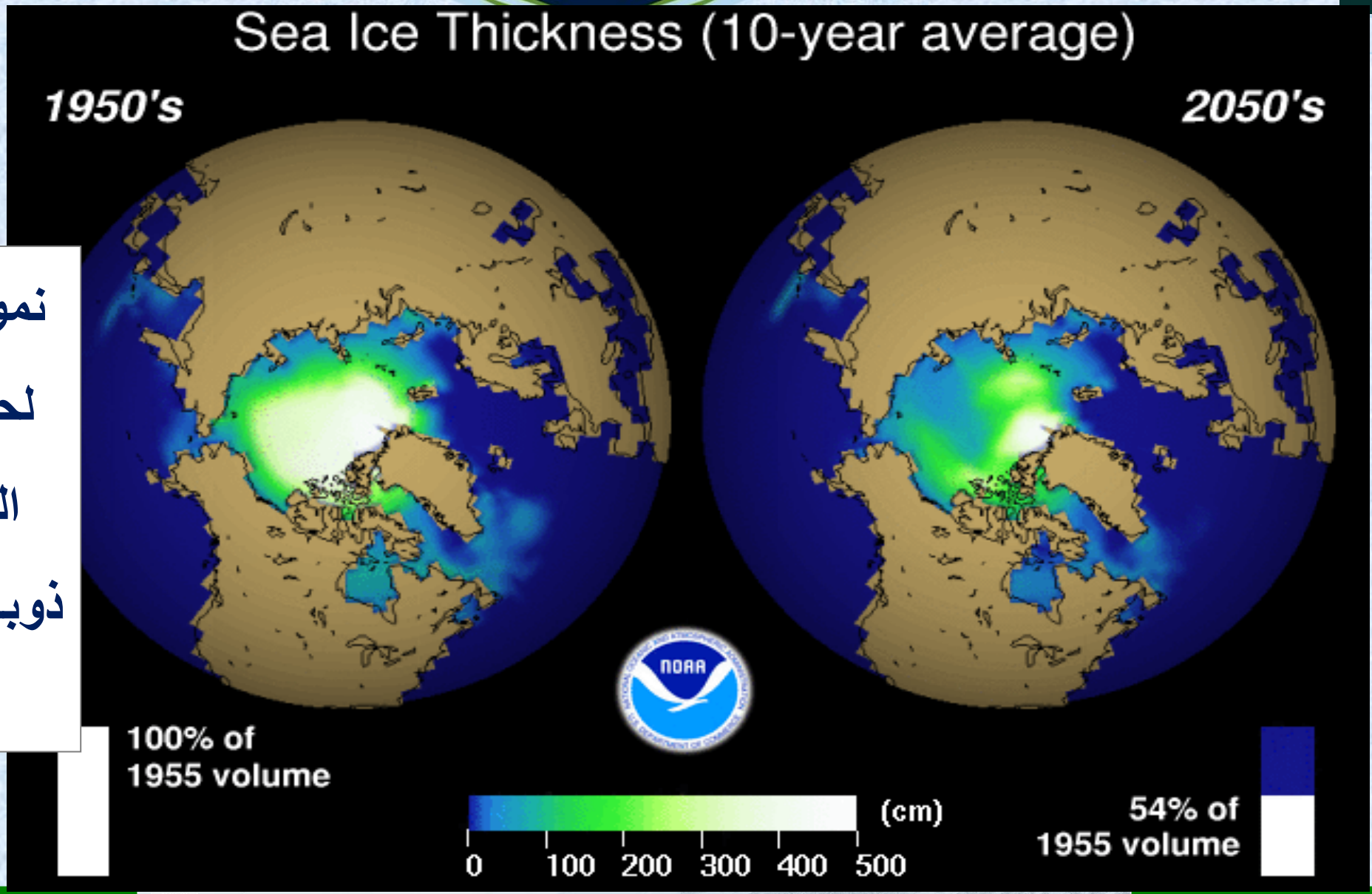
الضرائب على الكربون ونظام تداول الانبعاثات

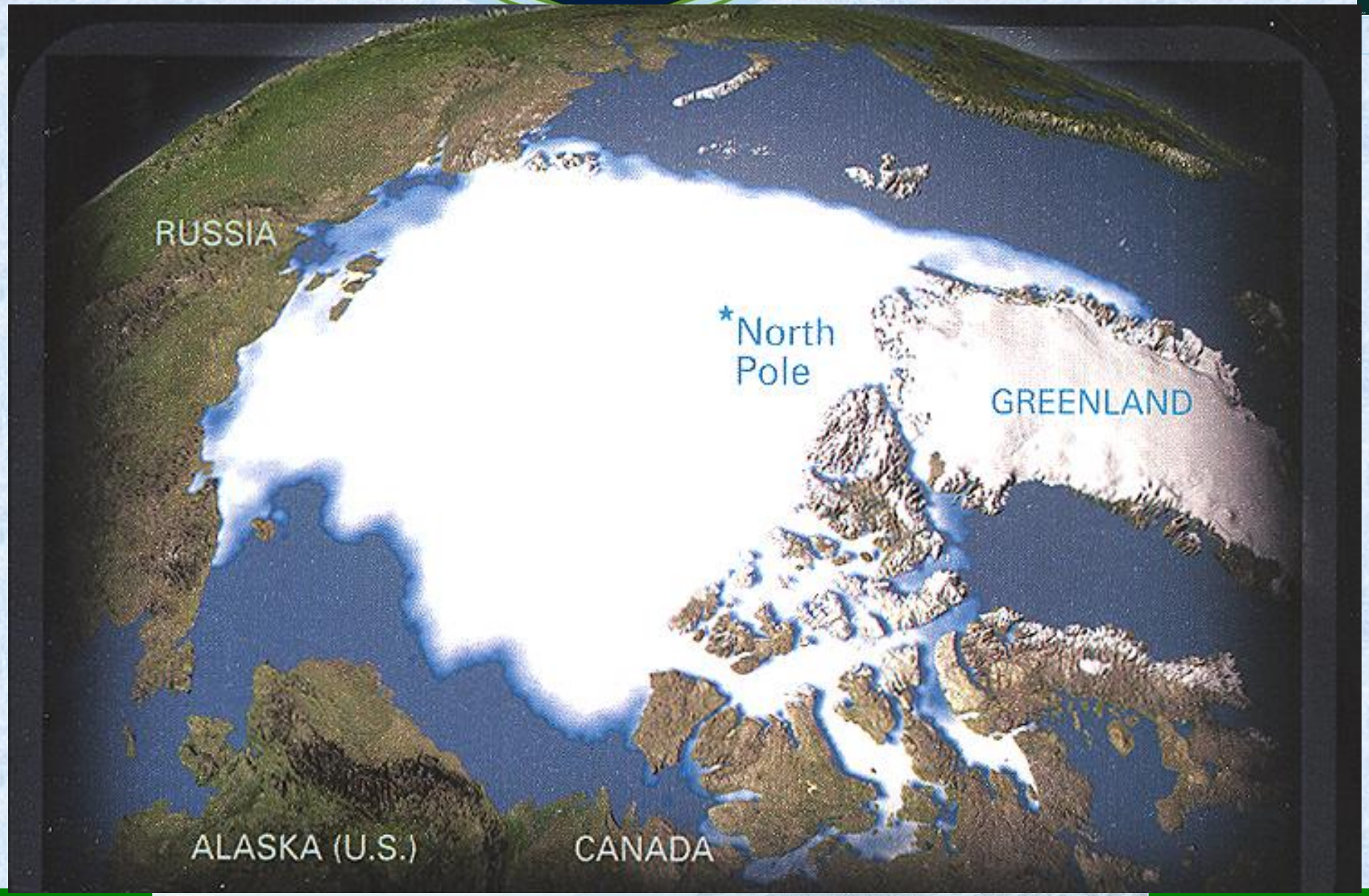
Price Evolution in Selected Carbon Emissions Trading System (ETSs) (2018-2023)

تطور الأسعار في نظام تداول الانبعاثات الكربونية المختارة (2018-2023)



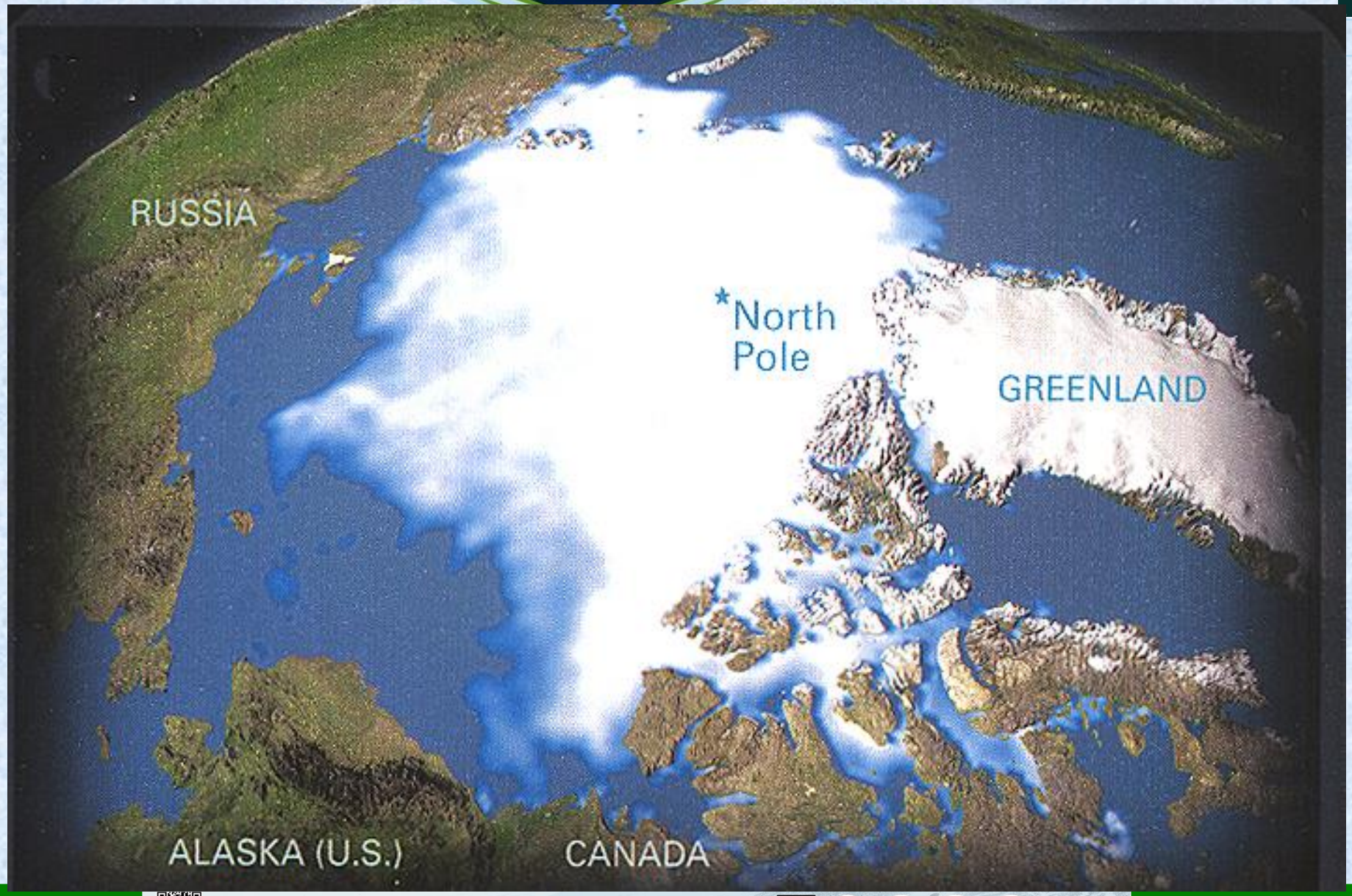
نموذج توقع رقمي لحساب الاحتباس الحراري وتوقع ذوبان الجليد في مئة عام





صورة فضائية للغطاء الجليدي في القطب الشمالي

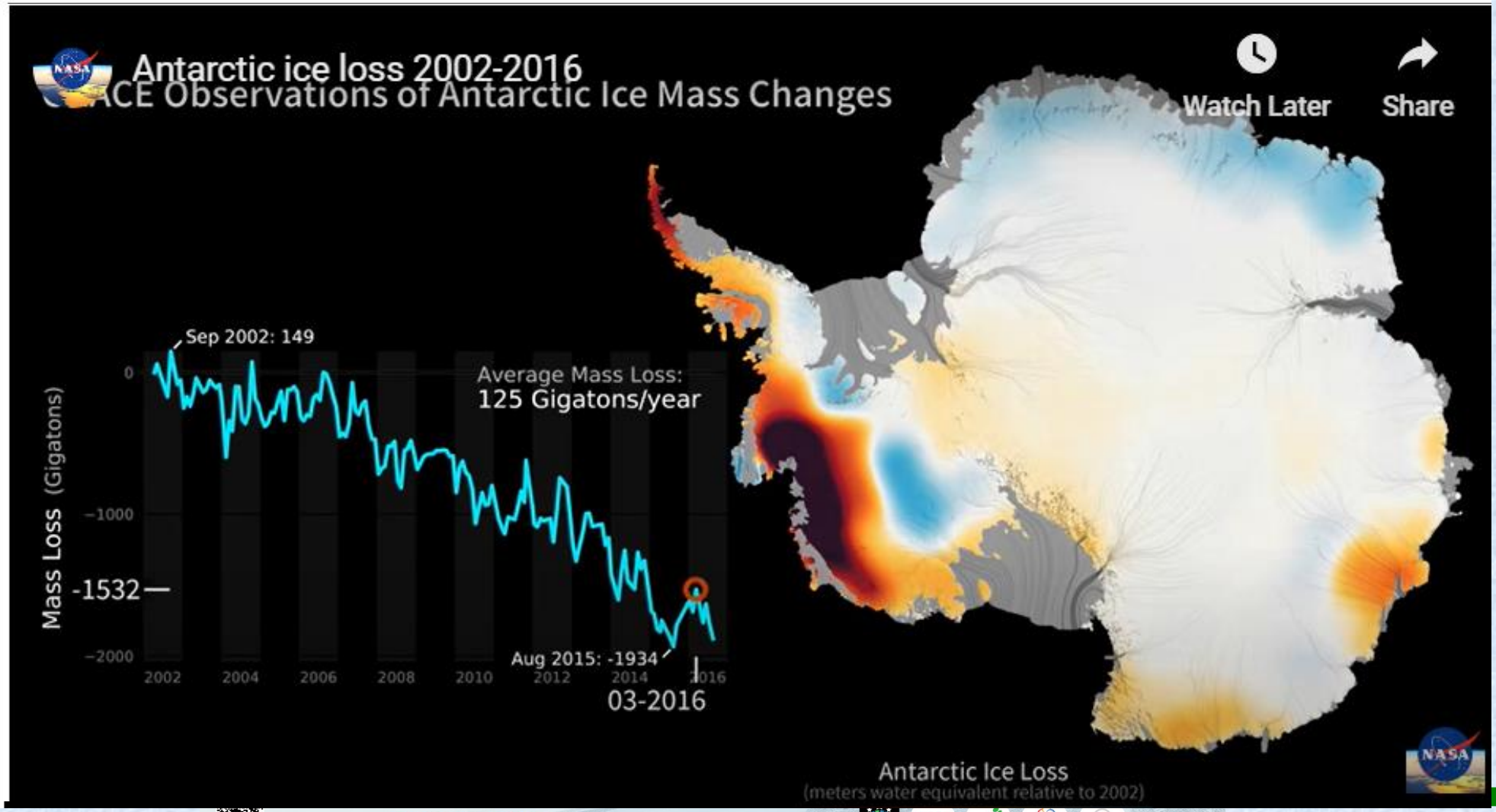
(1979)



صورة فضائية للغطاء الجليدي في القطب الشمالي

(2003)

ذوبان الجليد في القطب الجنوبي من 2002 الى 2016



Geospatial Artificial Intelligence (Geo-AI)

