|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الطقس المناخ الماء | A picture containing text, clipart, ceramic ware, porcelain  Description automatically generated**المنظمة العالمية للأرصاد الجوية**  **لجنة الرصد والبنية التحتية ونظم المعلومات**  الدورة الثانية 24-28 تشرين الأول/ أكتوبر 2022، جنيف | **INFCOM-2/Doc. 6.1(1)** |
| وثيقة مقدمة من: رئيس الجلسة  25.X.2022 |

## [تُرجمت هذه الوثيقة باستخدام تقنية الترجمة الآلية لتيسير اطلاعكم عليها ولكن لم تُحرر. ولا يُقدم أي ضمان من أي نوع، سواء كان صريحاً أو ضمنياً، بشأن دقتها أو موثوقيتها أو صحتها. وأي تناقضات أو اختلافات قد تكون حدثت عند ترجمة محتوى الوثيقة الأصلية إلى العربية ليست ملزمة وليس لها أي أثر قانوني للامتثال أو الإنفاذ أو أي غرض آخر. وقد لا تُترجم بعض المحتويات (مثل الصور) بسبب القيود التقنية للنظام. وإذا طُرحت أي أسئلة تتعلق بدقة المعلومات الواردة في الوثيقة المترجمة، فيرجى الرجوع إلى النسخة الإنكليزية الأصلية التي هي النسخة الرسمية من الوثيقة.]

## توجيهات رفيعة المستوى بشأن تطور النظم العالمية للرصد خلال الفترة 2027-2023 استجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040

(مشروع وثيقة يعدها الفريق العامل المعني بفرقة الخبراء المعنية بنظم الرصد من على متن الطائرات (JET-EOSDE)، بدعم من خبير استشاري وخبراء من المنظمة (WMO) وأمانة النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، واللجنة الدائمة علوم الغلاف الجوي (SC-MINT)، وبرنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)، والفريق التوجيهي المعني بالرصدات من على متن السفن (SG-GBON)، وفرقة العمل المعنية بتقييم رصد المحيطات (OceanPredict))

محتويات

[1. الغرض والنطاق 3](#_Toc100657079)

[1.1 الحاجة إلى الاستجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040، 3](#_Toc100657080)

[1.2 الغرض من الوثيقة 4](#_Toc100657081)

[2. إرشادات بشأن تطور القدرات العالمية للرصد استجابة ل   
 رؤية النظام WIGOS في عام 2040 5](#_Toc100657082)

[2.1 تجميع الثغرات الرئيسية في الرصد من بيانات التوجيه مع بعض التوصيات 6](#_Toc100657083)

[2.1.1 التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي 9](#_Toc100657084)

[2.1.2 التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا 10](#_Toc100657085)

[2.1.3 التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة 11](#_Toc100657086)

[2.1.4 التنبؤ الآني والتنبؤ قصير المدى جدا 12](#_Toc100657087)

[2.1.5 الأرصاد الجوية للطيران 13](#_Toc100657088)

[2.1.6 الطقس الفضائي 14](#_Toc100657089)

[2.1.7 تطبيقات المحيطات 15](#_Toc100657090)

[2.1.8 مراقبة المناخ 16](#_Toc100657091)

[2.1.9 تكوين الغلاف الجوي 17](#_Toc100657092)

[2.1.10 خدمات الغلاف الجليدي الناشئة 20](#_Toc100657093)

[2.1.11 الخدمات الهيدرولوجية 22](#_Toc100657094)

[2.2 النتائج والتوصيات المستمدة من سلسلة تأثير الرصدات على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) حلقات العمل والمجالات الأخرى 23](#_Toc100657095)

[2.2.1 حلقات عمل دولية بشأن تأثير نظم الرصد المختلفة على   
 التنبؤ العددي بالطقس 24](#_Toc100657096)

[2.2.2 الاستنتاجات والتوصيات في مجالات أخرى 27](#_Toc100657097)

[2.3 الرصدات الفضائية القاعدة 28](#_Toc100657098)

[2.4 الرصدات السطحية القاعدة 30](#_Toc100657099)

[2.4.1 إرشادات بشأن توسيع شبكة الشبكة (GBON)؛ 30](#_Toc100657100)

[2.4.2 علاقة الشبكة GBON والنواة RBON 32](#_Toc100657101)

[2.4.3 تحليل الفعالية من حيث التكلفة لقدرات الرصد من أجل تحقيق ما هو مطلوب المعلومات والنواتج 33](#_Toc100657102)

[2.4.4 فرص التآزر وتعظيم نظم الرصد 33](#_Toc100657103)

