

حالة النظام العالمي لرصد المناخ لعام 2021 ملخص تنفيذي

GCOS-239

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА
НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КЛИМАТОМ
НЕУСТААННО СЛЕДИМ ЗА КЛИМАТОМ

SYSTÈME MONDIAL
D'OBSERVATION DU CLIMAT
NOUS VEILLONS SUR LE CLIMAT

النظام العالمي
لرصد المناخ
لنضع المناخ نصب أعيننا

全球气候观测系统
密切监视气候

SISTEMA MUNDIAL
DE OBSERVACIÓN DEL CLIMA
SIEMPRE VIGILANDO EL CLIMA

GLOBAL CLIMATE
OBSERVING SYSTEM
KEEPING WATCH OVER OUR CLIMATE



حالة النظام العالمي لرصد المناخ لعام 2021

ملخص تنفيذي

2021

239-GCOS

يستخدم المرجع التالي للإشارة إلى هذه الوثيقة:

GCOS (2021). حالة النظام العالمي لرصد المناخ لعام 2021: ملخص تنفيذي. (GCOS-239)، مطبوعات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

© حقوق الطبع محفوظة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2021

حقوق الطبع الورقي أو الإلكتروني أو بأي وسيلة أو لغة أخرى محفوظة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. ويجوز استنساخ مقتطفات موجزة من مطبوعات المنظمة دون الحصول على إذن، بشرط الإشارة إلى المصدر الكامل بوضوح. وتوجه المراسلات والطلبات المقدمة لنشر أو استنساخ أو ترجمة هذا المطبوع جزئياً أو كلياً إلى العنوان التالي:

Chair, Publications Board

World Meteorological Organization (WMO)

7 bis, avenue de la Paix

P.O. Box 2300

Geneva 2, Switzerland 1211-CH

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03

Fax: +41 (0) 22 730 80 40

Email: publications@wmo.int

ملاحظة

التسميات المستخدمة في مطبوعات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وطريقة عرض المواد فيها لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب المنظمة (WMO) فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

كما أن ذكر شركات أو منتجات معينة لا يعني أن هذه الشركات أو المنتجات معتمدة أو موصى بها من المنظمة (WMO) تفضيلاً لها على سواها مما يماثلها ولم يرد ذكرها أو الإعلان عنها.

والنتائج والتفسيرات والاستنتاجات التي يقدمها مؤلفون بعينهم في مطبوعات المنظمة (WMO) تخص هؤلاء المؤلفين وحدهم، ولا تعكس بالضرورة آراء المنظمة (WMO) أو أعضائها.

صدر هذا المطبوع دون تحرير رسمي.

ملخص تنفيذي

يهدف هذا التقرير إلى إطلاع واضعي السياسات، والمشرفين على شبكات الرصد والرصد الساتلي، على حالة النظام العالمي لرصد المناخ، والتحسينات والإنجازات التي حققها مؤخراً، فضلاً عن ثغراته وأوجه قصوره.

لقد أنشئ النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) في عام 1992 للمساعدة في وضع وتنسيق نظام عالمي لرصد المناخ يدعم في الوقت نفسه الفهم العلمي لتغير المناخ، ووضع السياسات، والإعلام، والتخطيط للتكيف وتخفيف الآثار.

ويُعد النظام (GCOS) تقارير منتظمة عن حالة النظام (ما يسمى بتقارير "الحالة" أو "الملاءمة") ويقدمها إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC). وهذا التقرير هو الخامس من نوعه، ويستعرض التطورات في نظام الرصد منذ التقرير السابق الذي نشر في عام 2015 (195-GCOS).

وفي عام 2014، ذكرت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن الأدلة على تغير المناخ قاطعة، لذا أُشير في خطة تنفيذ النظام العالمي لرصد المناخ لعام 2016 (GCOS-IP, GCOS-200) إلى أن تركيز النظام (GCOS) يجب أن يتوسع إلى ما هو أبعد من المراقبة العلمية للمناخ ليشمل أيضاً دعم السياسات والتخطيط. ونتج عن ذلك مجالاً عمل جديداً للنظام (GCOS).