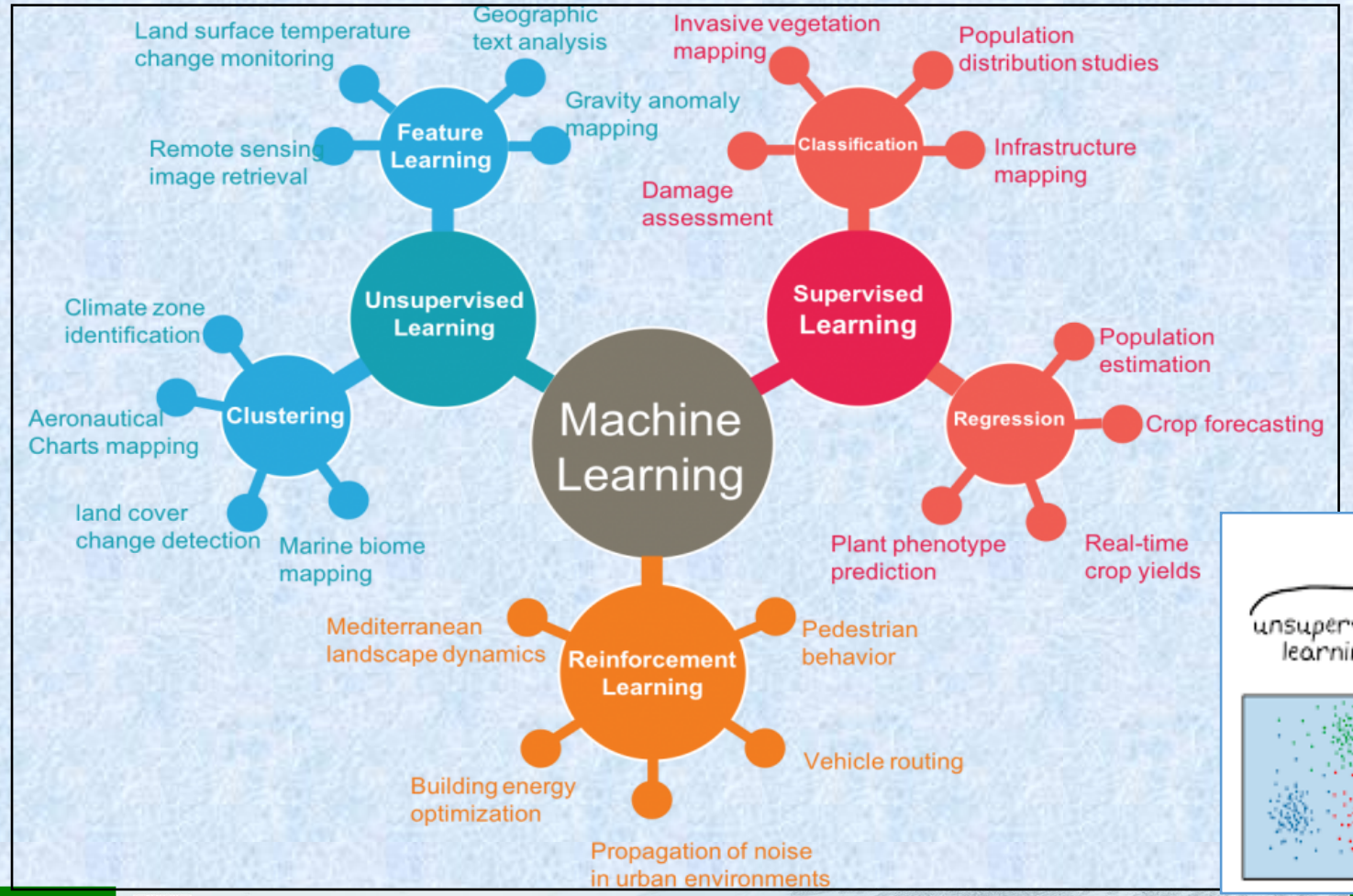
الذكاء الاصطناعي الجيومكاني

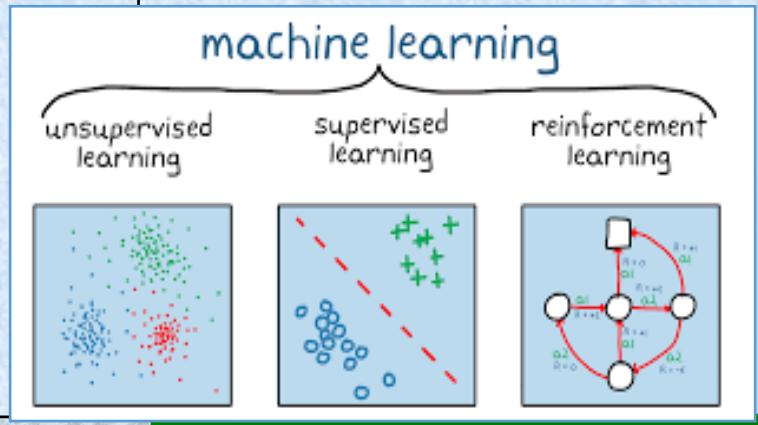
عين البيئة
Ain El-Bee'ah

Carbon
CARBON CREDITS INITIATIVE
المبادرة التعريفية بشهادات الكربون

COP28 UAE
نحو COP28

Artificial Intelligence (AI) & Geospatial Technologies
الذكاء الاصطناعي والتقنيات الجيومكانية

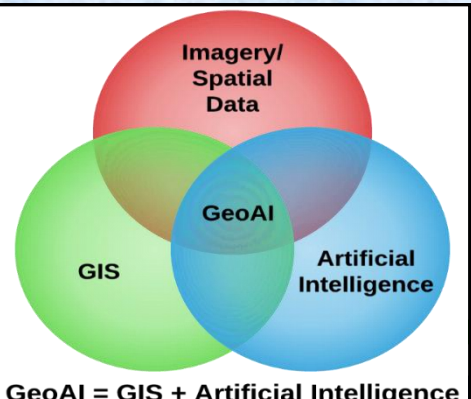




Examples of AI Algorithms and the Relation with Digital Image Processing (RS)

امثلة على لوغاريتمات الذكاء الاصطناعي وعلاقتهم بمعالجة الصور الفضائية

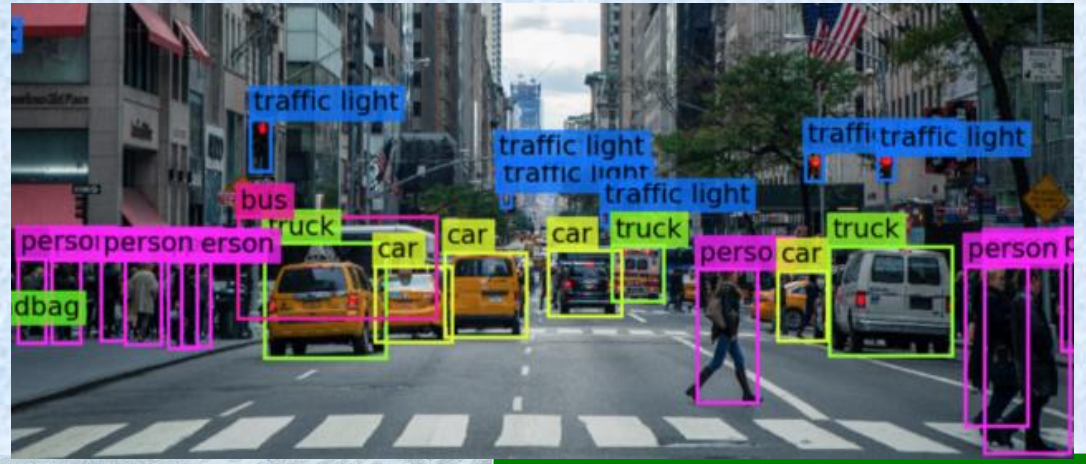
- The **k-Nearest Neighbors (KNN)** algorithm (supervised ML algorithm).
- **K-Means unsupervised ML algorithms** (Clustering, Principal Component Analysis (**PCA**)).
- **Artificial Neural Networks (NNs) algorithms (Deep Learning (DL)**.



GeoAI = GIS + Artificial Intelligence

Computer Vision
رؤية الكمبيوتر

إنه مجال من مجالات الذكاء الاصطناعي (AI) يمكّن أجهزة الكمبيوتر والأنظمة من استخلاص معلومات ذات مغزى وقيمة من الصور الرقمية ومقاطع الفيديو والمدخلات المرئية الأخرى.



Edge Computing and Geo-AI
حوسبة الحافة والذكاء الاصطناعي الجيومكاني

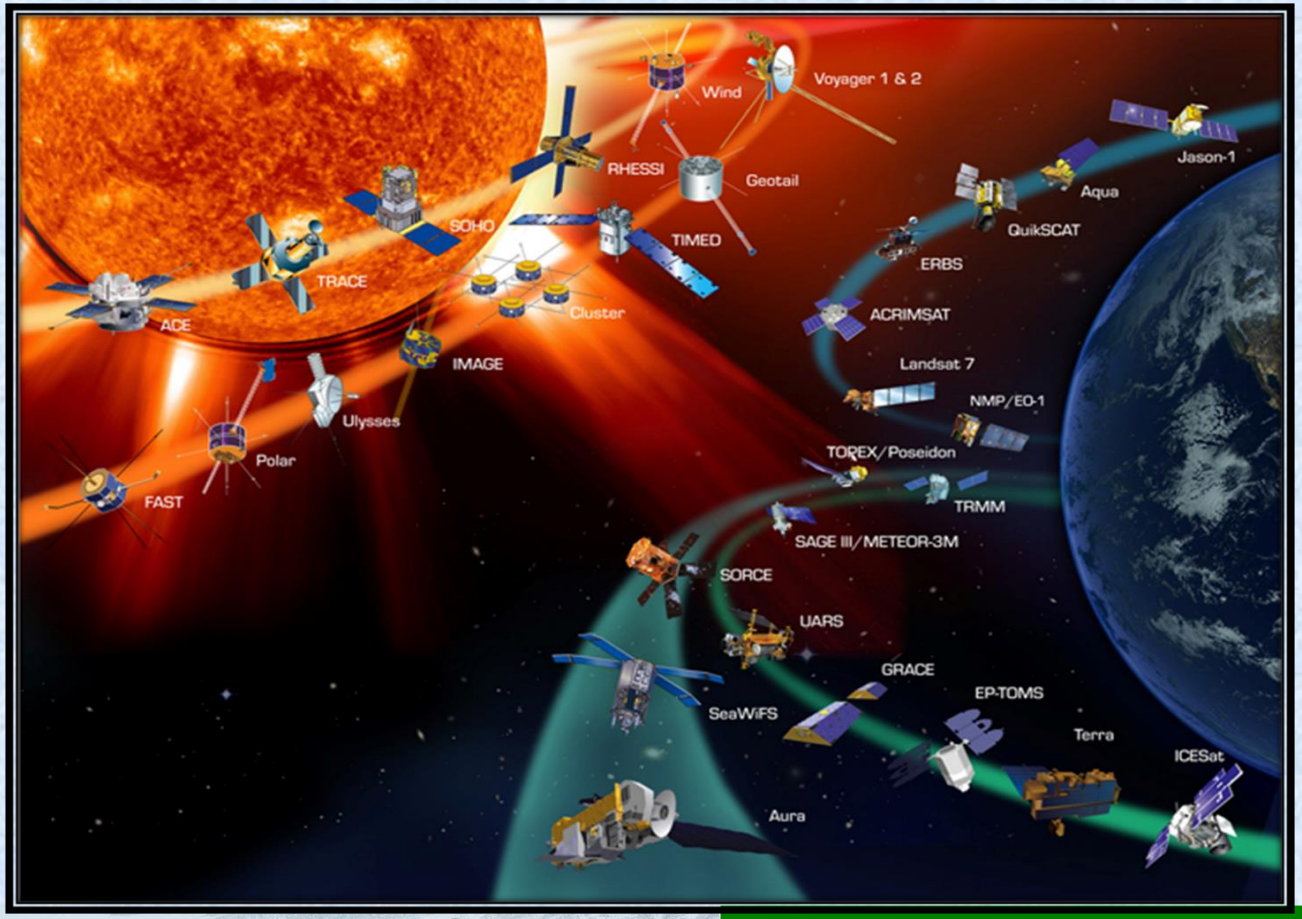
- تعد **حوسبة الحافة** تقنية واعدة للحوسبة، تشير إلى مجموعة من الشبكات والأجهزة في مكان أو موقع معين أو بالقرب منه.
- تدور **حوسبة الحافة** حول معالجة البيانات بالقرب من مكان إنشائها وفي الوقت الفعلي.
- لذلك، تعتبر **حوسبة الحافة** حل للتعامل مع بيانات نظم المعلومات الجغرافية ومعالجتها في المستقبل القريب.
- ستعمل **حوسبة الحافة** على تسهيل وسرعة مشاركة المعلومات الناتجة من معالجة البيانات واستخدامها في دعم اتخاذ القرار لحظيا، اي المعتمد على بيانات لحظية وليست قديمة.

The Role of Satellite Remote Sensing in Climate Change Study

دور الاستشعار عن بعد في دراسة التغير المناخي

ما هو الاستشعار عن بعد باستخدام الأقمار الصناعية؟

- هو تجميع بيانات ومعلومات عن سطح الأرض وغلافها الجوي عن بُعد من خلال أجهزة استشعار موجودة على متن الأقمار الصناعية الخاصة بالاستشعار.

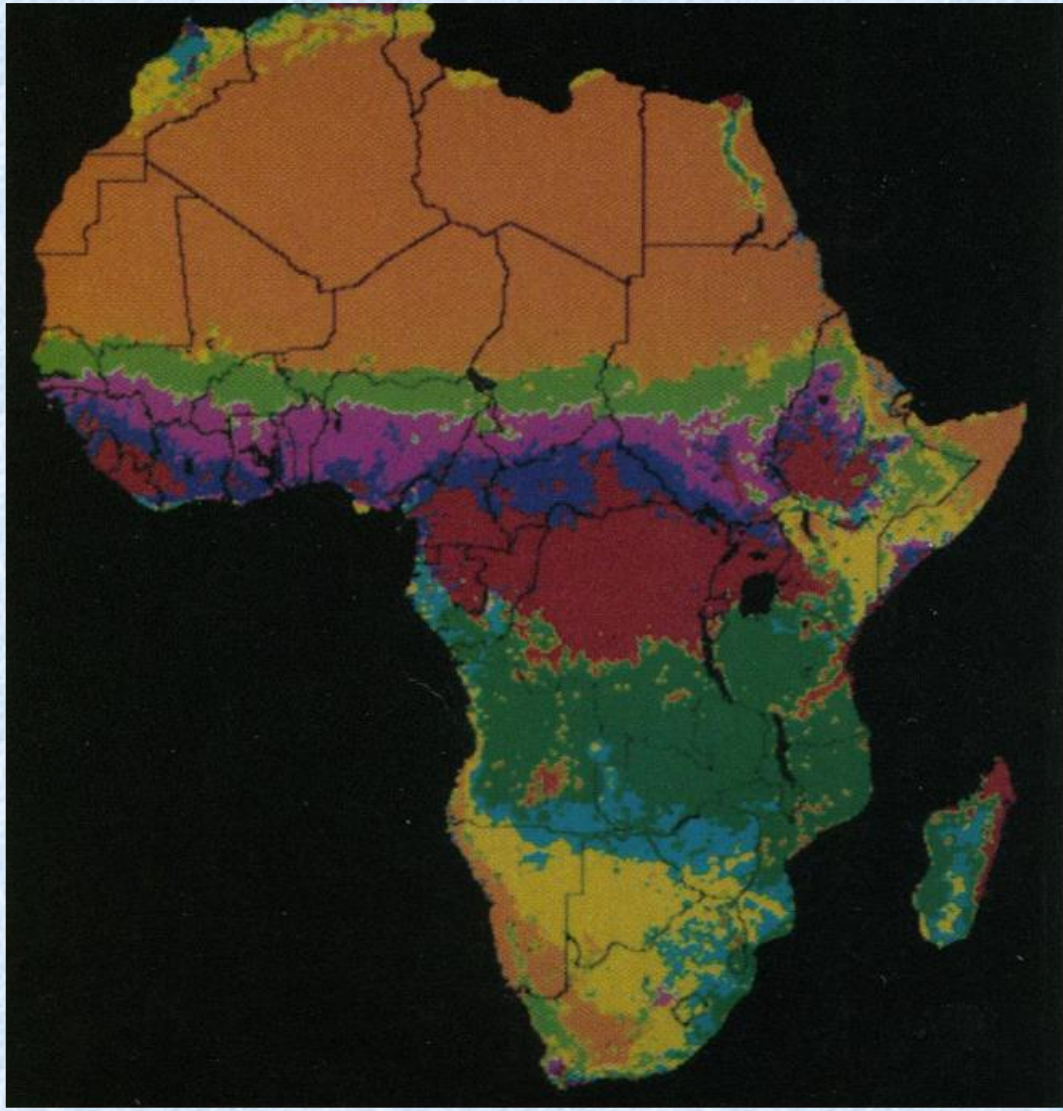


Why satellite remote sensing?

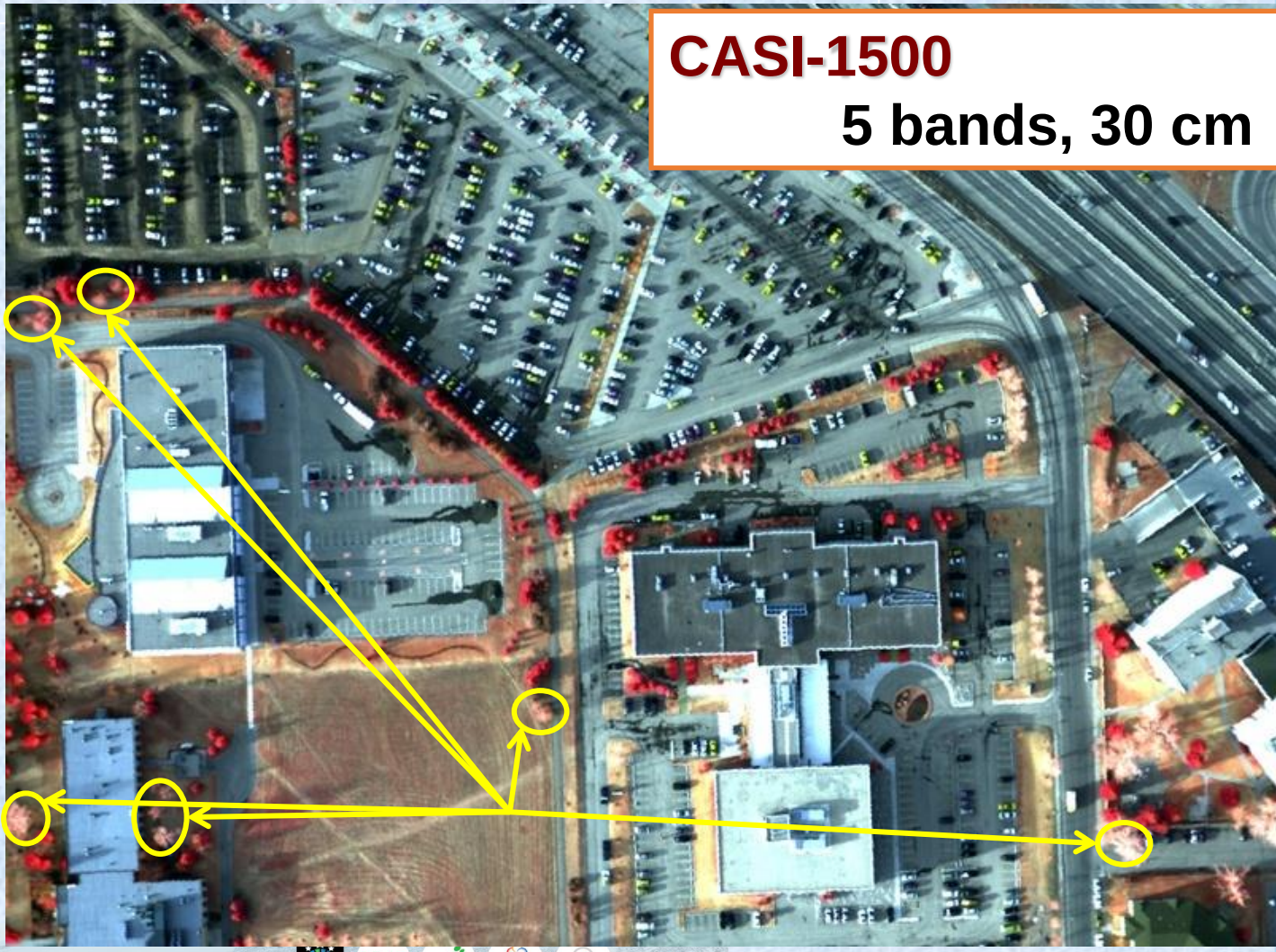
لماذا الاستشعار عن بعد عبر الأقمار الصناعية؟

- القدرة على مراقبة الأنظمة البيئية والمناخ على فترات زمنية ونطاقات مكانية متعددة.