[2.4.5 استراتيجية وتوجيهات للأعضاء بشأن الرصدات الحضرية 37](#_Toc100657104)

[2.4.6 توصيات بشأن استخدام تكنولوجيات الرصد الجديدة 38](#_Toc100657105)

[2.4.7 الاستدامة البيئية للرصدات 43](#_Toc100657106)

[2.4.8 إدارة المخاطر والتخفيف من حدتها 44](#_Toc100657107)

[2.5 الإجراءات ذات الأولوية العالية فيما يتعلق بتطور الفضاء القاعدة والسطح؛ نظم الرصد القائمة على 45](#_Toc100657108)

[2.6 توصيات بشأن سياسة البيانات وتوافر البيانات 51](#_Toc100657109)

[2.7 تنسيق الترددات الراديوية 51](#_Toc100657110)

[3. إرشادات بشأن وضع استراتيجية تنفيذ وطنية للرؤية؛ من النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040؛ 52](#_Toc100657111)

[3.1 دراسة استقصائية للمتطلبات الوطنية لمختلف مجالات التطبيق 52](#_Toc100657112)

[3.2 تجميع المتطلبات الوطنية المتحررة من التكنولوجيا وتصميم الشبكات المبادئ 53](#_Toc100657113)

[3.3 مفهوم تطوير قدرات الرصد الوطنية 53](#_Toc100657114)

[3.4 مقترحات لأنشطة تجريبية 53](#_Toc100657115)

[4. فرص تطوير القدرات والتوجيهات استنادا إلى المنهجية المرفق المالي للرصد (SOFF) ومبادرة الدعم القطري (CSI) 53](#_Toc100657116)

[5. خطة الاتصال بشأن الحاجة إلى الاستجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040 58](#_Toc100657117)

[المرفق 1 - الوثائق والمواد التنظيمية والإرشادية ذات الصلة بالنظام WIGOS؛ 60](#_Toc100657118)

[1. الوثائق ذات الصلة بالنظام WIGOS؛ 60](#_Toc100657119)

[2. المواد التنظيمية والإرشادية للنظام (WIGOS) 62](#_Toc100657120)

[المرفق 2 - نظرة عامة على كل متغير في بيان الثغرات الإرشادية 65](#_Toc100657121)

[المرفق 3 - الإجراءات الرئيسية لخطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP) التي يجب أن يضطلع بها الأعضاء 112](#_Toc100657122)

[المرفق 4 - عرض عام لمتطلبات الشبكة GBON (يجب/ ينبغي) 114](#_Toc100657123)

[المرفق 5 - الخدمات الحضرية المتكاملة للإرشادات الرفيعة المستوى بشأن النظام (WIGOS) 116](#_Toc100657124)

[المرفق 6 - متغيرات تكوين الغلاف الجوي الداعمة لتطبيقات المراقبة والتنبؤ 128](#_Toc100657125)

[المختصرات 129](#_Toc100657126)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**إرشادات رفيعة المستوى بشأن تطوير النظم العالمية للرصد خلال الفترة 2027-2023 استجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040؛**

1. **الغرض والنطاق**

**1.1 الحاجة إلى الاستجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040،**

تقدم هذه الوثيقة إرشادات لأعضاء المنظمة (WMO) بشأن التطوير المتوخى لنظم الرصد، على الصعيدين الوطني والإقليمي، كمكونات في النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) حتى عام 2040. وتتألف الإرشادات أساسا من مبادئ ذات طابع عام ينبغي أن ينظر فيها الأعضاء وغيرهم من مشغلي شبكات الرصد لوضع خطط التنفيذ. وإضافة إلى ذلك، تحدد التوجيهات الإجراءات المحددة العاجلة التي تنشأ استجابة لأولويات النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) وبرامج المنظمة (WMO)، ومعرفتنا بالفجوات الحالية في البيانات. وتقدم الوثيقة لمحة عامة منظمة عن الوثائق ذات الصلة برؤية النظام WIGOS في عام 2040 ([AR](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21727)، و [EN](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21716#.YPbKgOj7QUE)، وES،  [و](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21736) و [FR](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21729)، [RU](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21735)، [و ZH](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21728)) وتحدد الأولويات للسنوات الخمس المقبلة (2027-2023) لتنفيذ سيناريو رؤية النظام WIGOS في عام 2040. ومن المفترض أن يكون قارئ هذه الوثيقة على علم بمحتوى رؤية النظام WIGOS في عام 2040.