ويتناول المجال الأول مدى جودة مراقبة الدورات المناخية العالمية¹ ومن خلال تقييم مدى جودة رصد المتغيرات المناخية الأساسية (ECVs) لتلك الدورات المناخية بوجه عام، حدد النظام (GCOS) الثغرات وأوجه عدم الاتساق في النظام العالمي لرصد المناخ². وقد اعتمدت خطة تنفيذ النظام العالمي لرصد المناخ لعام 2016 (IP-GCOS) النهج الجديد الذي لا يركز فحسب على جودة متغير مناخي أساسي (ECV) واحد، بل يضع في الاعتبار أيضاً أن المتغيرات المناخية الأساسية (ECVs) تُستخدم بشكل متزايد لإغلاق الميزانيات العالمية أو القارية للطاقة والكربون والماء. ومن الأهمية بمكان فهم التغيرات في هذه الميزانيات وكيفية ترابطها. فعلى سبيل المثال، تؤثر التغيرات في كمية المياه الموجودة في مختلف مكونات نظام الأرض تأثيراً مباشراً على إمكانية الحصول على مياه ذات نوعية جيدة، وهي من الاحتياجات البشرية الأساسية، في حين أن التغيرات في دورة الطاقة تؤدي مباشرة إلى تأثيرات مثل موجات الحر الأرضية والمحيطية، والهطول والجفاف المتطرفين. وتؤدي التغيرات في دورة الكربون مباشرة إلى تغييرات في دورة الطاقة وتؤثر على الأهداف المتعلقة بالانبعاثات. وبالتالي، فإن فهم ورصد دورات الأرض أمران مهمان لعلم المناخ ولتحديد ومراقبة الأهداف الرئيسية للسياسات المحددة في إطار اتفاق باريس.

أما مجال العمل الجديد الثاني للنظام (GCOS) فهو يتناول الكيفية التي يمكن بها لنظام الرصد العالمي أن يدعم التكيف. وتشكل البيانات المناخية التي يوفرها نظام رصد عالمي عنصراً أساسياً في تقديم النواتج والمعلومات اللازمة للتكيف. وتوفر نواتج البيانات المستمدة من مراقبة المناخ، إلى جانب التنبؤات المناخية المتولدة من نموذج مناخي عالمي والتي جرى تقليص نطاقها إلى المستويين الإقليمي والوطني، معلومات مناخية على نطاقات مكانية وزمنية متعددة تفي بمتطلبات التكيف. وعلى الصعيد العالمي، يمكن استخدام الرصدات لاستعراض التقدم الجماعي الذي تحرزه جميع البلدان في مجال التكيف. ويضمن التنسيق الدولي للنظام (GCOS) توافر وإتاحة بيانات مناخية عالمية عالية الجودة، مما يوفر دعماً أساسياً للتكيف.

ويتطلب تأمين نظم الرصد اللازمة لمراقبة نظام الأرض ككل على المدى الطويل وتوسيع نطاق هذه النظم، قدراً كبيراً من الجهد والتعاون على جميع المستويات، بما يشمل المنظمات الدولية والوكالات الوطنية والأوساط العلمية. وتنفذ عمليات الرصد المناخي المنهجية التي يدعمها ويستعرضها النظام (GCOS) من خلال المنظمة (WMO)، والنظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)، والفريق العامل المشترك المعني بالمناخ (WGClimate) التابع للجنة المعنية بسواتل رصد الأرض (CEOS)، وفريق تنسيق سواتل الأرصاد الجوية (CGMS)، ومجموعة واسعة من الشركاء الآخرين والمنظمات المعنية.

1 ينظر النظام (GCOS) في دورتي المياه والكربون ورصد الطاقة، ولكن ثمة دورات أخرى هامة لنظام الأرض (مثل دورة النيتروجين) من شأنها أن تتأثر بتغير المناخ وبالأنشطة البشرية.

2 المتغير المناخي الأساسي (ECV) عبارة عن متغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي أو عن مجموعة من المتغيرات المترابطة التي تساهم بصورة رئيسية في تحديد خصائص مناخ الأرض.

النهج المتبع

تولّى فريق صياغة الإشراف على كتابة هذا التقرير، في حين قام خبراء من الأفرقة الثلاثة التابعة للنظام (GCOS) بتوفير المعلومات الفنية والتقييمات.³ وقد عيّن كل فريق "مشرّفين على المتغيرات المناخية الأساسية (ECV)" لمراقبة أداء نظام الرصد فيما يتعلق بمتغيرات مناخية أساسية (ECVs) محددة. وبالمثل، تم تعيين خبراء لتقديم تقارير عن كل إجراء من الإجراءات المتعلقة بخطة التنفيذ لعام 2016 (إجراءات خطة التنفيذ). وخضعت جميع التقييمات لعمليات استعراض داخلية وخارجية. واستُعرض التقرير بأكمله علناً وقد ورد أكثر من 500 تعليق عليه. وأخيراً، وافق فريق الصياغة واللجنة التوجيهية للنظام (GCOS) على التقرير.