- يتم استخدامها لتطوير تدابير الوقاية والتخفيف والتكيف مع آثار تغيرات المناخ.



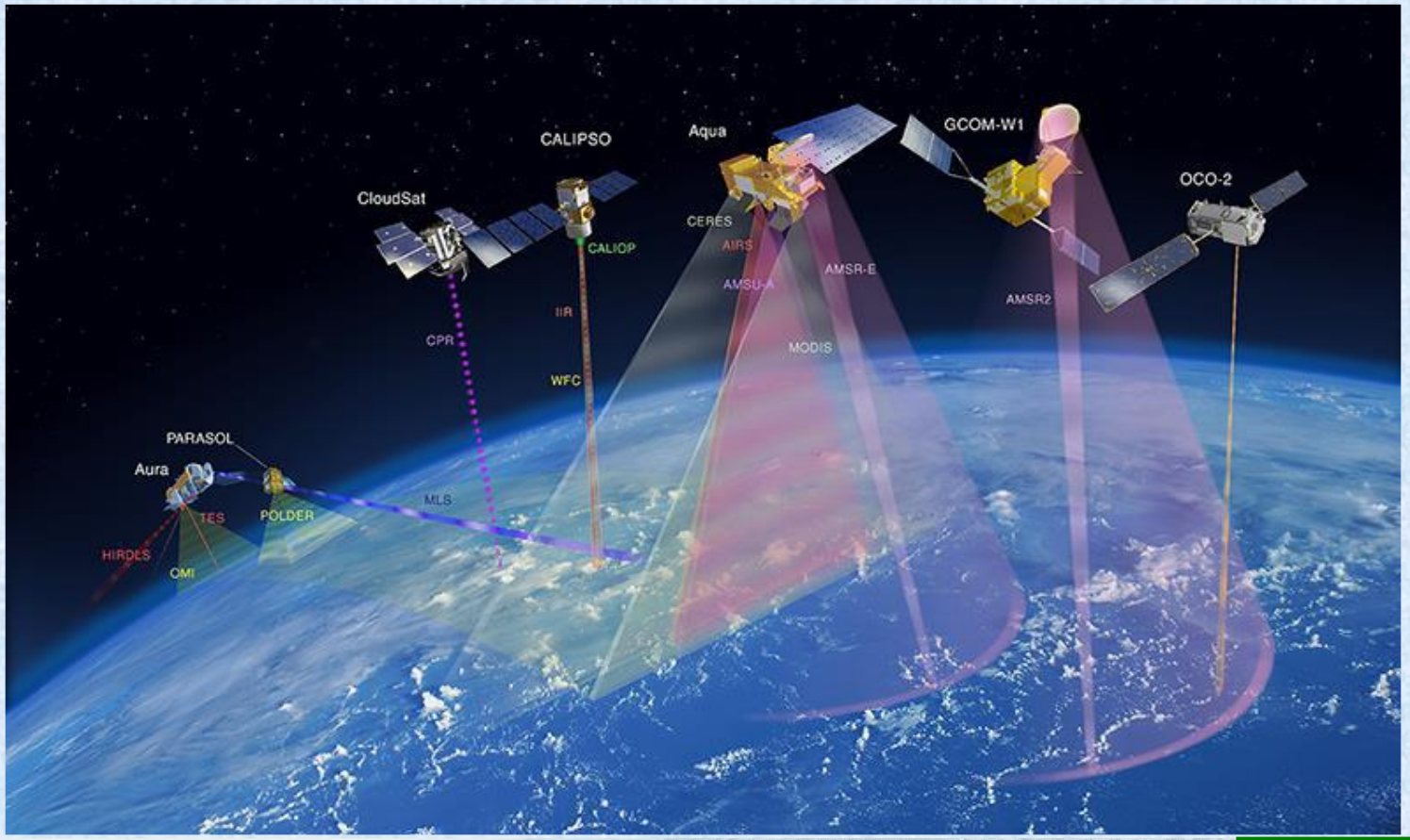
الصور الفضائية غزيرة الأطياف



صور الأقمار الصناعية ورصد النظام المناخي

مجالات الاستخدام

- الاحتباس الحراري
- رصد الجليد
- تغير منسوب سطح البحر
- الاشعاع الشمسي
- الغبار الجوي
- السحب
- بخار المار والمطر

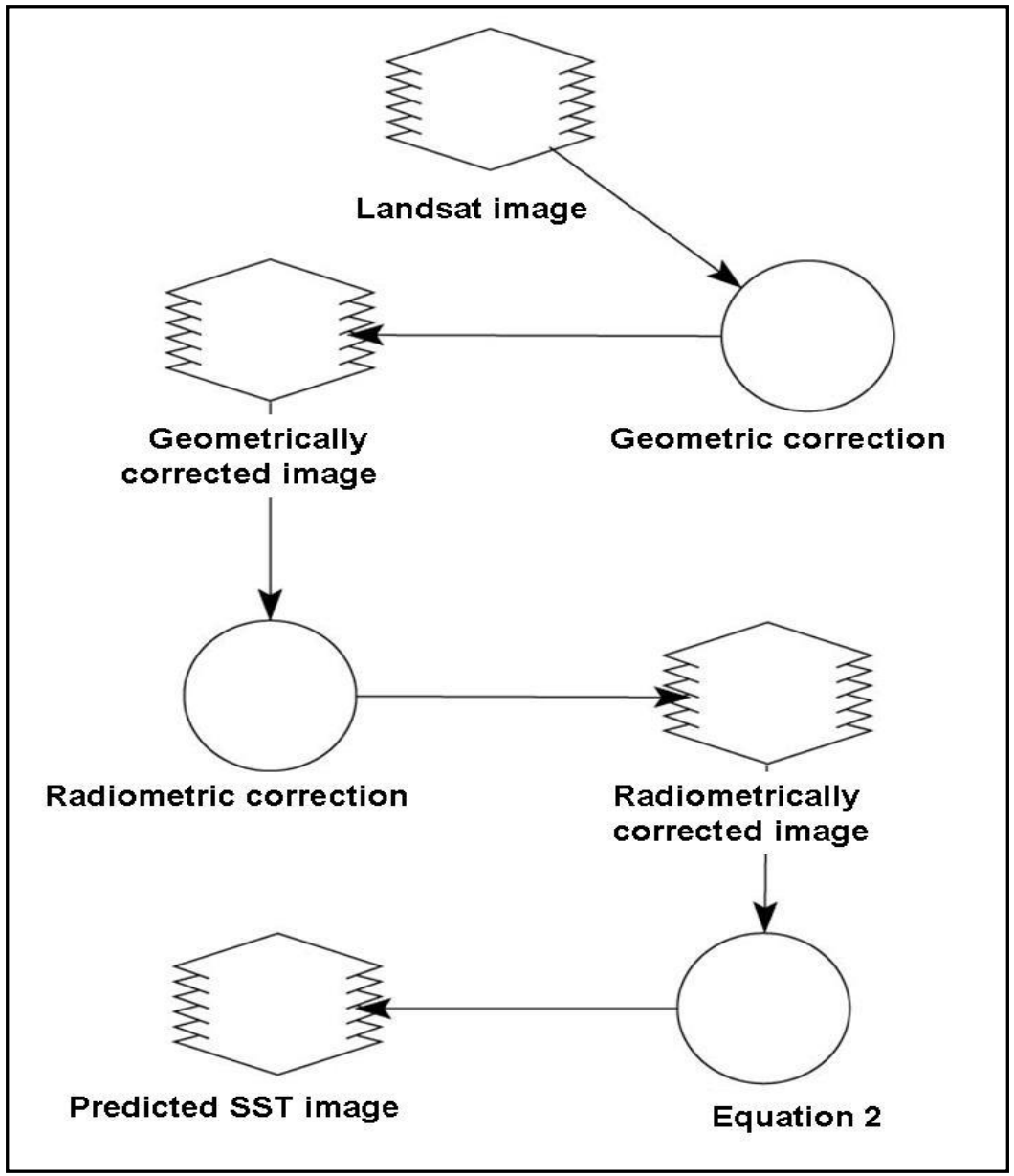


اسم القمر

- GCOM-W1
- Aqua
- Aura
- CALIPSO
- CloudSat
- PARSOL
- OCO-2 & 3

The Flow chart of Predicting (SST) from Landsat Images

المخطط الهيكلي للتنبؤ بدرجة حرارة سطح الماء من صور القمر الصناعي لاندسات



تم استخدام المعادلة التالية التي تمت الموافقة عليها من قبل وكالة ناسا لإجراء التصحيح الإشعاعي :

$$L_\lambda = \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{QCAL_{max} - QCAL_{min}}\right) * (DN - CAL_{min}) + L_{min} \quad (1)$$

where:

$L\lambda$ = radiance (W/m2 * ster * µm);

DN = digital number of each pixel;

L_{max} and L_{min} = calibration constants;

$QCAL_{max}$ and $QCAL_{min}$ = the highest and lowest range of values for rescaled radiance in DN.

تم حساب درجة حرارة سطح البحر باستخدام المعادلة التالية التي وافقت عليها وكالة ناسا (2007):

$$T_R = \frac{K2}{Ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

where:

T_R = radiance temperature in degrees Kelvin;

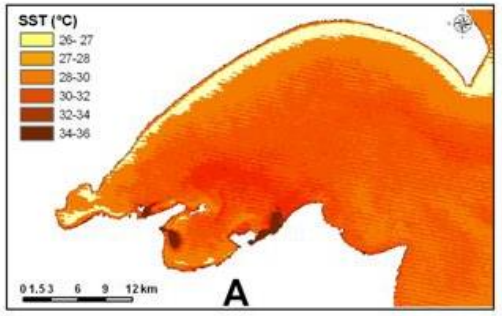
K_1 = calibration constant;

K_2 = calibration constant; and

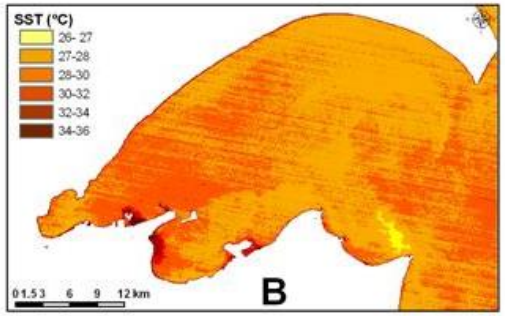
L_λ = spectral radiance for the pixel.

Landsat images and some water & climate conditions during the satellite overpass

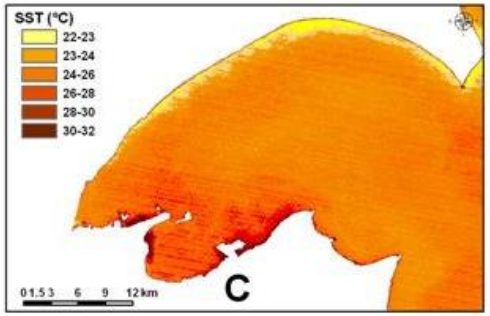
صور لاندسات وبعض عوامل المياه والمناخ أثناء مرور القمر الصناعي