وخلال مرحلة تطوير النظام WIGOS ومرحلة ما قبل تشغيله، أعد عدد من الوثائق بهدف صيانة وتطوير جميع نظم الرصد المكونة للمنظمة WMO. [وترد في المرفق 1](#_Annex_1._WIGOS) قائمة بوثائق وأدوات والمواد التنظيمية ذات الصلة الخاصة بالنظام WIGOS، ويوضح كيفية توصيلها. وهذه الوثيقة تستمد معلومات من كثير من هذه الوثائق الأساسية.

قدم "رؤية النظام العالمي للرصد (GOS) في عام 2025"، التي أقرتها الدورة الحادية والستين للمجلس التنفيذي (جنيف، 2009)، أهدافا رفيعة المستوى لتوجيه تطوير النظم العالمية للرصد. يقدم "الاستعراض المستمر للمتطلبات" (RRR) "بيانات توجيهية" (SoGs) تحدد الثغرات الرئيسية في نظم الرصد لمجالات تطبيق المنظمة WMO. "خطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP)، المتاحة بلغات المنظمة (WMO) ([EN](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ETeDnDonmulOiJu9zkzieu4Bp7thwbeKXXfCq1G8nxjjQA?e=KokUlQ)، [ES](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZWZcp0fuphPqjejJkPOBxYBFN6n9aBU7gVl5z2RnhhQ-A?e=zQnoR6)، [FR](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EVRItRhG7OVCibWplVTp8U4BoxwVpJ02saZ9szskDLAueA?e=vrcmdh)، [RU](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ERL2_7-DqEBMmfcUhLGtdBsB8u0za8LwyXpWZ140Lb_R-Q?e=yaCr0E)، [ZH](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EaZir2WZg25DlK61b8knNkMBEz-AjoQQziP17creMJp2yA?e=TNWVI3))، مصحوبة برؤية النظام العالمي للرصد (GOS). وكانت أهداف الاستراتيجية العالمية للرصد (EGOS-IP) هي تلبية الاحتياجات الرصدية لتطبيقات المنظمة (WMO) المتعلقة بالطقس والمناخ والماء بأكثر الطرق فعالية من حيث التكلفة. وتتضمن خطة التنفيذ إجراءات محددة لتطوير مكونات نظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة التابعة للمنظمة (WMO)، والتي جرى استعراضها بانتظام. وفي عام 2018، اعتمدت الدورة الثامنة عشرة للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية (Cg-18) (انظر المرفق 3) مجموعة فرعية من هذه الإجراءات العشرة، واستعرضت قائمة إجراءات خطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP) أثناء إعداد هذه الوثيقة التوجيهية رفيعة المستوى، وأدرجت تلك التي ظلت ذات أهمية في التوصيات الواردة في [القسم 2.5](#_2.5_Actions_with).

وقد استدعى التقدم المحرز في تنفيذ النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) تحديث الرؤية لمراعاة التحديات والفرص الحالية. وبهذه المعلومات، ستكون المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) ووكالات الفضاء وغيرها من واضعي نظم الرصد قادرة على تكييف جهودها التخطيطية وفقا لذلك لتعظيم أوجه التآزر والقيمة مقابل المال. وبتوسيع نطاقها حتى عام 2040، تأخذ رؤية النظام WIGOS رؤية طويلة الأجل. وهذا الأفق الزمني مدفوع، إلى حد كبير، بدورات طويلة لتطوير البرامج وتنفيذها لمكونات محددة من قبيل السواتل التشغيلية أو برامج إحلال الرادارات.

والمرحلة التشغيلية الأولية للنظام (WIGOS)، التي تبدأ في عام 2020، هي استجابة للطلب المتزايد على خدمات الأرصاد الجوية والخدمات الهيدرولوجية والمناخية من الأعضاء الذين هم أكثر قدرة على مقاومة العواقب الاجتماعية والاقتصادية للظواهر المتطرفة للطقس والمناخ والماء والظواهر البيئية المتطرفة الأخرى. [[1]](#footnote-2)ونظر في رؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040 في نهج نظام الأرض الذي تتبعه المنظمة (WMO)، المتسق مع تطور متطلبات المستخدمين والتقدم في تكنولوجيا الرصد إلى جانب الزيادة المتوقعة لدور القطاع الخاص والأطراف الثالثة. وتوجد الآن حاجة إلى إعادة مواءمة استراتيجيات الرصد لتحقيق الرؤية.