الفوائد

الدعم المتواصل والطويل الأجل لنظام عالمي للرصد المناخي، سواء أكان موقعياً أم ساتلياً، له فوائد كثيرة. ويمكن لجميع البلدان أن تستفيد من مخرجات النماذج والتنبؤات والتوقعات العالمية التي تدعمها عمليات الرصد المناخي العالمية. وتستخدم نظم الإنذار الطارئ نماذج ورصداً محلية مضمّنة في نظام نمذجة عالمي، في حين ما تُستخدم في التخطيط في أغلب الأحيان نماذج مقلّصة من النتائج العالمية. وتستند السياسات المتصلة بالمناخ إلى البيانات: فاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) هي عبارة عن عملية قائمة على العلم تستخدم ما أجرته الهيئة (IPCC) من تقييمات لحالة المناخ استناداً إلى عمليات الرصد المناخية، فضلاً عن التقارير القائمة على الرصد التي تتعلق بحالة المناخ.

الإنجازات

منذ نشر خطة تنفيذ النظام (GCOS) لعام 2016، تم إحراز تقدم كبير في العديد من المجالات المتصلة بنظام رصد مناخ الأرض، وينبغي الحفاظ على هذا الجهد ودعمه بتمويل مستدام وطويل الأجل وكافٍ. وتشمل التحسينات الرئيسية ما يلي:

- تحسنت عمليات الرصد الساتلية من حيث التغطيتين المكانية والزمانية ومن حيث المتغيرات المرصودة. والبيانات الساتلية متاحة ومنظمة تنظيماً جيداً.⁴ كما أن العديد من المتغيرات المناخية الأساسية (ECVs)، ولا سيما المتغيرات المناخية الأساسية الأرضية مثل الغطاء الأرضي ودليل كثافة الغطاء النباتي والجزء الضئيل من الإشعاع النشط الممتص بالتمثيل الضوئي (FAPAR)، متاحة الآن من السواتل التي توفر تغطية شبه عالمية باستبانة جيدة.
- تكفل المنظمة (WMO)، من خلال أعضائها ممثلين في الشبكة العالمية للمرافق الوطنية للأرصاء الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs)، المراقبة طويلة الأجل اللازمة لكثير من المتغيرات (ECVs)، بفضل الممارسات والأدوات المعمول بها. ويجري تبادل الكثير من هذه البيانات على الصعيد الدولي، واستخدامها في دعم نمذجة الطقس والمناخ.
- تحسنت عمليات رصد المتغيرات الجوية في العقد الماضي بفضل عمليات الرصد الموقعية الجديدة من الأرض ومن الطائرات التجارية.
- تدار معظم الشبكات الأرضية إدارة جيدة، وتخضع المحفوظات لإشراف ملائم في مراكز البيانات، مثل المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEI) التي تستضيفها الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) في الولايات المتحدة؛ والمركز الوطني لبيانات الثلج والجليد (NSIDC) في الولايات المتحدة، ومجموعة البيانات الدولية الشاملة عن المحيطات والغلاف الجوي (ICOADS). كما يوفر مرفق كوبرنيكوس لتغير المناخ (C3S) إمكانية الوصول إلى البيانات والنواتج المشتقة بالإضافة إلى أدوات استخدام البيانات.

³ فريق الخبراء المعني برصد الغلاف الجوي للأغراض المناخية (AOPC)، وفريق الخبراء المعني برصد المحيطات للأغراض المناخية (OOPC)، وفريق الخبراء المعني برصد الأرض للأغراض المناخية (TOPC).