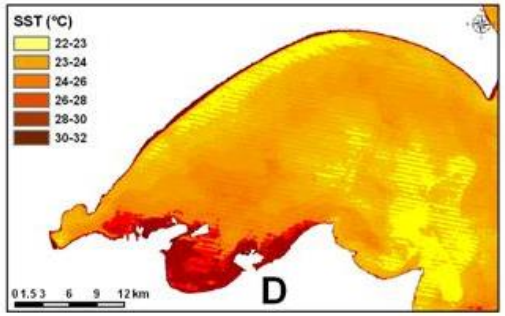
22/6/1985



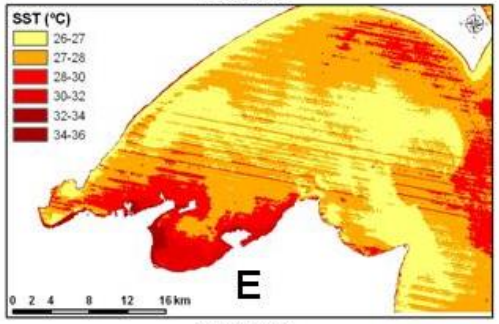
9/6/1986



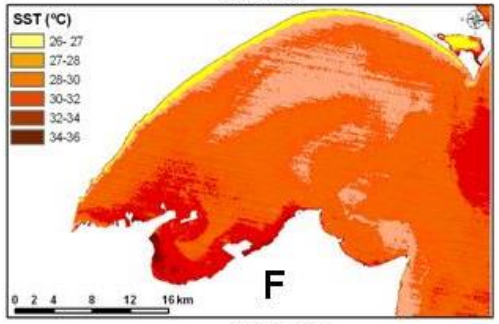
12/6/1987



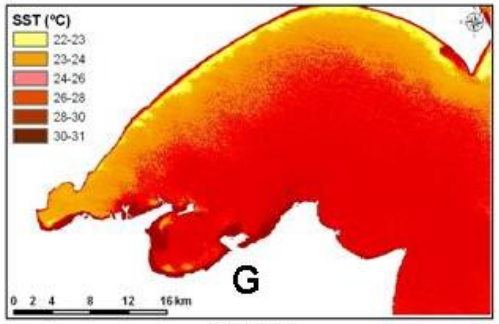
9/6/1989



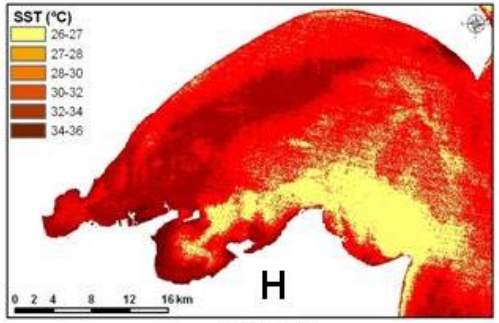
12/6/1990



10/6/1998

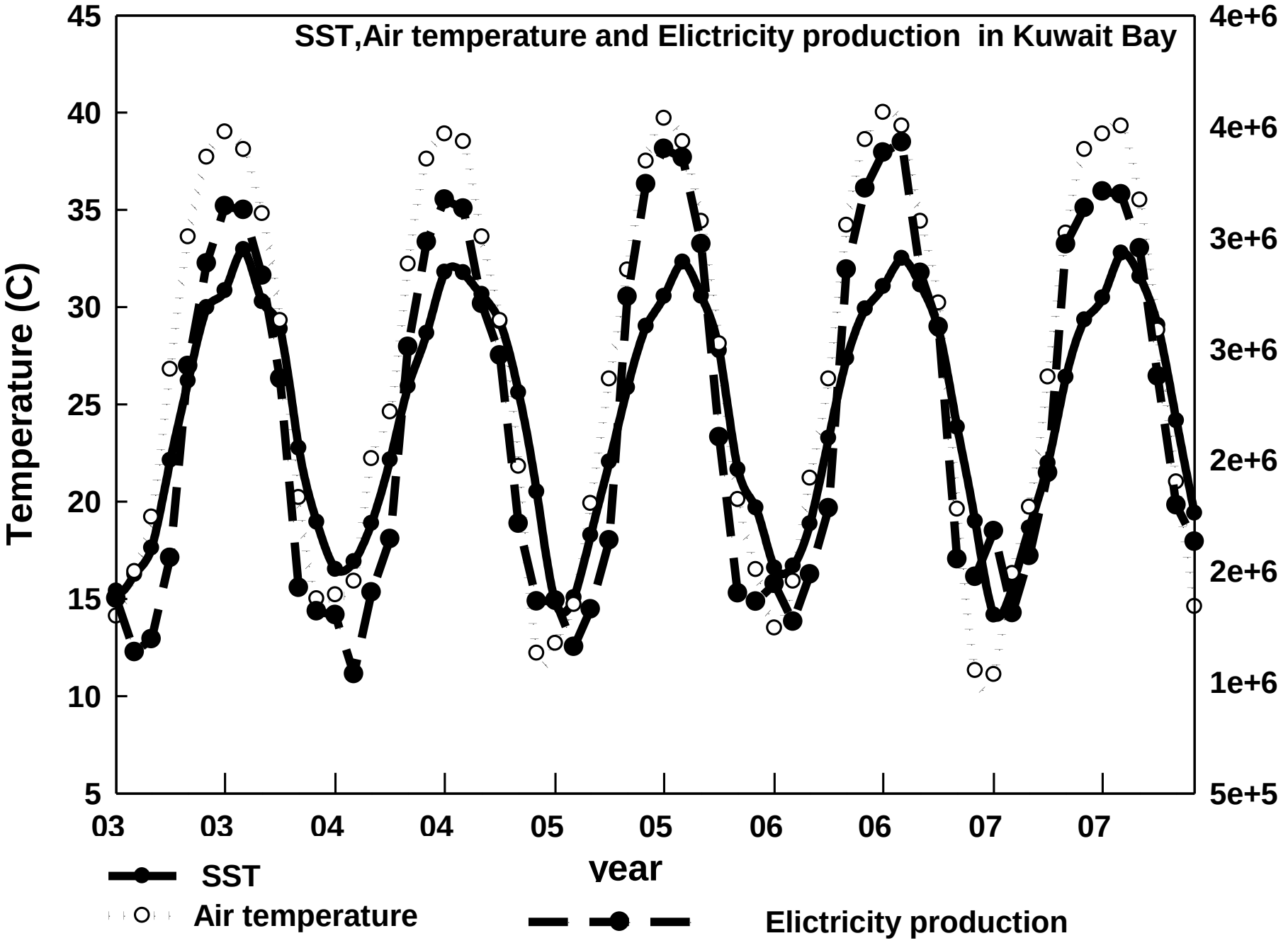


10/6/2001

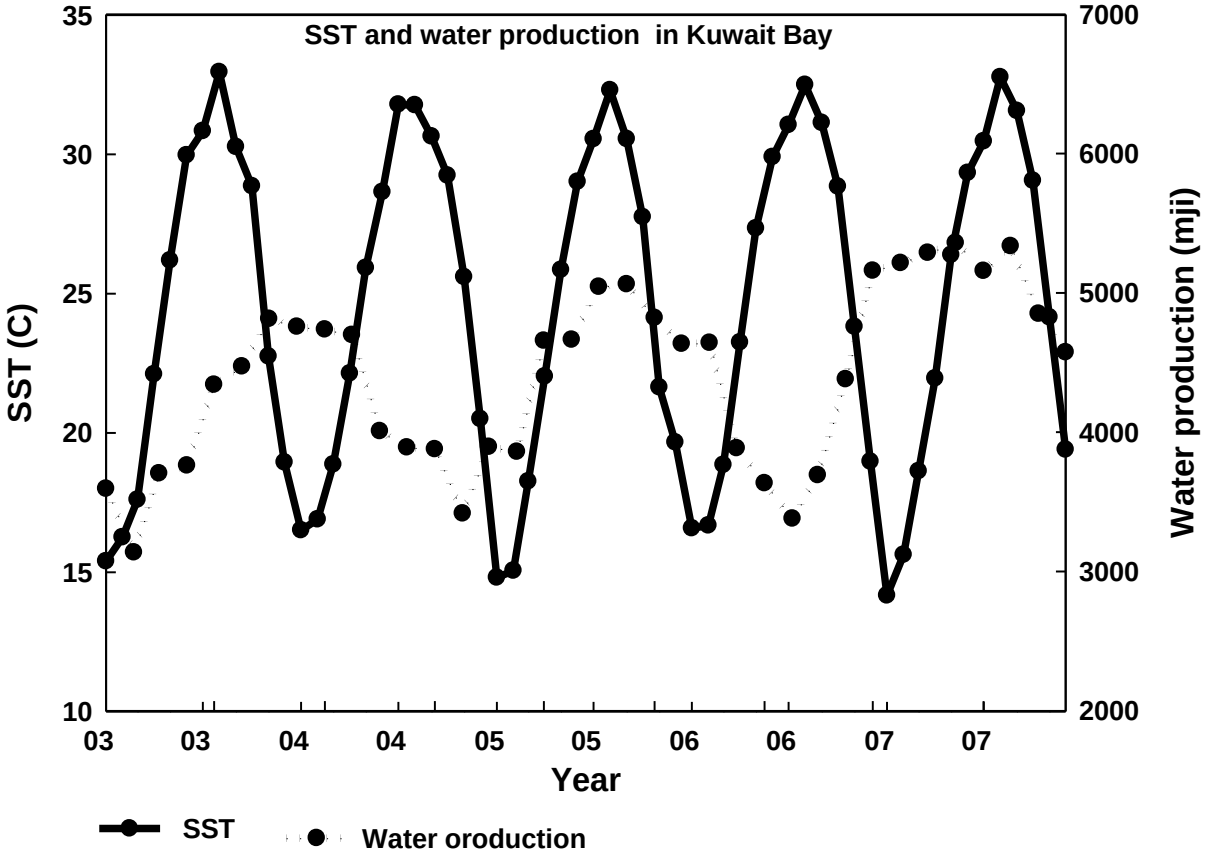


13/6/2002

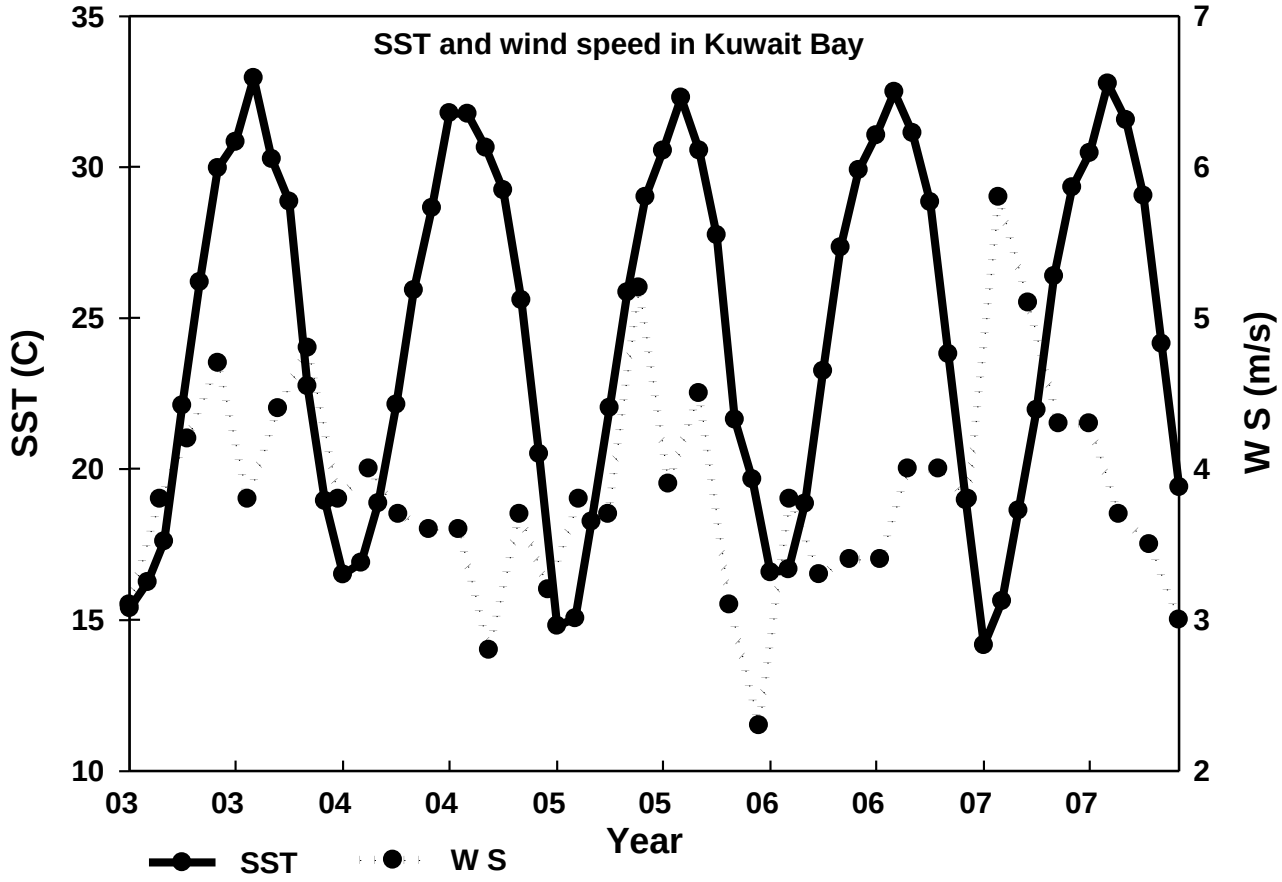
No	Date of acquired Landsat images	Time (local)	Range of tide (m)	Stage of tide	Air Temperature (C°)	Wind Speed (m/s)	Wind Direction	R H %
1	22/06/1985	09:46	3.5	Flood	36.0	11.3	NNE	7
2	09/06/1986	09:40	3.2	Flood	36.4	2.1	NNE	27
3	12/06/1987	09:40	3.7	Flood	36.5	9.3	NNE	10
4	09/06/1989	09:50	2.2	Flood	34.0	5.1	N	6
5	12/06/1990	09:46	2.6	Flood	42.2	7.2	NNE	-
6	10/06/1998	09:54	3.3	Flood	43.0	6.2	NNW	8
7	10/06/2001	09:50	2.4	Flood	37.2	5.0	NNW	11
8	13/06/2002	09:50	3	Flood	41.1	4.3	NNW	10



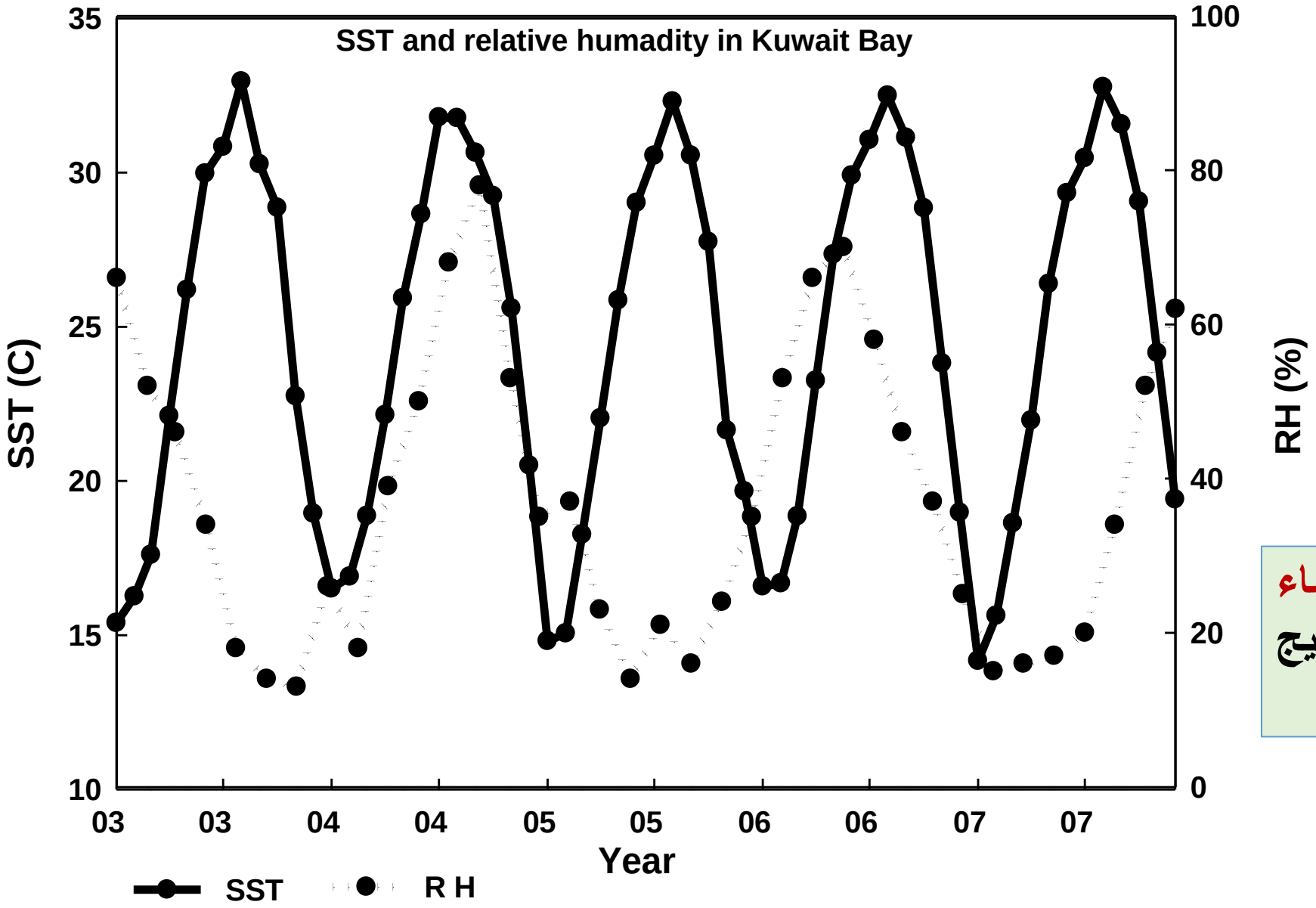
العلاقة بين درجة حرارة سطح الماء ودرجة حرارة الهواء وكمية إنتاج الكهرباء في خليج الكويت من 2003-2007



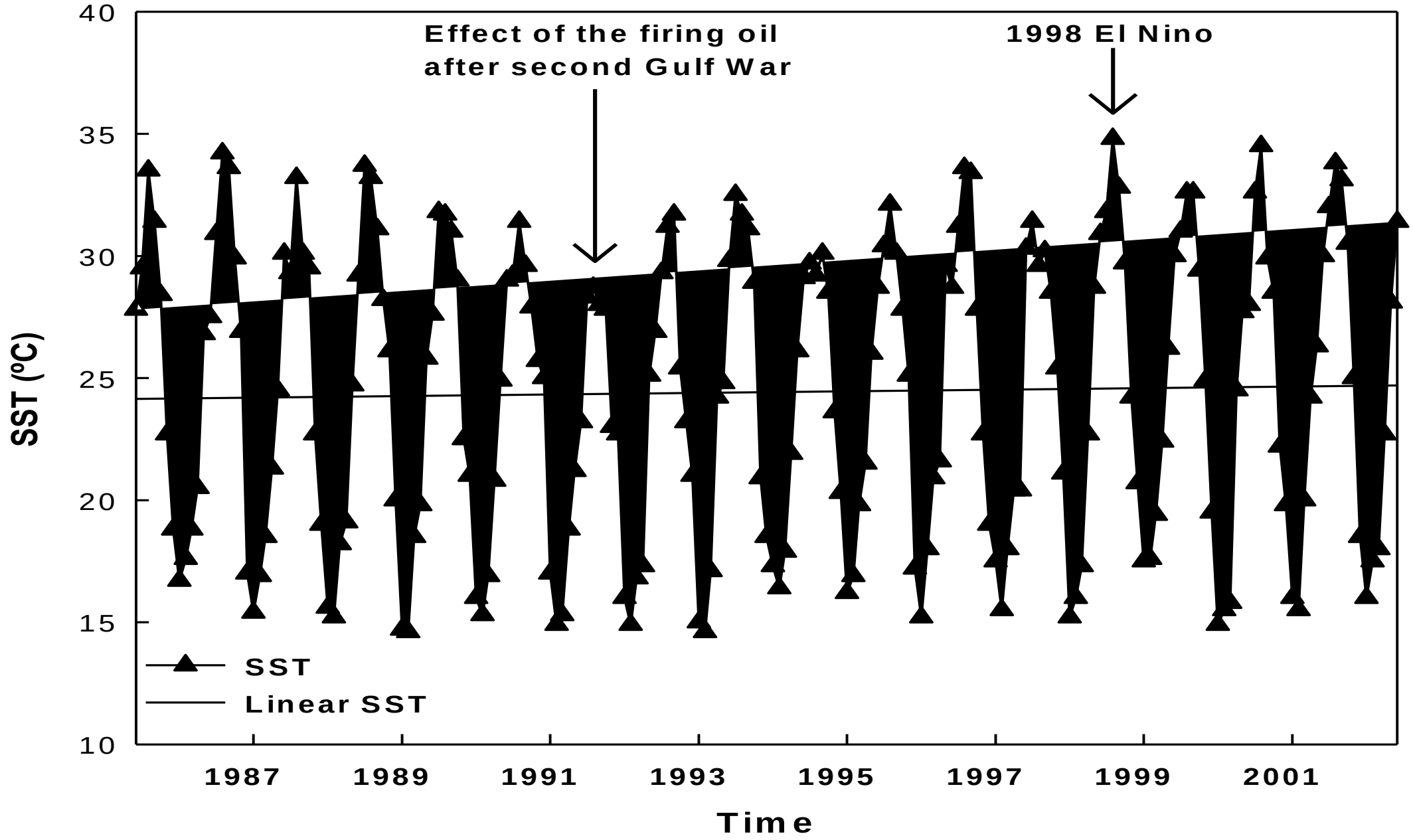
العلاقة بين درجة حرارة سطح الماء وكمية انتاج المياه في خليج الكويت من 2003-2007