وفقا للقرار [37 (Cg-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=127) بشأن بدء انتقال النظام (WIGOS) إلى الوضع التشغيلي في عام 2020، يعرض مرفق هذا القرار الأنشطة الرئيسية المزمع تنفيذها من عام 2020 وما بعده من أجل زيادة تطوير النظام خلال هذه الفترة التالية. وستوفر الرصدات العالمية لنظام الأرض الأساس لتلبية الطلب من أجل زيادة القدرة على التنبؤ المستمر من نطاقات للطقس إلى نطاقات مناخية استنادا إلى نهج نمذجة موحدة. وعلاوة على ذلك[، يطلب القرار 38 (Cg-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=137) من لجنة البنية التحتية الاضطلاع بأنشطة التخطيط اللازمة التي ستساعد الأعضاء والمنظمات الشريكة على الاستجابة لرؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040. كما يطلب من الأعضاء مراعاة رؤية النظام WIGOS في عام 2040 عند التخطيط لتطوير شبكات الرصد التابعة لهم.

أقرت لجنة الرصد والبنية التحتية ونظم المعلومات (INFCOM) في دورتها الأولى خطة للمرحلة التشغيلية الأولية للنظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (2023-2020) (WIOP). وفي هذه الخطة، التي اعتمدها المجلس التنفيذي بعد ذلك (الوثيقة‑EC-73/Doc. 4.2(1))، أعطيت أولوية عالية للأنشطة التي ستساعد الأعضاء في تطوير وتنفيذ النظام WIGOS على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية. ولكنه يطلب أيضا من الأعضاء تعزيز ثقافة الامتثال للائحة الفنية للنظام WIGOS. وبالإضافة إلى ذلك، يقترح البرنامج (WIOP) نهجا لتوجيه الأعضاء لتطوير نظم الرصد التابعة لهم خلال الفترة 2023-2020 نحو تحقيق رؤية النظام WIGOS لعام 2040 (انظر [المرفق 1](#_Annex_1._WIGOS) للاطلاع على مزيد من التفاصيل). ويتضمن البرنامج (WIOP) أنشطة محددة تدعم التنفيذ الوطني للنظام WIGOS وتطوير الاتحادات الإقليمية، التي لن تكون جزءا من اعتبارات هذه الوثيقة ولكنها ستكملها.

**1.2 الغرض من الوثيقة**

تقدم رؤية النظام WIGOS في عام 2040 سيناريو مرجحا للكيفية التي قد تتطور بها متطلبات المستخدمين إلى بيانات الرصد في مجال المنظمة (WMO) على مدى العقود العديدة المقبلة، ورؤية طموحة، ولكن مجدية من الناحية الفنية والاقتصادية، لنظم رصد متكاملة تلبي تلك الاحتياجات. وبهذه المعلومات، ستتمكن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) والوكالات الفضائية وغيرها من واضعي نظم الرصد من تكييف جهودها في مجال التخطيط وفقا لذلك وستكون قادرة على اتخاذ القرارات اللازمة لتنفيذ هذا النظام المتكامل. وتوفر الرؤية لمستخدمي الرصدات المتعلقة بالطقس والمناخ والماء وتكوين الغلاف الجوي وغيرها من الرصدات ذات الصلة ما يمكن توقعه خلال هذا الإطار الزمني، وتقدم إرشادات تتعلق بالتخطيط لتكنولوجيا المعلومات ونظم الاتصالات، وجهود البحث والتطوير، والموظفين، والتعليم والتدريب.

تصف خطة المرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS (2023-2020) الأنشطة الرئيسية المزمع تنفيذها في الأجل القريب. وستوضع، بين أمور أخرى، وثيقة إرشادية لتطوير قدرات الرصد العالمية استجابة لرؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040 (القسم 5.7 من الخطة).

وهذا هو الغرض من الوثيقة الحالية: فهي تقدم إرشادات رفيعة المستوى لمساعدة الأعضاء على تطوير نظم الرصد التابعة لهم في السنوات الخمس المقبلة (2027-2023) بطريقة بسيطة وسهلة الاستخدام من جانب جميع الجهات الفاعلة، مع التركيز بوجه خاص على أقل البلدان النامية والبلدان النامية غير الساحلية والدول الجزرية الصغيرة النامية. وتحدد الوثيقة التوجيهية الحالية عدة مجالات ذات أولوية عالية يمكن فيها تحقيق تحسينات ملموسة وفعالة في قدرات نظم الرصد وتوضيح التقدم المحرز على مدى السنوات الخمس المقبلة. وتصاغ الإجراءات الموصى بها على نحو يسترشد به صانعو القرارات والمخططون الاستراتيجيون على مستوى الإدارة العليا.