⁴ انظر على سبيل المثال قائمة المتغيرات المناخية الأساسية (ECV): <https://climatemonitoring.info/ecvinventory/>

- يعمل النظام (GCOS) والمنظمة (WMO) معاً الآن لإنشاء شبكة مرجعية تعنى برصد الغلاف الجوي والأحوال الجوية على سطح الأرض، وستمثل هذه الشبكة المقابل السطحي لشبكة الهواء العلوي المرجعية التابعة للنظام العالمي لرصد المناخ (GRUAN).
- تعمل أوساط رصد المحيطات على هيكلة عمليات رصد المحيطات في نظام رصد ملائم للغرض المنشود، مع إبرام اتفاقات بشأن أفضل الممارسات في مجالي الرصد ووضع المعايير المتعلقة بالبيانات والبيانات الشرحية.
- اتخذ قرار بتوسيع نطاق برنامج صفيحة الأوقيانوغرافيا الجيوستروفية في الوقت الحقيقي (ARGO) ليشمل العمود المائي الكامل والجليد الموجود تحت سطح البحر، بما في ذلك المتغيرات البيولوجية الجغرافية الكيميائية. وهذه القياسات دون السطحية بالغة الأهمية لرصد النظام المناخي والتنبؤ به.
- أسهمت الابتكارات التكنولوجية في توسيع نظام رصد المحيطات وزيادة قدرته، ولا سيما مع إعداد منصات مستقلة وأجهزة استشعار مناسبة لمجموعة من المتغيرات (ECVs).

الاستدامة

استمرارية بعض عمليات الرصد الساتلية على المدى الطويل ليست مضمونة. ومع أن عمليات الرصد الساتلية كانت ناجحة جداً، فلا تزال هناك ثغرات:

- من غير المقرر القيام بأي بعثة متابعة للساتل Aeolus (منحنيات تغير سرعة الرياح).
- ليس هناك ما يكفل استمرارية أجهزة رادار السُحْب والليدار على متن السواتل البحثية.
- ليس من المقرر سوى الإبقاء على مسبار حافة واحد يتميز بقدرات مماثلة لمسبار الحافة بالموجات الصغيرة (MLS) الموجود على الساتل Aura. ويوفر مسبار الحافة بالموجات الصغيرة (MLS) يوماً تغطية شبه عالمية للمرتسمات الرأسية لأبخرة المياه من الطبقة العليا للتروبوسفير عبر الميزوسفير، ولكنه تجاوز الآن أمد بقائه المتوقع.
- لا يزال قياس ارتفاع مستوى الميل يمثل مشكلة نظراً إلى تحليق ساتلين بحثيين فقط (2-CryoSat و2-ICESat). وفي المستقبل، ستقوم بعثتان أوروبيتان، هما بعثة كوبرنيكوس لقياس ارتفاع الجليد والثلوج القطبية وتضاريسها (CRISTAL) وبعثة كوبرنيكوس لقياس الإشعاعات الصغيرة التصويرية (CIMR)، بتوسيع قدرات المراقبة التشغيلية حتى أواخر العشرينات من القرن الحادي والعشرين (إذا تأكد ذلك). وفي المستقبل، يمكن تحسين بيانات مقياس الارتفاع الخاصة بساتلي 3A/B-Sentinel لتشمل الجليد البحري.
- رصد سمك الجليد البحري عند خطوط العرض العليا مهدد (عندما يتوقف الساتلان 2-CryoSat و2-ICESat أو الساتل SMOS، عن العمل بسبب رقة الجليد >50 سم) وقد تحدث فجوة إذا تأخرت بعثة CRISTAL.

التمويل المستدام لازم لعمليات الرصد الموقعية. وفي حين قُدم تمويل طويل الأجل للعديد من عمليات رصد الغلاف الجوي، فإن معظم عمليات الرصد المحيطية والأرضية يتم دعمها من خلال تمويل البحوث القصيرة الأجل، الذي لا يتخطى أمده عموماً أكثر من بضع سنوات، مما يعرض للخطر تطوير سجلات طويلة الأجل. وينطبق هذا بشكل خاص على البارامترات التي لا تُراقب تقليدياً من أجل التنبؤ بالطقس. وبما أن عمليات الرصد هذه تنفذها مجموعة كبيرة من الجهات الفاعلة، فإن نظام الرصد المناخي يحتاج إلى دعم مالي مناسب ليكون فعالاً وناجحاً، ولا غنى عن هيئات التنسيق لتحقيق ذلك.

العديد من المشاريع التي كان يمكن نجاحها لم تؤد إلى تحسينات مستدامة على المدى الطويل. من الرسائل الواضحة التي قدمتها حلقات العمل الإقليمية للنظام (GCOS) أنّ معظم المشاريع في البلدان النامية التي تشتمل على عنصر مكرس للرصد لم تؤد إلى تحسينات مستدامة طويلة الأجل في قدرة هذه البلدان على الرصد بسبب نقص الموارد والتخطيط. وثمة حاجة إلى حلول أكثر استدامة مثل اقتراح إنشاء شبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON) ومرفق تمويل الرصد المنهجي (SOFF) التابعين للمنظمة (WMO)، ويجري تناول ذلك بمزيد من التفصيل أدناه.