العلاقة بين درجة حرارة سطح الماء وسرعة الرياح في خليج الكويت من 2003-2007



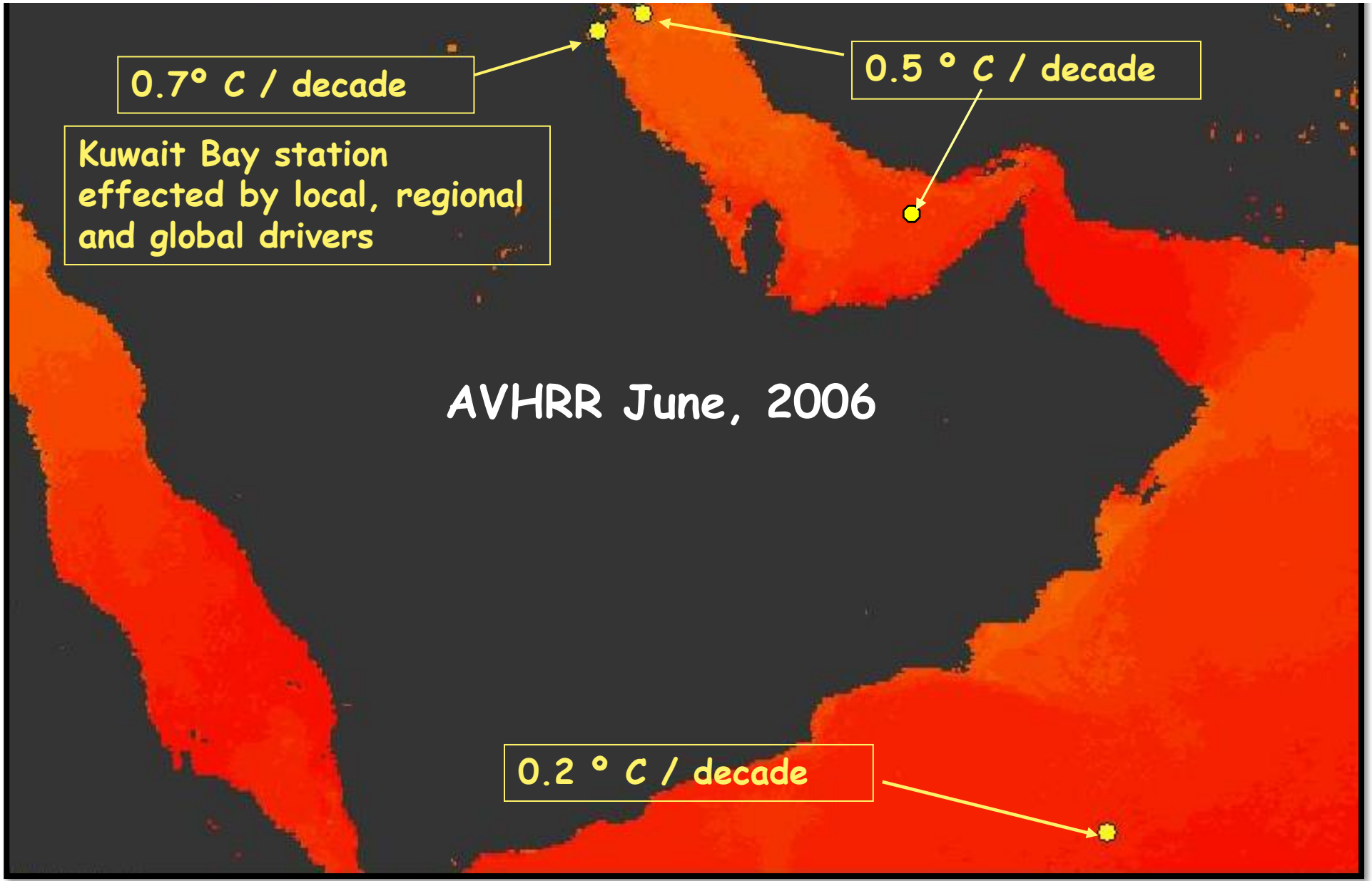
العلاقة بين درجة حرارة سطح الماء وقيمة الرطوبة النسبية في خليج الكويت من 2003-2007



المتوسط الشهري لدرجة حرارة سطح الماء في خليج الكويت من 1985 الى 2002 (من صور AVHRR)

Climate Change and its impact on the SST in Kuwait

تغير المناخ وأثره على حرارة سطح البحر في الكويت



وفقًا لوكالة ناسا: تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض في حالة عدم امتصاص نصف الانبعاثات الناتجة عن الاحتباس الحراري

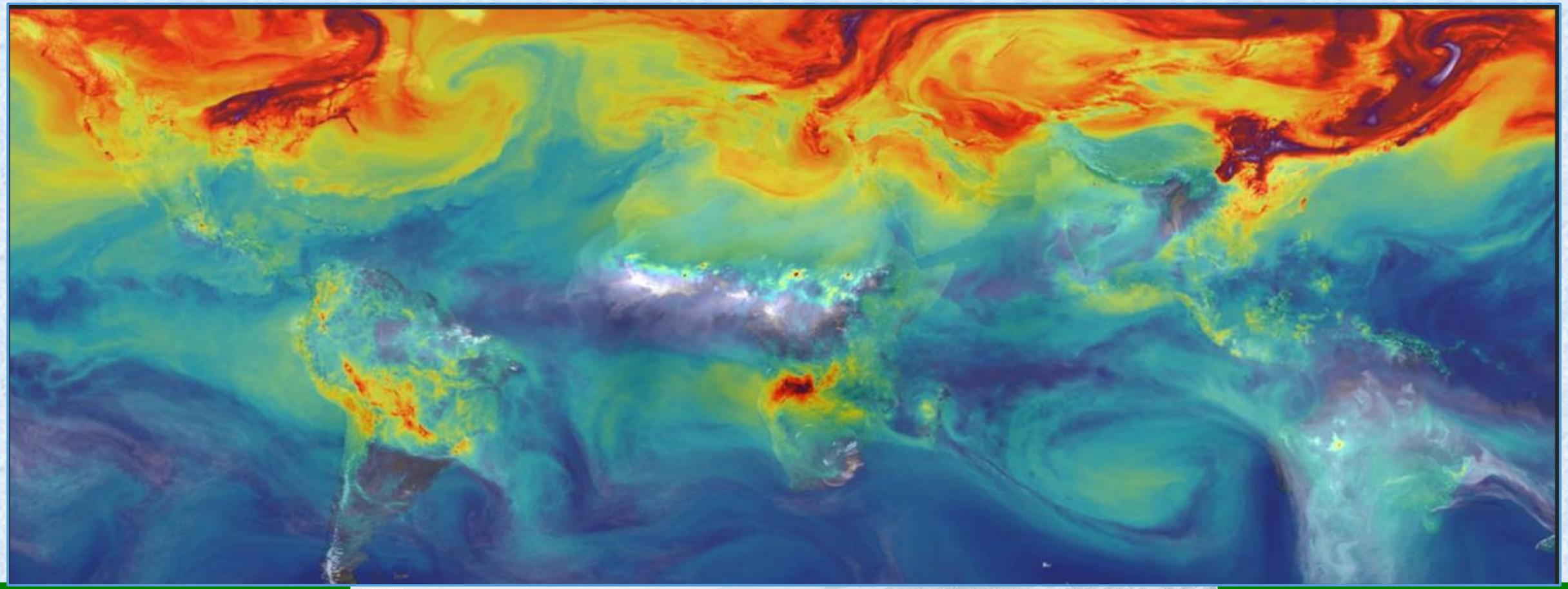


illustration of NASA's OCO-2 satellite, which maps natural and human-made CO2 emissions (from regions to continents)

القمر الصناعي OCO-2 التابع لناسا، والذي يرصد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الطبيعية والصناعية (من مستوى المناطق إلى القارات)

- يرصد القمر الصناعي **(OCO-2)** انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الطبيعية والبشرية المنشأ على نطاق إقليمي وقاري.
- يتم ذلك بشكل غير مباشر عن طريق قياس شدة ضوء الشمس المنعكس عن سطح الأرض وبشكل مباشر عن طريق قياس كمية ثاني أكسيد الكربون الممتصة في عمود الهواء بين السطح والقمر الصناعي.
- تم بناء القمر الصناعي **(OCO-3)** باستخدام قطع غيار القمر **(OCO-2)** وتم إطلاقه إلى محطة الفضاء الدولية (ISS) في عام 2019.

Satellites Can Track CO2 Emissions in Real-time

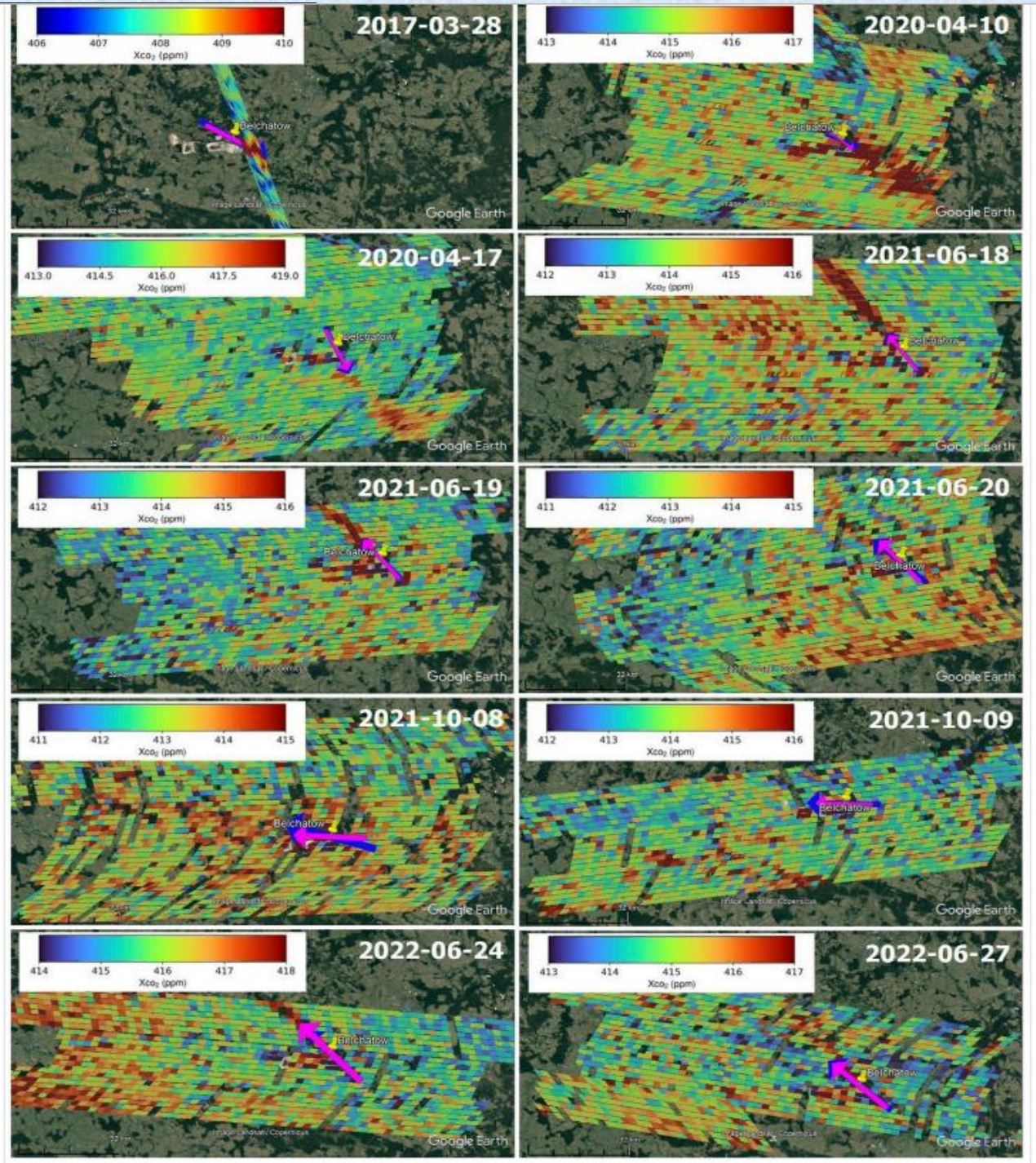
يمكن للأقمار الصناعية تتبع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في وقت حدوثها

- تم بناء شبكة عالمية لقياسات ثاني أكسيد الكربون الأرضية في عام 1957 وتتألف من أكثر من مائة محطة. ولا يمكننا انشاء مثل تلك المحطات في كل مكان على الأرض.
- لقد أقر العلماء أنه بالنسبة إلى **الباعثات الفائقة** لثاني أكسيد الكربون، فإن "التتبع عند المصدر" ممكن بالفعل حتى من خلال الأقمار الصناعية الموجودة حاليا.
- وصرح الباحثون أنهم قاموا بتتبع الانبعاثات من أكبر محطة لتوليد الطاقة بالوقود الأحفوري في بولندا باوروبا - 10 مرات على مدار 5 سنوات.

An illustration of NASA's OCO-2 satellite above Earth.

محطة توليد الكهرباء Bełchatów كما تظهر اثناء مرور الأقمار الصناعية OCO-2 و OCO-3 في 28/03/2017:

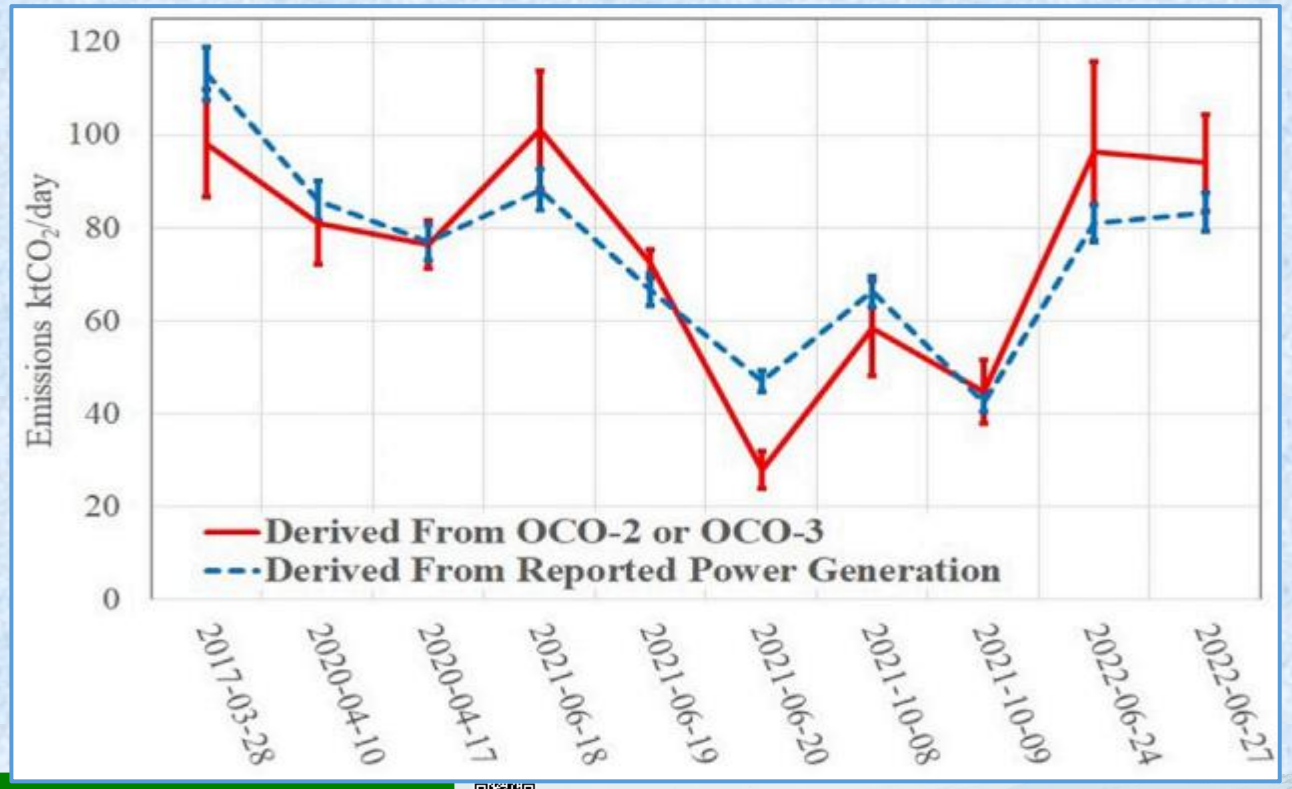
- يوضح متوازي الأضلاع الملون آثار ثاني اوكسيد الكربون المصححة بمقاييس لونية محددة، ومعروضة فوق صور لاندسات من جوجل ايرث
- موقع محطة الطاقة هو النقطة الصفراء وتظهر اتجاهات الرياح كسهم بنفسجي بطول يتناسب مع سرعة الرياح