وتركز الوثيقة على بعض الأولويات الرئيسية، بينما تعتمد نهجا أكثر دينامية من النهج المعتمد مع الرؤية السابقة للنظام العالمي للرصد في عام 2025، وخطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP) وإجراءاتها المركزة البالغ عددها 115. وسيتيح هذا النهج الجديد تعديل إجراءات التنفيذ وفقا للمتطلبات والتكنولوجيا والفرص المتطورة. في [الفصل 2](#_2._Guidance_on) ملخص النتائج والتوصيات المستمدة من سلسلة من حلقات العمل الدولية بشأن أثر نظم الرصد المختلفة على التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، فضلا عن تجميع للثغرات الرئيسية في الرصد من بيانات التوجيه الخاصة بالاستعراض المستمر للمتطلبات، مع بعض التوصيات بشأن مزيج التكنولوجيات التي يجب استخدامها لمعالجة هذه الثغرات. ومن ثم، ستحدد الأولويات وفقا لنهج نظام الأرض، مع اعتبار التنبؤ العددي بالطقس ومراقبة المناخ على الصعيد العالمي تطبيقات أساسية[[2]](#footnote-3) ، وكذلك للمجالات التي يمكن فيها تحقيق فوائد اجتماعية واقتصادية كبيرة، بما في ذلك الحد من مخاطر الكوارث.

[ويتضمن الفصل 2](#_2._Guidance_on) أيضا إرشادات والتزامات بتنفيذ وإدارة شبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON)، فضلا عن التزامات الأعضاء بتوسيع وتعزيز تبادل البيانات على أساس مجاني وغير مقيد. ويرد أيضا في هذا الفصل جوانب تطويرية أخرى عند الاستجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040. ويقترح [الفصل 3](#_3._Guidance_on) إجراءات لوضع استراتيجية وطنية لتنفيذ رؤية النظام WIGOS لعام 2040. [ويتناول الفصل 4](#_4._Capacity_development) فرص تطوير القدرات، ويعرض [الفصل 5](#_Communication_Plan_on) تفاصيل خطة الاتصالات.

1. **إرشادات بشأن تطوير قدرات الرصد العالمية استجابة لرؤية النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) في عام 2040؛**

ويوفر النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) الإطار العالمي وأدوات الإدارة والتصميم لجميع نظم الرصد المساهمة، من أجل تعظيم الاستثمارات الموجهة نحو المستخدمين من أجل التنمية المستدامة لتقديم الخدمات البيئية المتعلقة بالطقس والماء وتكوين الغلاف الجوي والمناخ. وتشمل المكونات الرئيسية للنظام WIGOS شبكات النظام العالمي للرصد (GOS)، وعنصر الرصد في المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)، ومكونات الرصد في المراقبة العالمية للغلاف الجليدي (GCW)، ونظام الرصد الهيدرولوجي التابع للمنظمة (WHOS). وإضافة إلى ذلك، تعمل المنظمة (WMO) مع المنظمات الشريكة على استكمال هذه الشبكات في إطار النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) لمراقبة المناخ ورصد المحيطات عن طريق النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) والنظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)، على التوالي.

رؤية النظام WIGOS في عام 2040 هي سيناريو للكيفية التي يمكن بها تطوير نظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة على مدى العقدين القادمين للاستجابة لمتطلبات المستخدمين المتطورة من الرصدات. وإضافة إلى ذلك، فإنه يتناول احتياجات المستخدمين المتطورة والتطور المتوقع لتكنولوجيات الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة. وهي خطة طموحة، ولكن مجدية فنيا واقتصاديا. وترى الرؤية أن نظم الرصد المستقبلية ستعتمد على النظم الفرعية القائمة، السطحية القاعدة والفضائية القاعدة على حد سواء، مع استخدام تكنولوجيات الرصد القائمة والجديدة والناشئة غير المدمجة أو المستغلة استغلالا كاملا حاليا. وتشمل الرؤية الرصدات المكتسبة من المشغلين التجاريين والأطراف الثالثة الأخرى، وتراعي أهميتها وكذلك التحديات التي تنطوي عليها كفالة التبادل المجاني والمفتوح لهذه البيانات بين المرافق الوطنية (NMHSs) وغيرها من الشركاء الوطنيين والدوليين.

وتلخص التوجيهات رفيعة المستوى الواردة في هذه الوثيقة الثغرات المحددة في شبكات الرصد الحالية، وتسرد أولويات محددة للأنشطة على مدى السنوات الخمس المقبلة (2027-2023)، وتقدم توصيات بشأن التطورات المحددة التي ينبغي النظر فيها عند تنفيذ رؤية عام 2040.