الثغرات في التغطية الجغرافية

لا تزال هناك ثغرات في التغطية العالمية لعمليات الرصد الموقعية.

وقد اتسمت عمليات الرصد الموقعية لجميع المتغيرات المناخية الأساسية (ECVs) تقريباً بقصور دائم في مناطق معينة، وبخاصة في أجزاء من أفريقيا وأمريكا الجنوبية وجنوب شرق آسيا والمحيط الجنوبي والمناطق المكسوة بالجليد، وهذا الوضع لم يتحسن منذ صدور تقرير الحالة للنظام العالمي لرصد المناخ لعام 2015 (GCOS-195)

وبحثت حلقات العمل الإقليمية الثلاث للنظام (GCOS) التي عُقدت في أوغندا وبليز وفيجي في الأسباب التي تجعل بعض المناطق تواجه مشاكل تحول دون قيامها بعمليات رصد كافية⁵ وتشمل تلك المسائل ما يلي:

- بالنسبة للدول الصغيرة (مثل الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) والدول الجزرية الصغيرة النامية في منطقة المحيط الهادئ (PSIDS))، قد تتجاوز تكاليف عمليات الرصد بدرجة كبيرة الموارد المتاحة على الصعيد الوطني، وتشكل جزءاً كبيراً من الناتج المحلي الإجمالي (GDP).
- عدم التخطيط للنفقات المتوقعة (مثل الصيانة، واستبدال المعدات، والمستهلكات).
- نقص الموظفين المدربين وقلة استبقاء الموظفين.
- قلة فهم الفوائد الوطنية لعمليات الرصد: إسهامها في التأهب للكوارث، والتخطيط للتكيف، وغير ذلك من الخدمات المناخية.

وعلاوة على ذلك، ثمة صعوبات فنية في صيانة الرصد التشغيلي في المناطق النائية والمناطق التي يتعذر الوصول إليها.

وقد اعتمد مؤتمر المنظمة (WMO) في عام 2019 مفهوم شبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON)، والذي، إذا تم تنفيذه بالكامل، سيوفر عمليات رصد أساسية للتنبؤ العددي العالمي بالطقس (NWP) وإعادة التحليل، وتشمل بعض المتغيرات (ECVs). وتعمل المنظمة (WMO) حالياً على إنشاء مرفق تمويل للرصد المنهجي (SOFF) من شأنه أن يوفر الدعم المالي والفني لإقامة وتشغيل شبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON) للأعضاء الذين ما كانوا ليتمكنوا من إقامة هذه الشبكة لولا ذلك. ويتطلب تحويل الشبكة (GBON) والمرفق (SOFF) من مفهومين إلى واقع تشغيلي جهوداً ودعمًا من جميع الأطراف.

وعالجت آلية التعاون التابعة للنظام العالمي لرصد المناخ (GCM) بعض المشاكل المتصلة بتشغيل الشبكة الموقعية. وفي حين أن تأثير الآلية (GCM) على مستوى المحطات أو على المستوى الوطني يمكن أن يكون كبيراً، فإن التمويل متاح للآلية (GCM) لا يسمح إلا بمساعدة عدد قليل من البلدان. وإذا ما مُوّل المرفق (SOFF) على المستوى المتوخى وعلى أساس مستدام، فإنه سيؤدي إلى تحسينات عالمية، ولكنه لا يتناول سوى عدد قليل من المتغيرات (ECVs). ولا تزال الحاجة قائمة إلى دعم ما تبقى من عمليات رصد المتغيرات (ECVs) في الموقع.

لا تزال توجد ثغرات كبيرة في عمليات رصد المحيطات. فالقياسات دون السطحية بالغة الأهمية لمراقبة النظام المناخي والتنبؤ به. والقرار بتوسيع نطاق البرنامج (ARGO) ليشمل العمود المائي الكامل والجليد الموجود تحت سطح البحر، بما في ذلك المتغيرات البيولوجية الجغرافية الكيميائية، من شأنه أن يمكّن من مواجهة هذا التحدي. ويلزم أخذ عينات على نحو أكثر انتظاماً من خلال رحلات المسح الأوقيانوغرافية العالية الجودة وزيادة نشر منصات الرصد، لا سيما على طول الحدود القارية والمحيطات القطبية والبحار الحاقية. وينبغي مراقبة ظروف المحيطات التي تؤثر على فقدان الجليد من غرينلاند والقطب الجنوبي رسداً أفضل من أجل تحسين توقعات المعدلات المستقبلية لفقدان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر. ولا تزال عمليات الرصد الموقعية على الجليد تشكل تحدياً بسبب الصعوبات اللوجستية. ومن الضروري تحسين جودة وتغطية قياسات التدفق السطحي للحرارة والكربون والمياه العذبة وزخمها.