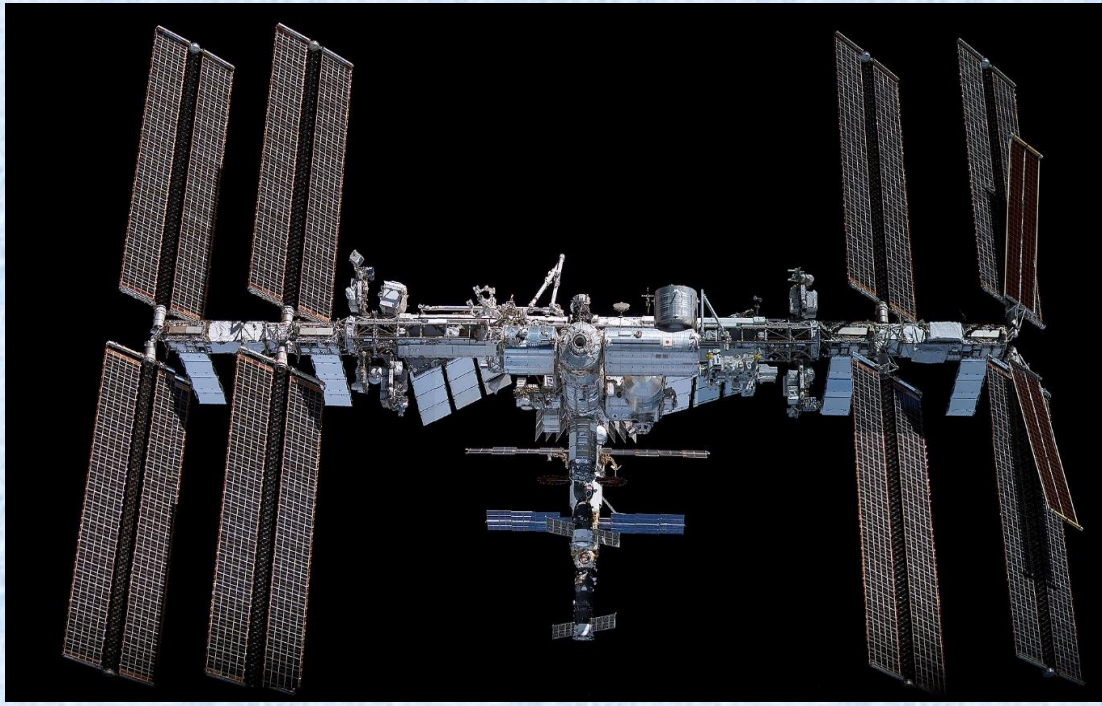


سلسلة زمنية للانبعاثات من ثاني اوكسيد الكربون بناءً على

تقارير توليد الطاقة من محطة ENTSOE والمعلومات المشتقة

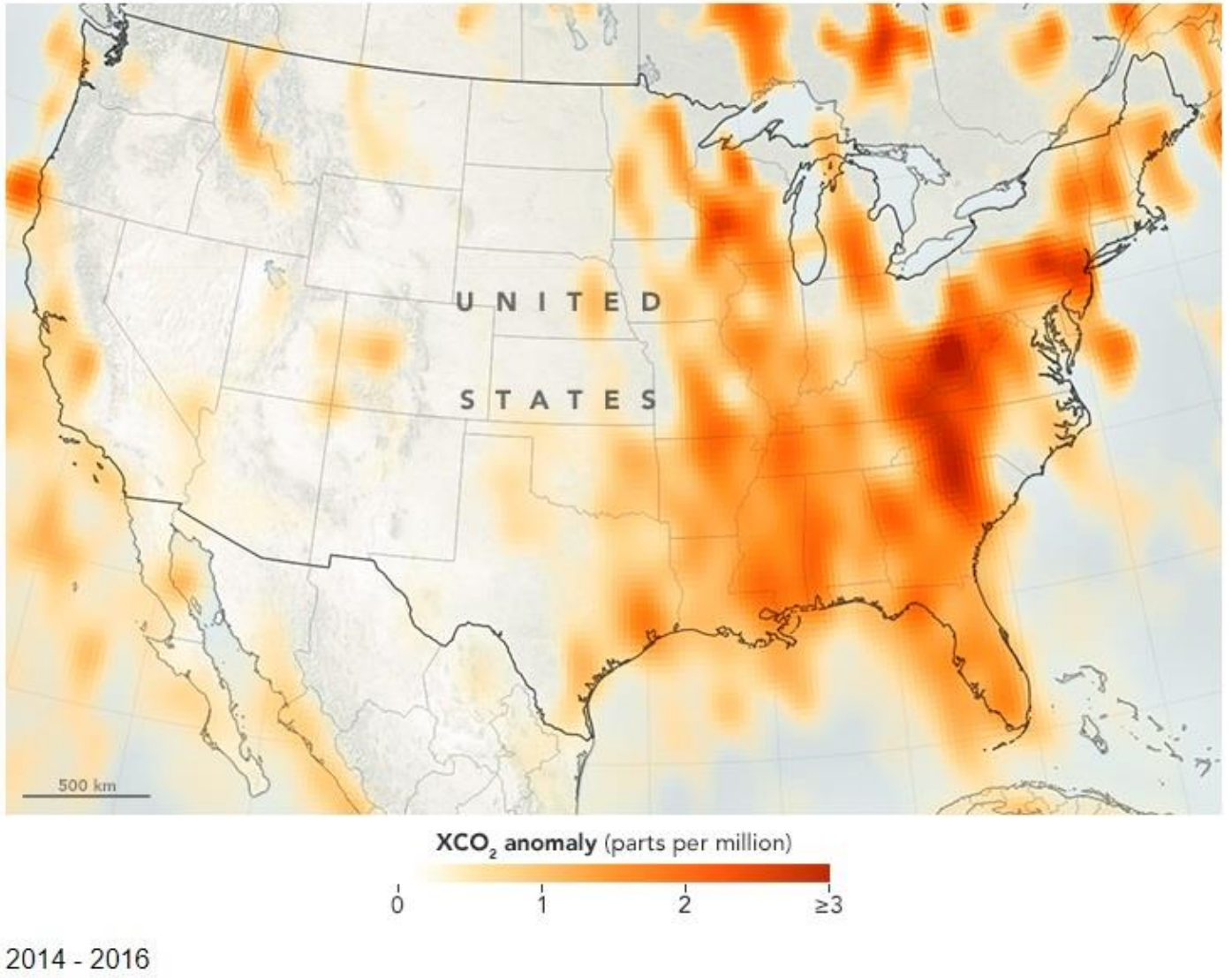
من صور الاقمار الصناعية OCO-3 & OCO-2



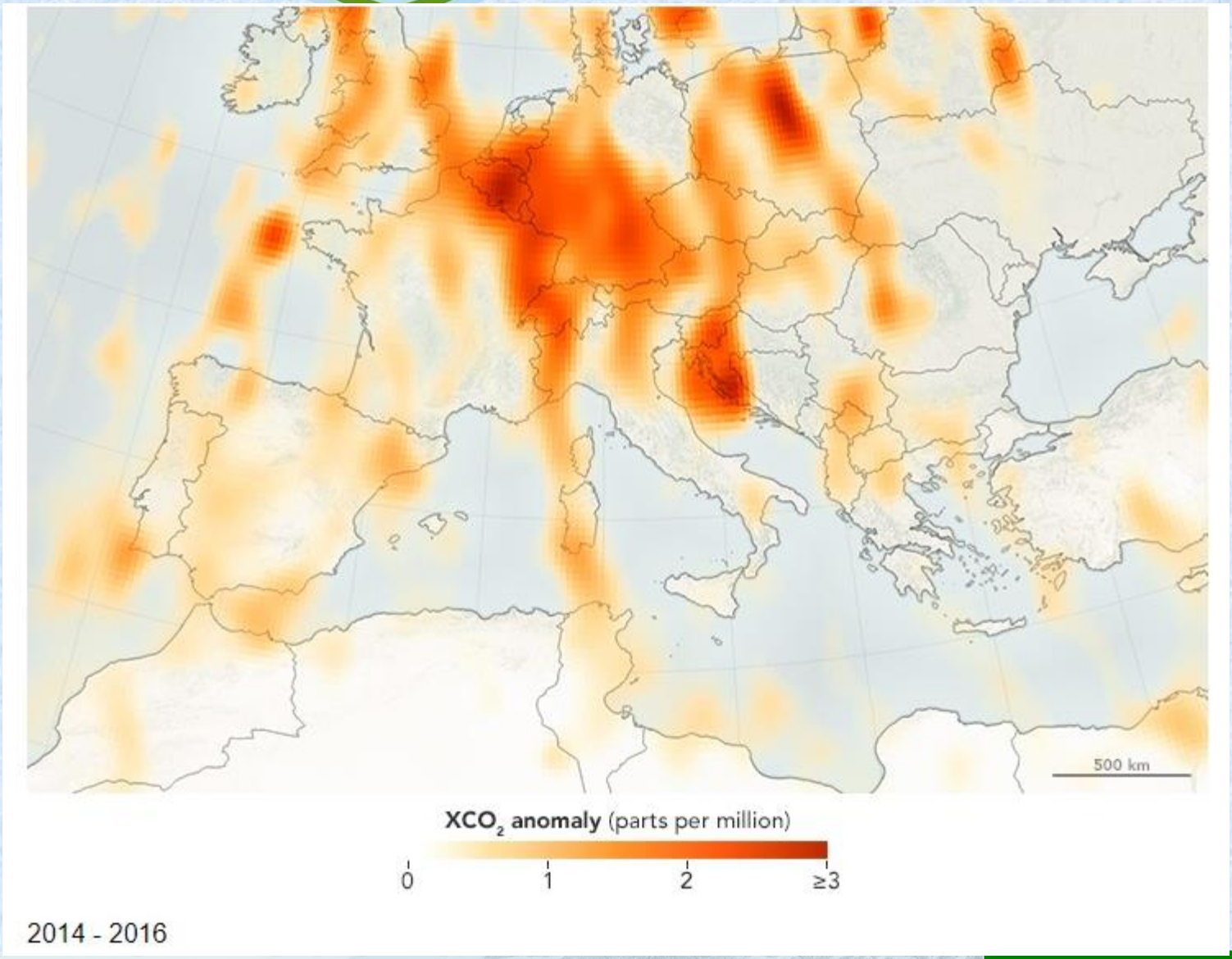


International Space Station

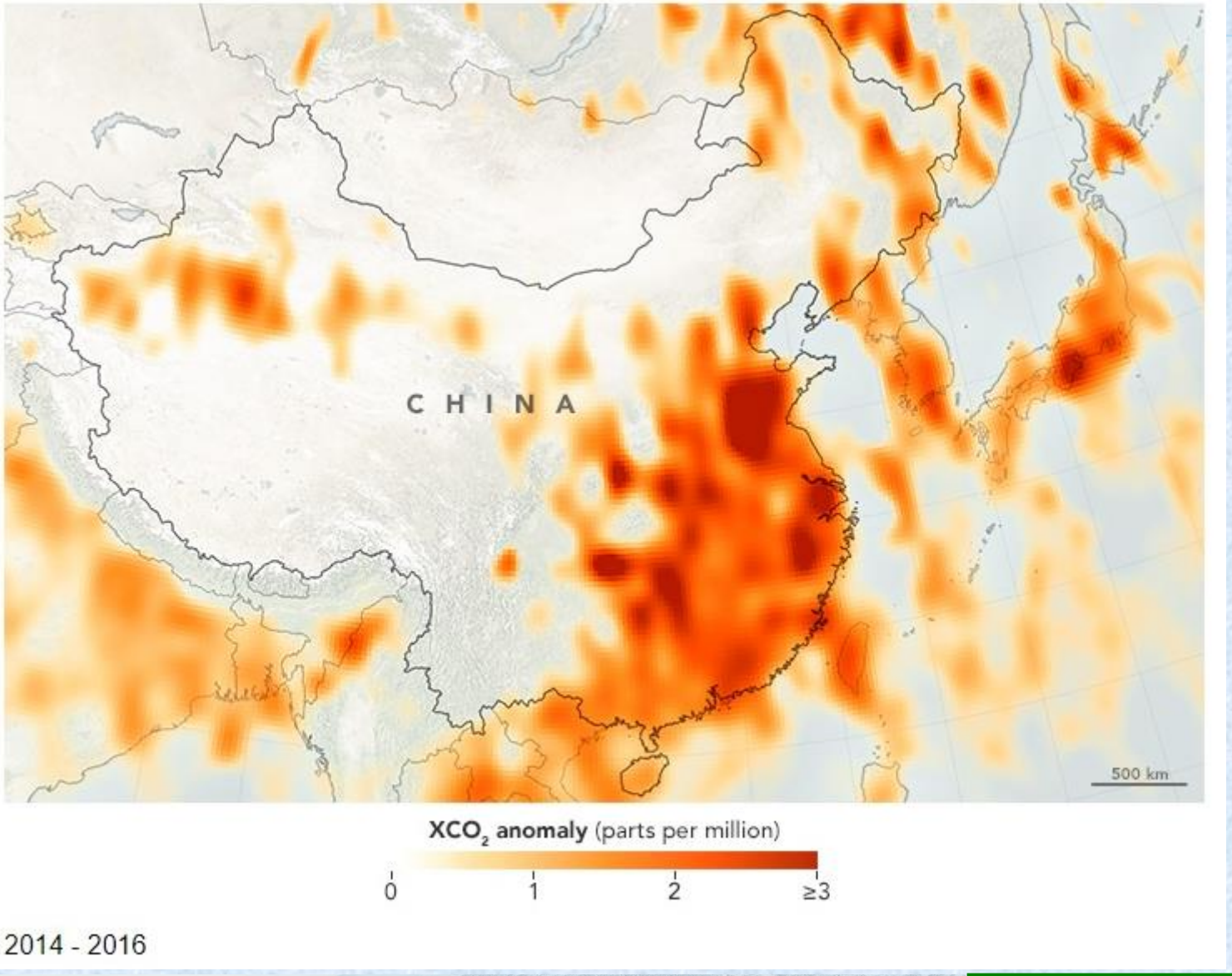
صور القمر الصناعي OCO-2 توضح متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في امريكا (من 2014 الى 2016)



صور القمر الصناعي OCO-2 توضح متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في اوروبا (من 2014 الى 2016)



صور القمر الصناعي OCO-2 توضح متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصين (من 2014 الى 2016)



المخلفات من تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتوقعة بالتراجع (جزء في المليون) للمدن التي يزيد سكانها عن 500,000 نسمة

Sentinel-4 Satellite
القمر الصناعي سنتنال-4

- تهدف مهمة القمر الصناعي سنتنال-4 (SENTINEL-4) بشكل أساسي إلى مراقبة الدورة النهارية لمكونات طبقة التروبوسفير فوق أوروبا وشمال إفريقيا لمراقبة غازات جودة الهواء مثل (الأوزون-O3) ، و (ثاني أكسيد النيتروجين-NO2)، و (ثاني أكسيد الكبريت-SO2)، و (الفورمالديهايد-HCHO)، و (الجليوكسال-CHOCHO) ، وكذلك خصائص الغبار الجوي والسحب.

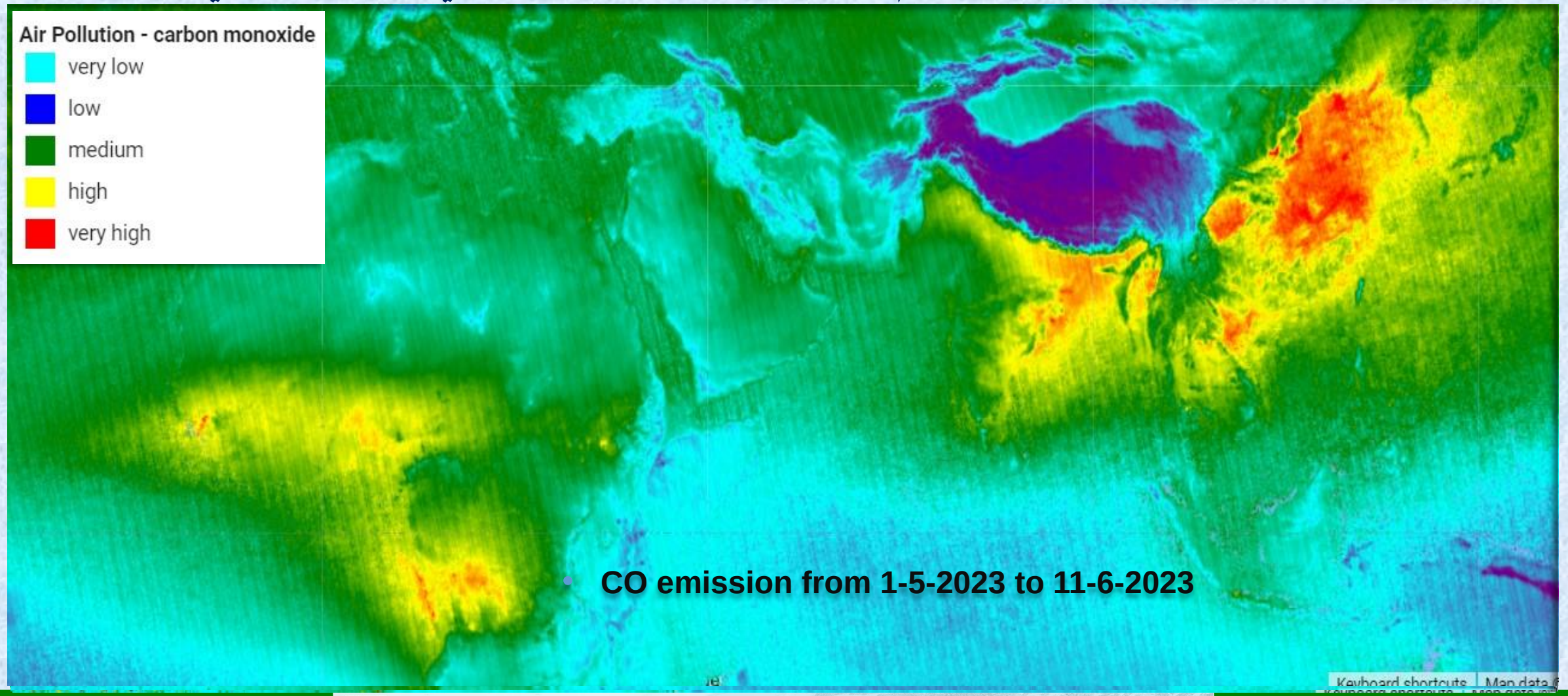
- الهدف العام هو دعم أهداف أوروبا فيما يتعلق بالتنمية المستدامة.