بعض المواضيع التي ستناقش في هذا الفصل، مثل تحليل الثغرات في [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of)، والتوصيات المنبثقة عن دراسات أثر التنبؤ العددي بالطقس ([القسم 2.2](#_2.2_Findings_and))، والمعلومات عن حالة وإجراءات توسيع نطاق الشبكة GBON ([القسم 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on))، والأنشطة الجديدة بشأن سياسة البيانات ([القسم 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on) والقسم [2.6؛](#_2.6_Recommendations_on) يؤدي إلى اتخاذ إجراءات محددة من أجل الأعضاء لوضع استراتيجية لتنفيذ رؤية النظام WIGOS في عام 2040. وستساعد المواضيع الأخرى التي يتناولها هذا الفصل، مثل المعلومات المتعلقة بفعالية نظم الرصد من حيث التكلفة وفرص الجمع بين الأنشطة على الصعيدين العالمي والإقليمي، مديري الشبكات على إدارة شبكاتهم على نحو أكثر فعالية.

**2.1 تجميع الثغرات الرئيسية في الرصد من بيانات التوجيه مع بعض التوصيات**

وللتوصل إلى توافق في الآراء بشأن متطلبات المستخدمين من بيانات الرصد وتصميم وتنفيذ نظم الرصد المتكاملة التابعة للمنظمة (WMO)، تدير المنظمة (WMO) عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR).

تستعرض عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR) بشكل مشترك المتطلبات المتطورة للأعضاء فيما يتعلق بالرصدات وقدرات نظم الرصد القائمة والمخطط لها. ونتيجة لذلك، ينظر الخبراء في كل مجال من مجالات التطبيق، من خلال ما يسمى "بيانات التوجيه"، في مدى تلبية القدرات للمتطلبات، وينتجون تحليلات للثغرات تتضمن توصيات بشأن كيفية سد هذه الثغرات. وبالنسبة لكل مجال من مجالات التطبيق، تتألف العملية من أربع مراحل:

1. استعراض متحرر من التكنولوجيا لمتطلبات الأعضاء فيما يتعلق بالرصدات، في إطار مجال التطبيق الذي تغطيه برامج المنظمة (WMO) والبرامج التي تشارك المنظمة في رعايتها؛
2. استعراض قدرات الرصد في نظم الرصد القائمة والمخططة، السطحية القاعدة والفضائية القاعدة على حد سواء؛
3. "استعراض نقدي" لمدى تلبية القدرات (ب) للمتطلبات (أ)؛ و
4. بيان التوجيه استنادا إلى (ج).

وتتكرر هذه العملية في دورة تقارب السنتين. وتعمل الأفرقة (SoGs) أيضا كمورد مفيد للحوار مع وكالات نظم الرصد بشأن ما إذا كان ينبغي مواصلة النظم القائمة أو تعديلها أو وقف تنفيذها، وما إذا كان ينبغي تخطيط نظم جديدة وتنفيذها، وما إذا كانت هناك حاجة للبحث والتطوير لتلبية متطلبات المستخدمين غير المنفذة.

ويصف مجال التطبيق الخاص بالمنظمة (WMO) نشاطا متجانسا يمكن من أجله تجميع مجموعة متسقة من متطلبات مستخدمي الرصدات يتفق عليها الخبراء المجتمعيون العاملون عمليا في هذا المجال. مجالات التطبيق المحددة حاليا هي[SOG، مجالات التطبيق](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process)):

1. التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي؛
2. التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة؛
3. التنبؤ الآني والتنبؤ القصير المدى جدا؛
4. تنبؤات دون موسمية إلى تنبؤات على النطاقات الزمنية الأطول أمدا؛
5. الأرصاد الجوية للطيران؛
6. التنبؤ بتكوين الغلاف الجوي؛
7. مراقبة تكوين الغلاف الجوي؛
8. توفير معلومات عن تكوين الغلاف الجوي لدعم الخدمات في المناطق الحضرية والمأهولة؛
9. تطبيقات المحيطات؛
10. مراقبة المناخ (GCOS)؛
11. الأرصاد الجوية الزراعية؛
12. الهيدرولوجيا;
13. الطقس الفضائي.

ويسجل وضع متطلبات مستخدمي الرصدات في الأداة [OSCAR/ المتطلبات](https://space.oscar.wmo.int/observingrequirements) ويرد وضع الأفرقة SoGs لمجالات التطبيق الخاصة بالمنظمة (WMO) على الرابط التالي: [SOG، مجالات التطبيق](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process). وهناك بعض التقلبية فيما يتعلق بمستوى نضج أهداف التنمية المستدامة في مختلف مجالات التطبيق. والفريق (SOGs) للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي، والتنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة، والتنبؤ الآني والتنبؤ قصير المدى، والتنبؤات دون الفصلية إلى التنبؤات الأطول أمدا، والأرصاد الجوية للطيران، والطقس الفضائي محدثة. عمر الفريق المعني بتطبيقات المحيطات (SOG) بضع سنوات ولكن اتخذت ترتيبات للحصول على تحديثات. وتعمل المراقبة العالمية للغلاف الجليدي (GCW)، المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)، النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، نظام الرصد الهيدرولوجي (WHOS) على إصدار بيانات رفيعة المستوى تدرج في هذه الوثيقة بمجرد توافرها.