وتشمل الثغرات في عمليات الرصد الساتلية ما يلي:

- أوزون الغلاف السفلي (لتكملة التغطية السطحية المحدودة ولتحديد الاتجاهات ذات الأهمية الإحصائية).
- أداة تقيس خصائص الميثان (CH4) الستراتوسفيرية على المستوى العالمي.
- ثمة اختلال إقليمي في عمليات الرصد الساتلية. ففي المناطق الجبلية المرتفعة، يعدّ الحصول على البيانات الساتلية لعمليات الرصد في الغلاف الجليدي ضعيفاً. كما أن بعض المتغيرات (ECVs) في الغلاف الجوي في المناطق القطبية قلما تشملها تغطية السواتل أو لا تغطيها على الإطلاق.

الإشراف على البيانات وأرشفتها والوصول إليها

من الأهمية بمكان الحفاظ على سجل البيانات المناخية الأساسية. يمكن دائماً إعادة تحليل وإعادة إنشاء أو تحسين نواتج أخرى ذات قيمة مضافة من سجلات البيانات الأساسية. ولمعالجة تغير المناخ وفهمه، يلزم الحفاظ على الدوام على أطول سلسلة زمنية ممكنة. وليس لكل متغير (ECV) مستودع بيانات عالمي معترف به (مثل مجموعة البيانات الدولية الشاملة عن المحيطات والغلاف الجوي (ICoads))، حيث جُمعت فيها كل البيانات المؤهلة تقريباً). وحتى عندما يكون هناك مستودع بيانات عالمي معترف به، فإنه قد يكون غير مكتمل وغير مدعوم بشكل كاف. وينبغي أن تكون البيانات مفتوحة ومتاحة مجاناً لجميع المستخدمين. ويتطلب الإشراف المناسب على البيانات وحفظها والوصول إليها تمويلاً كافياً ومستداماً وطويل الأجل، فضلاً عن توافر شروط تكفل اتباع نهج متنسق فيما بين مراكز البيانات. وثمة حاجة إلى مبادئ محددة بوضوح مثل مبادئ TRUST (مبادئ الشفافية والمسؤولية وتركيز المستخدمين والاستدامة والتكنولوجيا) (Lin et al., 2020) ومبادئ FAIR (مبادئ إمكانية العثور على البيانات والوصول إليها واستخدامها المتبادل وإعادة استخدامها) (Wilkinson et al., 2016)، وكذلك إلى خطط واضحة ومطبقة لإدارة البيانات، وإلى مراجع للبيانات.

ويسمح إنقاذ البيانات من النسخ المطبوعة أو الأشكال الرقمية العتيقة بتوسيع نطاق سلاسل البيانات في الماضي، ويحتاج إلى تخطيط وتمويل كافيين مع إتاحة النتائج علناً ومجاناً. وينبغي تقديم دعم مستمر لهذه الأنشطة. وقد تساعد نهج جديدة، بما في ذلك النهج القائمة على العلوم التشاركية والصفوف الدراسية، إذا ما نشرت على نطاق واسع، على تحقيق خطوات الرقمنة على النطاق المطلوب.

الاحتياجات والمتطلبات الجديدة المحددة منذ خطة التنفيذ لعام 2016

دعم اتفاق باريس

لدعم تحقيق أهداف اتفاق باريس، يتعين على دوائر الرصد أن تعالج الفجوات المعرفية من خلال المتغيرات (ECVs) التي تتبع الدورات الفيزيائية والكيميائية والأحيائية. وينبغي إيلاء اهتمام للمجالات المعرّضة بشكل خاص لآثار تغير المناخ، ولمدى نجاح متطلبات المتغيرات (ECVs) في تبيان النطاقات الزمنية والمكانية ذات الصلة. وتشمل تلك المجالات ما يلي:

- التأثيرات التفاعلية المناخية المرتبطة بالتغيرات في استخدام/ تغطية الأراضي، على سبيل المثال توقيت واثار إطلاق الكربون المخزن في التربة الصقيعية القطبية الشمالية في مختلف نظم درجات الحرارة والتثبيت (IPCC, 2018).
- تحسين فهم الكيفية التي يمكن بها لخيارات وسياسات التصدي أن تقلل أو تزيد من الآثار الأرضية والمناخية المتتالية، لا سيما فيما يتعلق بالتغيرات غير الخطية والتغيرات الحاسمة في النظم الطبيعية والبشرية (التقرير الخاص بشأن تغير المناخ والأراضي (IPCC, 2019a)).
- الدوران الانقلابي في المحيطات عامل رئيسي يتحكم في تبادلات الحرارة والكربون مع الغلاف الجوي، وبالتالي المناخ العالمي، ولكن لا توجد مقاييس مباشرة لذلك، ولا تتوافر سوى مؤشرات قليلة غير مباشرة عن كيفية تغيره. وهذا موطن ضعف بالغ الأهمية في عمليات الرصد المستمرة للمحيطات العالمية (التقرير الخاص عن المحيطات والغلاف الجليدي في ظل مناخ متغير (IPCC, 2019b)).
- نظراً للالتزامات المتعلقة بخفض الكربون التي اقترحتها معظم البلدان، تبرز الحاجة إلى تقييم كمي

لتدفقات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ من خلال قياسات تكوين الغلاف الجوي. ومن الضروري أيضاً ضمان أن تدعم عمليات رصد المناخ العالمي التقييم الكمي لتأثير الأنشطة البشرية على تغير المناخ.

- لعمليات الرصد المناخي دور رئيسي في التكيف، وهو هدف رئيسي من أهداف اتفاق باريس.

دورات نظام الأرض

في عام 2018، بدأ النظام (GCOS) إجراء تقييمات لرصيد الطاقة ولدورتي الكربون والمياه، محدداً الثغرات وأوجه عدم الاتساق المحتملة في نظم الرصد القائمة (von Schuckmann et al., 2020; Dorigo et al., 2021; Crisp et al.,) قيد الإعداد). وتشمل الآثار الرئيسية ما يلي:

- عدم اليقين فيما يتعلق بدورة الطاقة الإجمالية يرتبط أساساً بامتصاص المحيطات للحرارة، وثمة حاجة في هذا الصدد إلى الحفاظ على نظام متكامل لرصد المحيطات وتوسيع نطاقه.
- أشد أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بتدفقات الطاقة يكمن في الهطول، واحترار الغلاف الجوي بالموجات القصيرة، والتدفقات المضطربة للحرارة المحسوسة والكامنة في المحيطات واليابسة. وتتناول أبحاث جارية النظر في إمكانية إدخال تحسينات على قدرات قياس التدفقات، لا سيما فوق المحيطات. وينبغي الانتهاء من ذلك وتنفيذه في حال نجاحه.
- عدم اليقين (التقليبية بين السنوات) فيما يتعلق بميزانية الكربون الإجمالية يرتبط أساساً بتدفق الكربون من استخدام الأراضي وامتصاصه في المحيطات واليابسة. وأوجه عدم اليقين هذه تدعو للقلق لأنها تشير إلى أن نظم الرصد الحالية لدينا لا تزال تفتقر إلى الدقة المطلوبة لرصد هذه الاتجاهات سنوياً بشكل ملائم من أجل توجيه الأطراف نحو التخفيضات الضرورية للانبعاثات لتحقيق هدف درجة الحرارة المنصوص عليه في اتفاق باريس. وسيطلب ذلك تحسينات في الرصد، لا سيما في المحيط الجنوبي وفي الغلاف الجوي فوق اليابسة. وينبغي أن تُكْمَل عمليات الرصد الساتلية بزيادة كبيرة في عمليات الرصد الموقعي لغازات الاحتباس الحراري (GHGs) مع إيلاء اهتمام خاص لتحسين عمليات الرصد حول المناطق الحضرية.
- أشد أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بدورة المياه يكمن في التدفقات التبخرية فوق اليابسة (بما يشمل المناطق القطبية) والمحيطات، والهطول فوق المحيطات والجبال. وهناك حاجة إلى قياس المتغيرات الرئيسية لتحديد التدفقات التبخرية من أجل تحسين إغلاق ميزانية المياه فوق المناطق المدارية. وثمة حاجة أيضاً إلى بعثة لقياس الثلوج من أجل تحسين ضبط هيدرولوجيا الأراضي الباردة.
- يجري العمل لجعل تخزين المياه الأرضية متغيراً جديداً من المتغيرات (ECV) (رصد، ساتلي، بقياس الجاذبية). وسوف يساعد ذلك في تحديد الأثر الصافي للتغيرات في المناخ، والاستخدام البشري للمياه، وغير ذلك من الآثار الهيدرولوجية على الميزان المائي القاري، ويساعد على إغلاق الرصد المائي الأرضي. كما سيدعم هذا دراسات التكيف لتحديد البقع الساخنة للتغيرات في دورة المياه وتقييم شدة الجفاف.