CO Emission as Revealed from sentinel-5

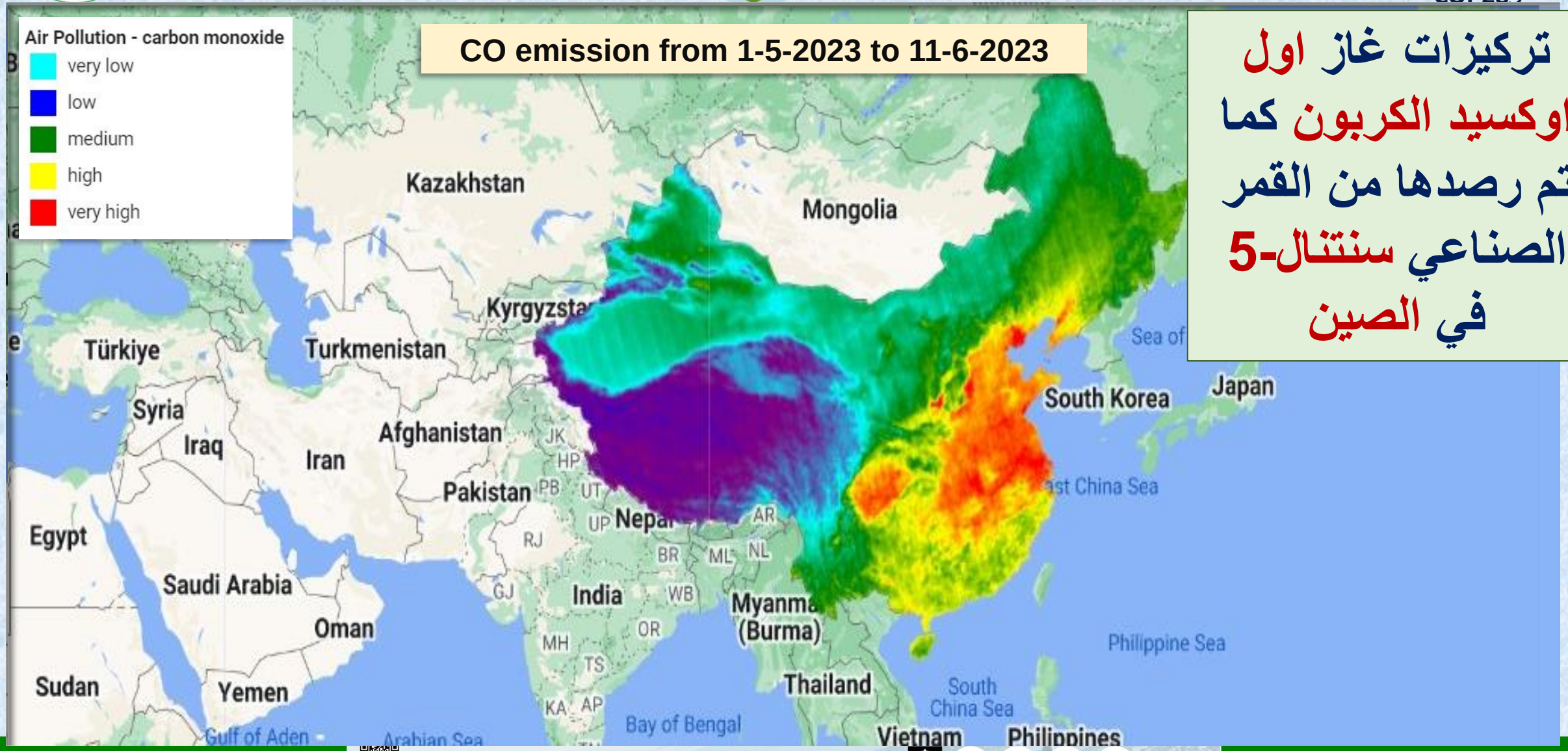
انبعاثات غاز اول اوكسيد الكربون كما تم رصدها من القمر الصناعي سنتنال-5

- أكبر مصادر اول أكسيد الكربون في الهواء الخارجي هي:
  - السيارات
  - الشاحنات والمركبات الأخرى
  - الآلات التي تحرق الوقود الأحفوري
- في المنازل:
  - السخانات التي تعمل بالغاز والكيروسين
  - المداخن والأفران
  - مواقد الغاز

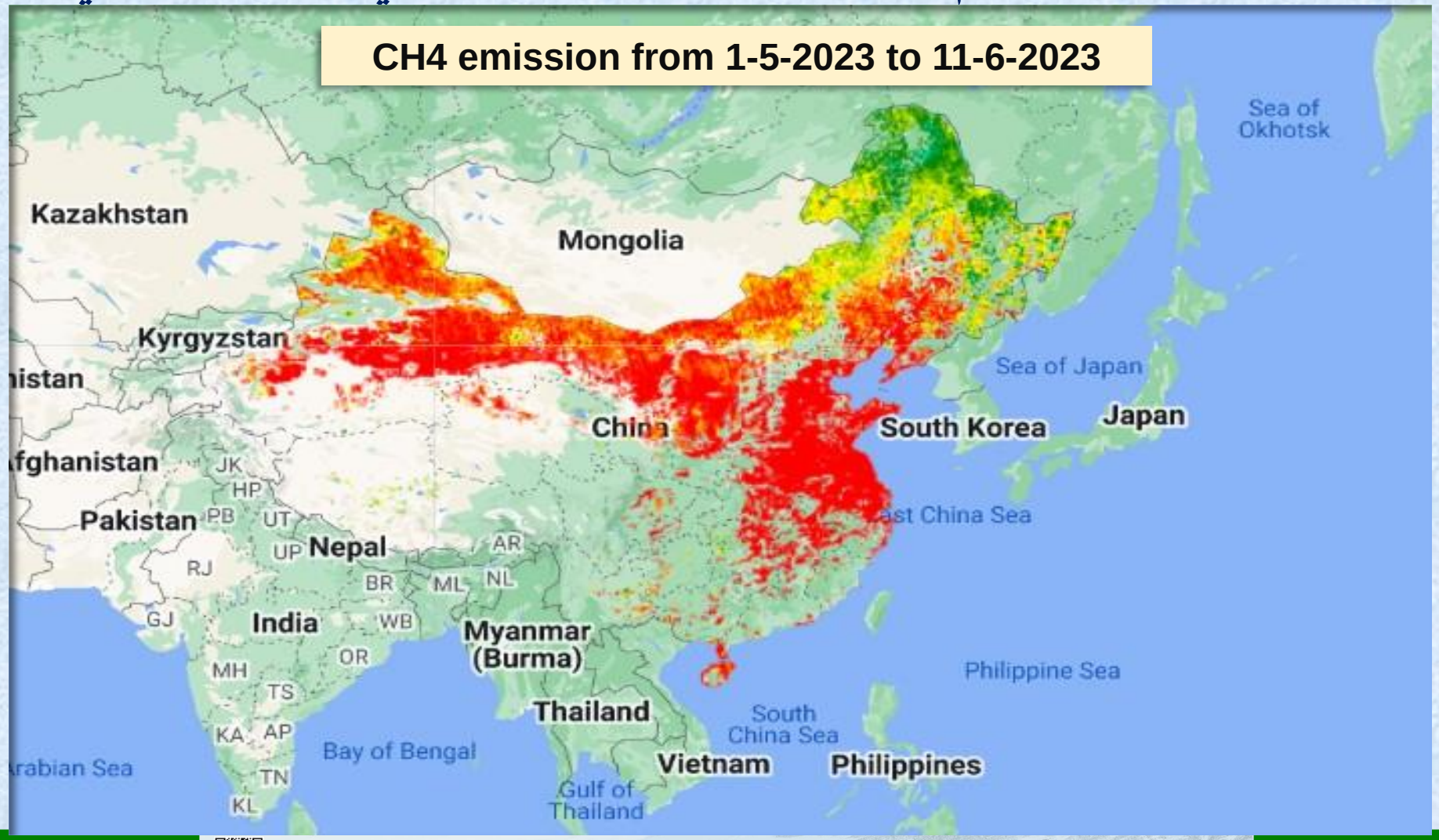
تركيزات غاز اول اوكسيد الكربون كما تم رصدها من القمر الصناعي سنتنال-5 في اسيا وافريقيا



تركيزات غاز اول اوكسيد الكربون كما تم رصدها من القمر الصناعي سنتنال-5 في الصين



تركيزات غاز الميثان كما تم رصدها من القمر الصناعي سنتنال-5 في الصين



Near Future Carbon Dioxide Monitoring Satellite

القمر الصناعي القادم لرصد غاز ثاني اوكسيد الكربون

- يجري حاليا وضع القمر الصناعي الأوروبي الجديد لرصد وتتبع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من النشاط البشري في مركز الاختبار في هولندا.

- مع تعهد الدول في مؤتمر COP26 بالالتزام بانبعاثات صفرية للكربون بحلول عام 2050، يستمر الضغط لتقليل كمية غازات الاحتباس الحراري التي نضخها في الغلاف الجوي - ولكن الهدف أيضًا هو دعم المراقبة التي تؤكد لنا تحقيق الأهداف.

- تعمل وكالة الفضاء الأوروبية على قدم وساق لتجهيز القمر الصناعي الخاص بمهمة مراقبة ثاني أكسيد الكربون من الانبعاثات البشرية المنشأ للاطلاق للفضاء في عام 2025.

- تعد مهمة مراقبة ثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ (CO2M) واحدة من ست بعثات خاصة بمجموعة اقمار سنتنال والتي تقوم وكالة الفضاء الأوروبية بتطويرها.

- تم التخطيط لمهمة رصد انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون كمهمة تتكون من قمرين صناعيين، مع خيار إطلاق قمر صناعي ثالث.

- وستحمل تلك الاقمار مقياس للطيف خاص بالأشعة تحت الحمراء القريبة والموجات القصيرة والأشعة تحت الحمراء لقياس ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بدقة مكانية عالية.

- سيوفر هذا مصدرًا فريدًا ومستقلًا للمعلومات لتقييم فعالية تدابير السياسة، وتتبع تأثيرها نحو إزالة الكربون من أوروبا.

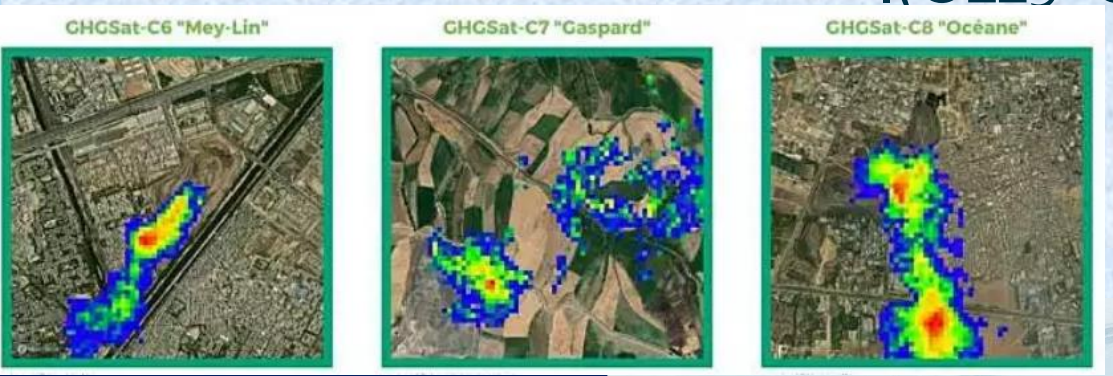
- ستمكننا هذه المهمة من التمييز بين المصادر الطبيعية لثاني أكسيد الكربون والمصادر الناتجة عن النشاط البشري.

القمر الصناعي المستقبلي (CO2M) فوق جهاز الاهتزاز في مركز الاختبارات بهولاندا

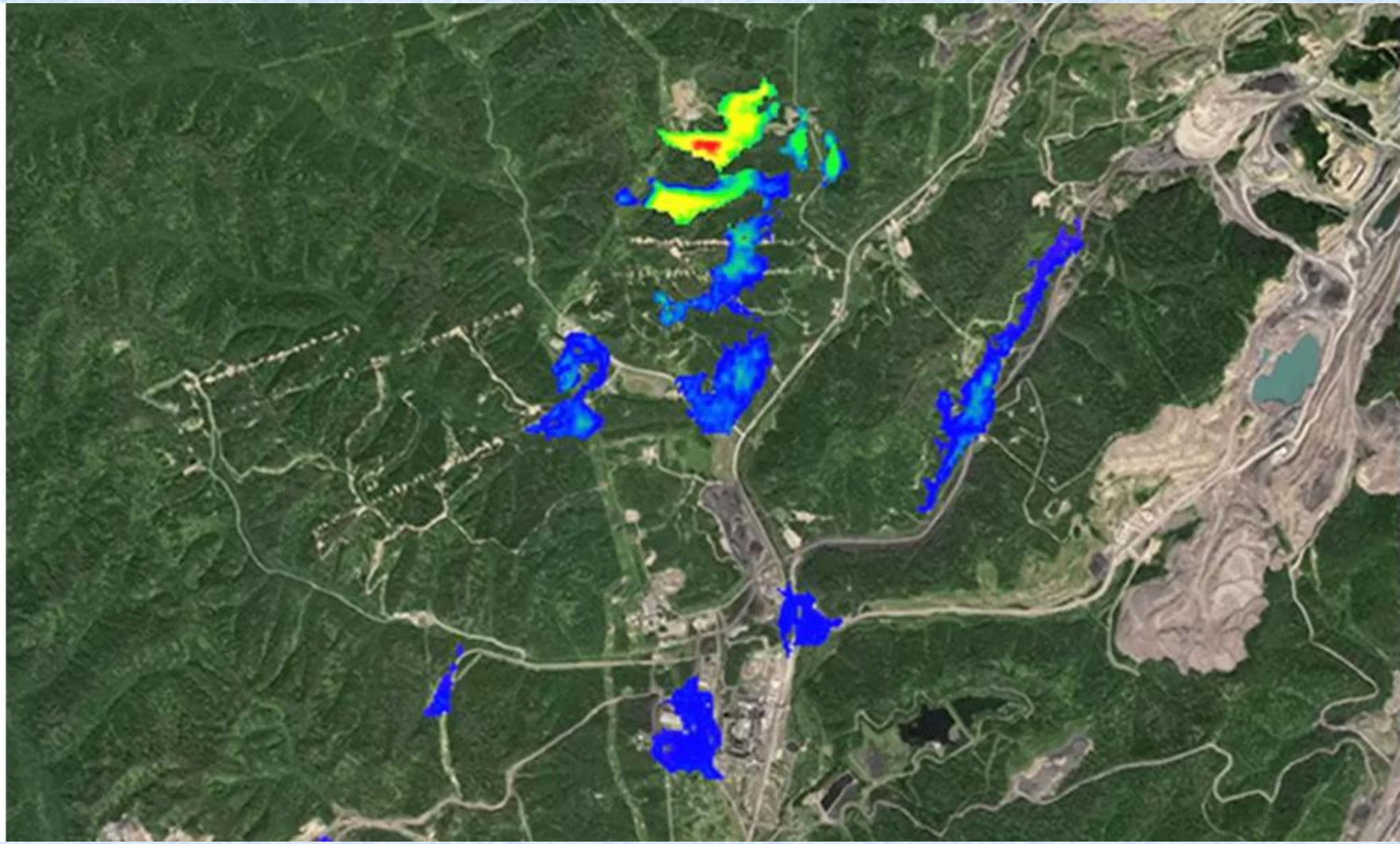
GHGSat: Commercial satellite will Capture CO2 at Industrial Facilities Level

سوف يرصد القمر الصناعي التجاري GHGSat بواعث ثاني أكسيد الكربون على مستوى المنشئات الصناعية

- في مايو 2022 ، تم إطلاق ثلاثة من أقمار GHGSat (C3 و C4 و C5) على صاروخ اطلاق SpaceX Falcon9.
- تم بناء واختبار وإطلاق ثلاثة أقمار صناعية GHGSat التالية في أبريل 2023 (تسمى Mey-Lin (C6) و Gaspard (C7) و Océane (C8))
- ثلاثة أقمار صناعية قادمة أخرى من GHGSat، بما في ذلك مستشعر ثاني أكسيد الكربون عالي الدقة، ستطلق للفضاء في الربع الرابع من عام 2023 (C9 و C10 وC11).

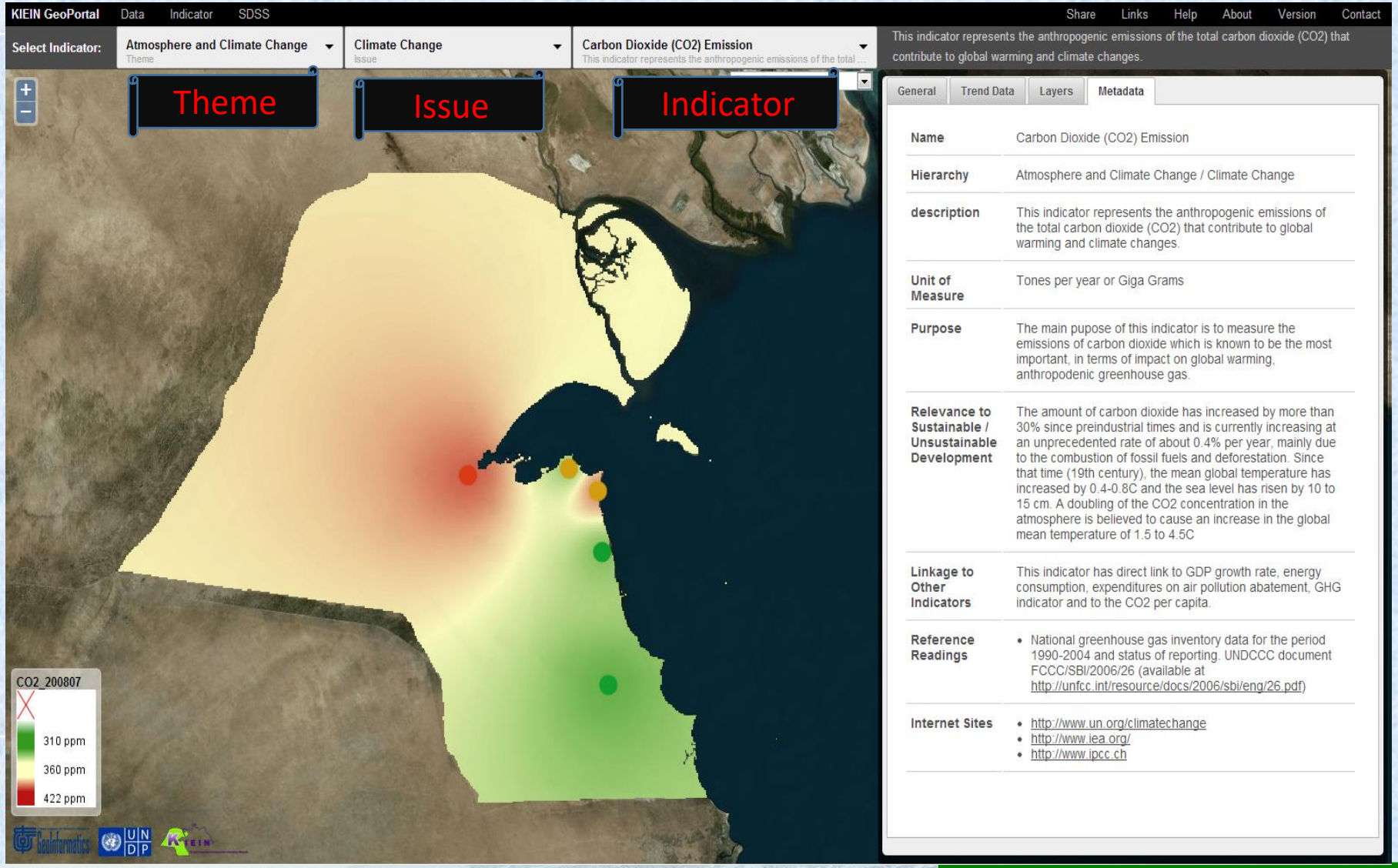


انبعاثات غاز الميثان من منجم فحم راسبادسكايا (Raspadskaya) في روسيا، كما تم اكتشافه من كوكبة الاقمار الصناعية (GHGSat)