تحدد الخطة الاستراتيجية للمنظمة (WMO) للفترة 2023-2020، التي اعتمدها المؤتمر الثامن عشر، أولويات شاملة يجب احترامها عند تحديد الثغرات الرئيسية في الرصدات من أهداف التنمية المستدامة (SoGs). وهذه النوايا هي:

1. ونهج "نظام الأرض"؛
2. والأولويات المتعلقة بالفوائد الاجتماعية - الاقتصادية؛ و
3. والحد من مخاطر الكوارث فيما يتعلق بالطقس شديد التأثير.

وكجزء من نهج نظام الأرض التابع للمنظمة (WMO)، تعتبر الأرض نظاما متكاملا للغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الجليدي والهيدرولوجيا الداخلية والغلاف الحيوي والغلاف الأرضي. وهذا يسترشد به في السياسات ومتخذي القرارات استنادا إلى فهم أعمق للتفاعلات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والبشرية التي تحدد حالات الأرض في الماضي والحاضر والمستقبل. وفي هذا الصدد، يعتبر مجال تطبيق التنبؤ العددي بالطقس العالمي أساسا، لأن نماذجه تحتاج إلى بيانات من مختلف مكونات نظام الأرض. ولذلك فإنها تولي أولوية رئيسية. ومن ثم، أدمجت الوصلات البينية بين مجالات نظام الأرض. كما يساعد تحسين أنشطة المراقبة والتنبؤ في الحد من آثار الكوارث فيما يتعلق بالطقس شديد المخاطر وتحسين الفوائد المجتمعية والاجتماعية والاقتصادية.

وينبغي أيضا إعطاء أولويات للمراقبة والتنبؤ على النطاقات المكانية دون الموسمية إلى النطاقات الزمنية الأطول من أجل التطبيقات والخدمات المناخية، والهيدرولوجيا، ونوعية الطقس/ الهواء الكيميائية، وتوزيع وتقلبية غازات الاحتباس الحراري. ويتداخل الكثير من هذه المتطلبات مع المتغيرات المشتركة للتنبؤ العددي بالطقس وتآزرا معها، وإن كانت هناك حاجة في كثير من الأحيان إلى تقارير موجزة إضافية (يومية وشهرية). وهناك أيضا احتياجات لمراقبة والتنبؤ بتكوين الغلاف الجوي الأرضي والغلاف الجوي (مثلا، التلوث)، ومتغيرات المحيطات التي لا يستخدمها عادة التنبؤ العددي بالطقس (NWP).

وخلاصة ذلك، فإن الدوافع والأولويات الرئيسية التالية التي تدرس في هذه الوثيقة هي:

الدوافع الرئيسية[[3]](#footnote-4):

1. تحسين حماية الأرواح والممتلكات ومخاطر الكوارث والحد من آثارها؛
2. الطقس شديد التأثير
3. وستركز مجالات التطبيق الأخرى، مثل الخدمات الحضرية المتكاملة أو التطبيقات الخاصة بالمحيطات، تركيزا أكبر إذا حددت الخطة الاستراتيجية المقبلة للمنظمة (WMO) الأولويات بناء على ذلك.
4. موجات الحر، والجفاف، وندرة المياه؛
5. الفيضانات، والغمر (البهائي، النهري، الساحلي)؛
6. التلوث المتطرف
7. تحسين المنافع الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع؛
8. وخدمات النقل (الطيران، والطرق والسكك الحديدية، والملاحة البحرية، والملاحة الداخلية)؛
9. توافر موارد المياه وجودتها؛
10. الخدمات المناخية للتخفيف والتكيف؛
11. الزراعة، وخدمات تربية الأحياء المائية؛
12. دعم إنتاج الطاقة؛
13. وخدمات السياحة والاستجمام؛
14. دعم النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي؛
15. الخدمات الصحية

مجالات التطبيق ذات الأولوية العالية:

1. التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي، الذي يعتبر مجالا من مجالات التطبيق الأساسية في نهج نظام الأرض للمنظمة (WMO)، مع إيلاء اهتمام خاص لمتطلبات الشبكة (GBON) (انظر [المرفق 4](#_Annex_4._Overview) للاطلاع على التفاصيل) والوصلات البينية بين مجالات نظام الأرض:
2. الغلاف الجوي – المحيطات، بما في ذلك الجليد البحري،
3. الغلاف الجوي - الأرض؛
4. الغلاف الجوي – الغلاف الجليدي؛
5. الغلاف الجوي – الغلاف المائي.
6. مراقبة المناخ وتطبيقاته وخدماته؛
7. التنبؤ دون الموسمي إلى التنبؤ الأطول مدى؛
8. خدمات مراقبة غازات الاحتباس الحراري والمعلومات المتعلقة بإدارة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري،
9. المراقبة والخدمات الهيدرولوجية من أجل إدارة المياه.