التكيف والظواهر المتطرفة

لقد بدأ النظام (GCOS) دراسة التكيف ولكنه لم ينته بعد من هذا العمل. ويتصل العديد من المسائل الرئيسية التي يتناولها التكيف، مثل الفيضانات والجفاف وموجات الحر، بالظواهر المتطرفة بدلاً من المتوسطات الطويلة الأجل للمتغيرات (ECVs). وينبغي أن تكون البيانات المرصودة ذات صلة بأوجه الضعف المحددة (مثل الناس أو الزراعة أو البنى الأساسية) بدلاً من أن تكون ذات صلة بالمتوسطات الأوسع نطاقاً. وبالتالي، ينبغي في المستقبل إيلاء الاهتمام لرصد الظواهر المتطرفة باستبانة مكانية وزمنية مناسبة لكل استخدام محدد. لذلك، عند تعريف متطلبات المتغيرات (ECV)، قد لا تكون القيم المنفردة للدقة والاستبانة كافية.

وتم التوصل إلى استنتاج مفاده أنه نظراً إلى القدرات الحالية المتعلقة بالمتغيرات (ECVs) ونواتجها، يمكن أن يوفر النظام العالمي لرصد المناخ مؤشرات للتكيف يمكن استخدامها في عملية التقييم العالمي. وبعد تحسين طفيف للنواتج أو إدخال نواتج جديدة، يمكن استخدامها على المستوى الوطني لإضافة قيمة إلى خطط التكيف الوطنية، من خلال تقييم المخاطر وأوجه الضعف المناخية، والمساعدة في تحديد خيارات التكيف وتنفيذها وفي إدارة ورصد وتقييم إجراءات التكيف.

الخطوات التالية

شهد النظام العالمي لرصد المناخ العديد من التحسينات الملحوظة منذ عام 2015. وقد أسهمت هذه التحسينات في تعزيز فهم تغير المناخ وفي تحسين إعداد سياسات عامة والتخطيط للتكيف مع آثار هذا التغير والتخفيف منه.

وسيحال هذا التقرير إلى الاتفاقية (UNFCCC)، والجهات المشاركة في رعاية النظام (GCOS)، والمنظمة (WMO)، واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، والمجلس الدولي للعلوم (ISC) للنظر فيه. وستعقب ذلك، في عام 2022، خطة تنفيذ جديدة للنظام العالمي لرصد المناخ ستحدد المجالات الرئيسية ذات الأولوية التي تحتاج إلى تحسين استناداً إلى النتائج التي نوقشت في هذا التقرير.

Crisp D. et al: How well do we understand the land-ocean-atmosphere carbon cycle? (in preparation)
<https://doi.org/10.1002/essoar.10506293.1>

Dorigo, W. et al., 2021: Closing the water cycle from observations across scales: Where do we stand? Bulletin of the American Meteorological Society (published online ahead of print 2021). <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0316.1>

GCOS-195: Status of the Global Observing System for Climate, World Meteorological Organization (WMO) WMO, 2015.
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7213

GCOS-200: The Global Observing System for Climate: Implementation Needs, World Meteorological Organization (WMO) WMO, 2016.
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3417

IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. In Press.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/07/SR15_SPM_version_stand_alone_LR.pdf

IPCC, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems,
<https://www.ipcc.ch/srccl/>

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.
<https://www.ipcc.ch/srocc/>

Lin D. et al., 2020: The TRUST Principles for digital repositories. Sci Data 7, 144.
<https://doi.org/10.1038/s41597-020-0486-7>

von Schuckmann, K. et al., 2020: Heat stored in the Earth system: where does the energy go?, Earth Syst. Sci. Data, 12, 2013-2041, <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>

Wilkinson, M. et al., 2016: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