Environmental Indicators System

نظام المؤشرات البيئية



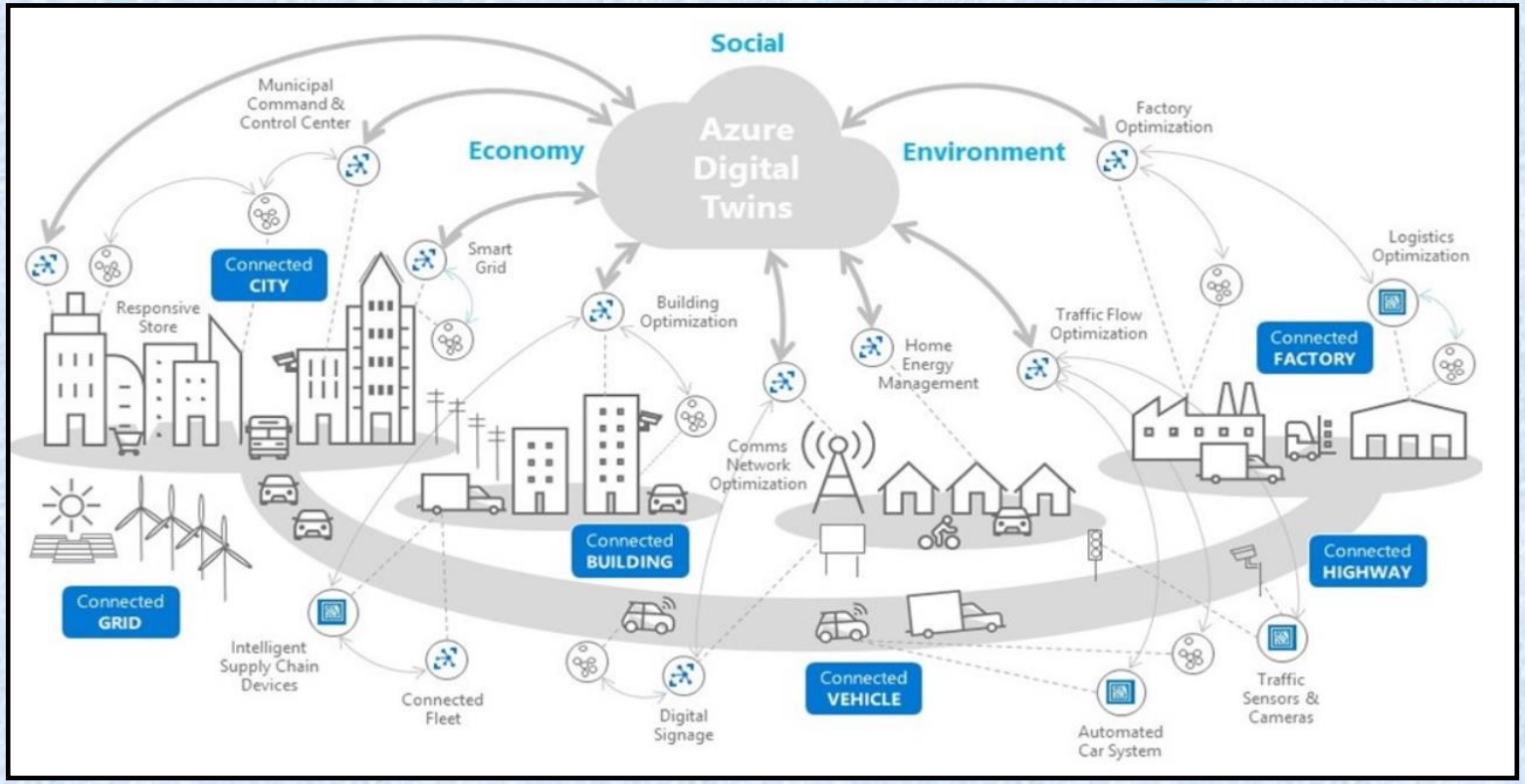
@ainelbeeah
بالتعاون مع

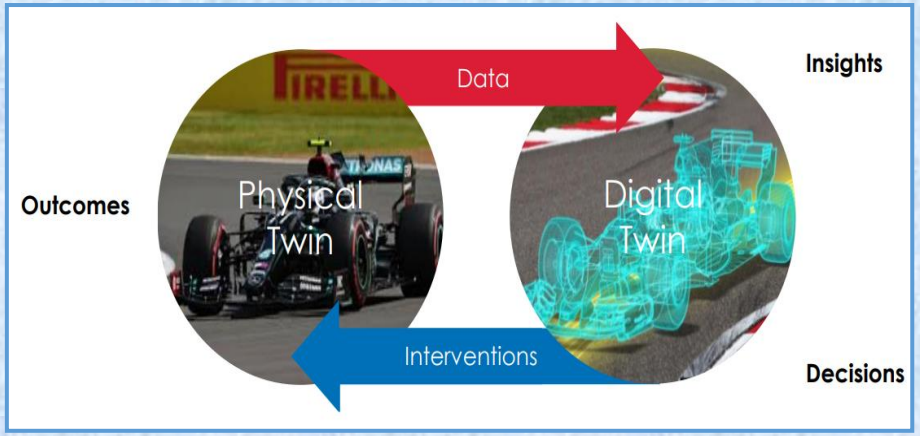
Emerging Technologies and their Roles in Monitoring the Carbon Emission and GHGs

التقنيات الواعدة ودورها في رصد الانبعاثات الكربونية والغازات الدفيئة

التوائم الرقمية

Digital Twins





- ستوفر التوائم الرقمية المقترنة بالمستشعرات مثل مستشعر انترنت الاشياء (IoT) بيانات لحظية للمراقبة التفصيلية للبيئة.
- يمكننا بعد ذلك استخدام الذكاء الاصطناعي الجيومكاني Geo-AI للتعرف على هذه العمليات وكيفية تأثيرها على البيئة، والتنبؤ بالظروف والآثار المستقبلية، ودعم اتخاذ القرار فيما يخص التنمية المستدامة.

The Destination Earth Initiative (DestinE)
مبادرة الأرض المنشودة

- الهدف من مبادرة الأرض المنشودة (Destination Earth) هو تطوير نموذج رقمي دقيق للأرض عبر مجموعة من التوائم الرقمية الموضوعية لرصد ومحاكاة النشاط الطبيعي والبشري.

- ومن المتوقع أن يدعم ذلك التحول الأخضر بشكل كبير ويساعد في تخطيط استراتيجيات التخفيف من التدهور البيئي والكوارث الرئيسية والتكيف معها.

العناصر الرئيسية لمبادرة الأرض المنشودة

بيانات: الاقمار الاصناعية لمراقبة الأرض، إنترنت الأشياء، البيئة (مثل المناخ ، الغطاء الأرضي ، البحار ،المحيطات ، الجيولوجية)...الخ

بيانات

يمكن الوصول إلى كمية هائلة من البيانات ومعالجتها "أثناء التنقل"

الوصول السريع إلى البيانات والبنية التحتية للحوسبة عالية الأداء وقدرات الاتصال العالية، والذكاء الاصطناعي، ودمج البيانات (IaaS)

منصة للنمذجة والمحاكاة والتحليلات التنبؤية المعتمدة على تقنية السحابة

التوأم الرقمي-1: الظواهر الجوية والجيوفيزيائية الشديدة

التوأم الرقمي-2: التكيف مع تغير المناخ

التوائم الرقمية (SaaS)

المحاكاة لحظيا/ شبه لحظيا

الخدمات ذات القيمة المضافة من قبل الكيانات الخاصة / العامة ومتاح من خلال منصات والتوائم الرقمية

تطبيقات/خدمات(PaaS)

بيئات العمل الخاصة بالمستخدمين

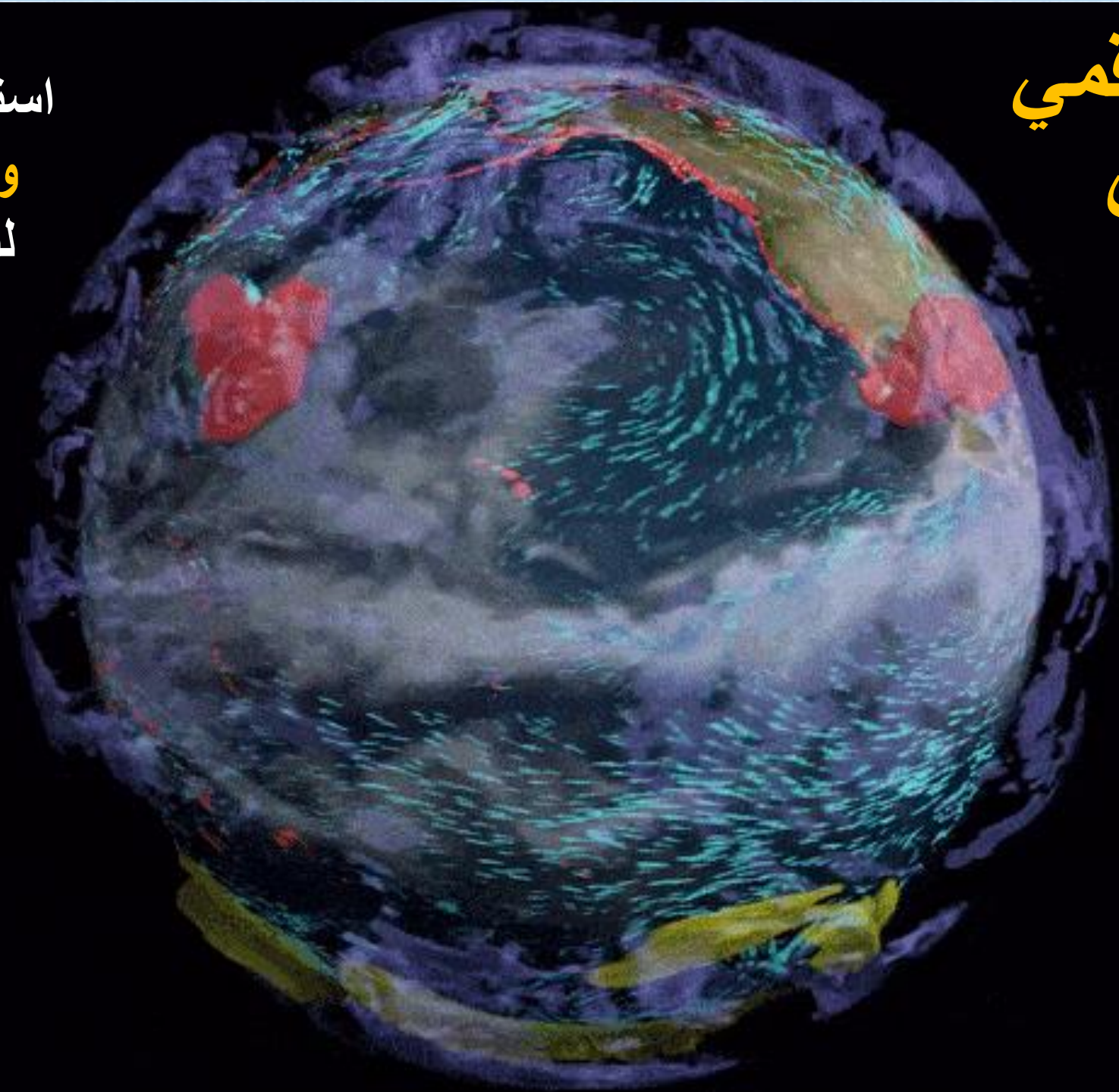
Using Digital Twins and Geo-AI to Study Climate Change

استخدام التوائم الرقمية والذكاء الاصطناعي الجيومكاني في دراسة التغير المناخي

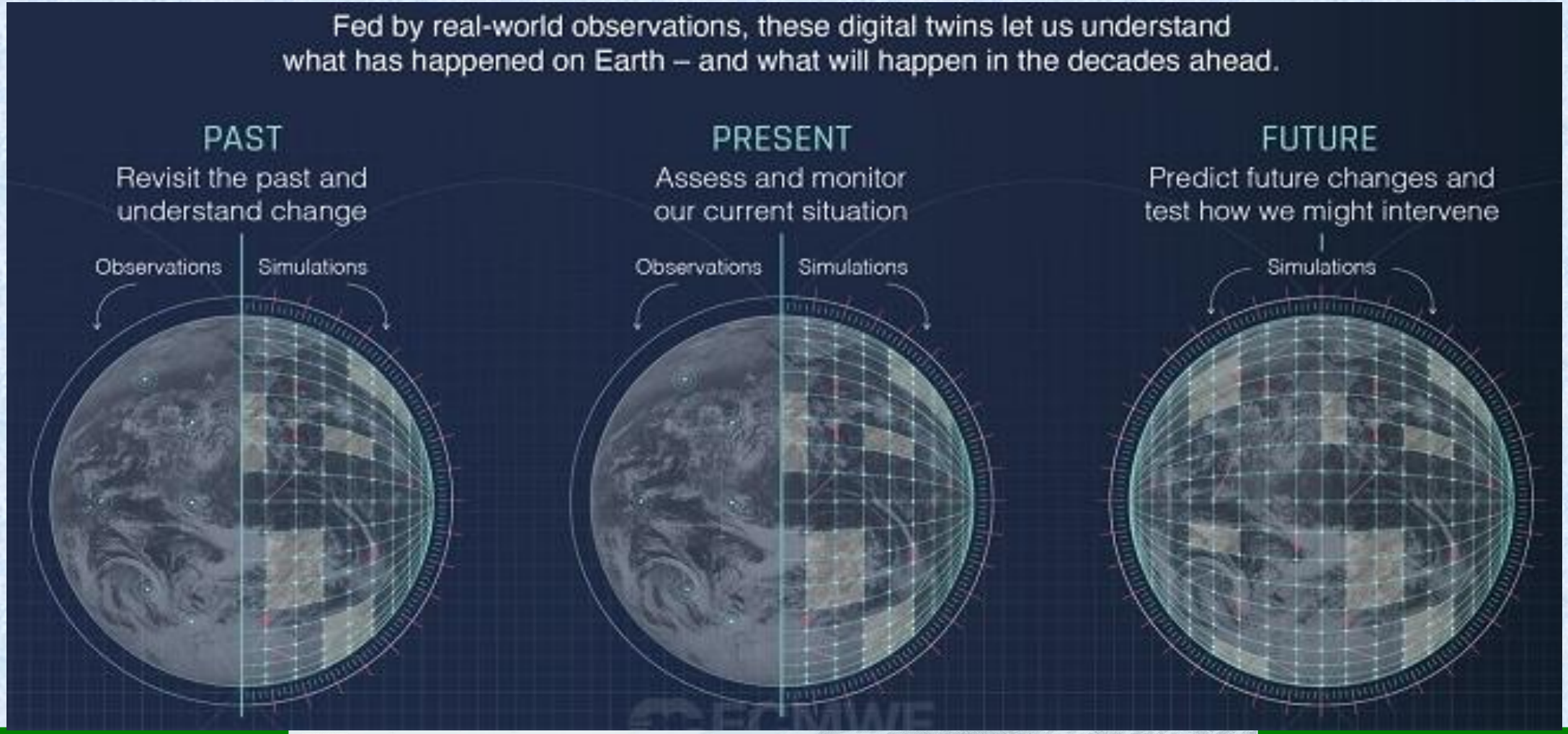
- مُنحت جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2021 لكل من سيوكورو مانابي و كلاوس هاسلمان عن عملهما في "النمذجة الفيزيائية" لمناخ الأرض.
- تساعد نماذجهم - التي تستخدم بيانات تاريخية طويلة المدى لفهم كيفية تأثير تغير المناخ على كوكب الارض - في تقديم صورة أوضح للعمليات الارضية الجارية وكيف يمكن أن تؤثر علينا.
- يهدف مشروع **الأرض المنشودة** - وهو مشروع جديد للمفوضية الأوروبية - إلى البناء على أبحاث تغير المناخ واستكشاف أبعاد جديدة باستخدام نماذج رقمية عالية الدقة للأرض (من المقرر تنفيذ المشروع من 7 الى 10 سنوات).
- في قلب مشروع **الأرض المنشودة** يوجد مفهوم التوائم الرقمية للأرض الافتراضية والتي تحاكي العمليات الطبيعية والنشاط البشري على كوكب الأرض.

التوأم الرقمي للأرض

استخدام التوائم الرقمية
والذكاء الاصطناعي
لدراسة تغير المناخ



التوائم الرقمية: افهم الماضي وتنبأ بالمستقبل



عين البيئة
Ain El-Bee'ah

Carbon
CARBON CREDITS INITIATIVE

COP28 UAE

نحو COP28

زيارة داخل وكالة الفضاء التيوانية ومشاهدة التوأم الرقمي للقمر الصناعي فورموسات

@ainelbeeah

بالتعاون مع

الخلاصة والتوصيات

- ان تكامل الذكاء الاصطناعي مع الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لاغنى عنه لرصد ومراقبة التغيرات المناخية واستدامة الموارد الطبيعية.
- التوائم الرقمية هي المستقبل في دراسة التغيرات المناخية والتأكد من التزام الافراد والمجتمعات بالحد من انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون والغازات الدفيئة.
- ضرورة وضع الية واضحة للتعاون بين القطاع الخاص والحكومة (ممثلة في وزارة البيئة) والجامعات للعمل معا في شراكة حقيقية في مشاريع تخص التنمية المستدامة ورصد التغيرات المناخية والمساهمة في تفعيل العمل بسوق وشهادات الكاربون.

شكرا جزيلا لحسن استماعكم