وقد اختيرت مجالات التطبيق نظرا للأولويات الحالية في الخطة الاستراتيجية للمنظمة (WMO) ومجالات نظام الأرض التي حددت فيها برامج المنظمة (WMO) الأولويات خلال السنوات الخمس المقبلة. وستكتسب التطبيقات الأخرى، بما فيها التطبيقات المحيطية والحضرية، أهمية أكبر في المستقبل.

وفي الفترة المتبقية من هذا الفصل، سيقدم تجميع للثغرات الرئيسية في الرصدات إلى جانب توصيات بشأن كيفية سدها، مع مراعاة الأولويات المذكورة أعلاه. وللاستعارة إلى الأهداف الإنمائية للألفية (SoGs) الخاصة بمجال التطبيق المعني، انظر الرابط الوارد أعلاه.

**2.1.1 التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي**

تنتج النظم العالمية للتنبؤ العددي بالطقس تنبؤات بالطقس قصيرة ومتوسطة المدى حتى 10-15 يوما من حالة الغلاف الجوي، مع زيادة استبانة أفقية تتراوح عادة بين 10 و25 كم مع زيادة الاستبانة الرأسية من 10 إلى 30 مترا بالقرب من السطح إلى 1000-500 متر في الستراتوسفير. وتوفر المجموعات الكبيرة المتعددة الأعضاء من هذه التنبؤات تقديرات لعدم اليقين. ويستخدم المتنبئون مخرجات نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) كتوجيهات لإصدار تنبؤات بمتغيرات الطقس المهمة لمجال اهتمامهم. وتستخدم مخرجات نماذج المجموعات للتنبؤ بالمخاطر الناجمة عن ظواهر الطقس المتطرفة أو القاسية والمضرة من حيث الاحتمالات. وتتطلب هذه المجموعات معرفة جيدة بعدم اليقين في نموذج التنبؤ العددي بالطقس وجميع بيانات المدخلات بما في ذلك الرصدات. وتستخدم النماذج العالمية للتنبؤ العددي بالطقس أيضا لتوفير ظروف حدودية للتنبؤ العددي بالطقس على المستوى الإقليمي، وللنماذج عالية الاستبانة، وللنظم التي تتنبأ بجودة الهواء وتكوين الغلاف الجوي، وللعلوم الأوقيانوغرافية التطبيقية والهيدرولوجيا. وتشير التطورات الأخيرة بشأن نظم التنبؤ المتقارنة إلى فوائد اقتران نماذج المحيطات والجليد البحري بالغلاف الجوي بالنسبة للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، باتباع نهج نظام الأرض. تسهم كل من الرصدات السطحية القاعدة والرصدات الساتلية إسهاما كبيرا في دقة التنبؤ العددي بالطقس (NWP). وتوفر بيانات السبر الساتلية دقة وتغطية أفقية جيدة جدا ولكن باستبانة رأسية محدودة.

وقد أظهرت نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) تأثيرا إيجابيا قويا من أجهزة السبر المتقدمة بالموجات الصغرية مثل AMSU-A[[4]](#footnote-5)، وMHS، و ATMS، وكذلك من المسابير ذات الاستبانة الطيفية العالية ذات الاستبانة الرأسية المحسنة (AIRS، وIASI، و CrIS). وتكمل قياسات الاحتجاب الراديوي الخالية من التحيز الآن نظما أخرى من خلال دقة عالية واستبانة رأسية ذات تأثير ملحوظ على التنبؤ العددي بالطقس (NWP). وقد أظهرت بيانات البحوث المستمدة من ليدار الرياح Aeolus Doppler فائدة في النظم التشغيلية، مما يؤكد الحاجة إلى مهمة تشغيلية توفر معلومات عن الرياح الرأسية عالية الاستبانة.

والمكونات الحديثة لتمثل البيانات في نظم التنبؤ العددي بالطقس قادرة على استخدام الرصدات السينوبتيكية والأنسيوبتيكية استخداما فعالا. وقد يسرت هذه الطرائق استخلاص المعلومات من السلاسل الزمنية من السواتل المنخفضة المدار بالنسبة للأرض والمدار الثابت بالنسبة للأرض، والطائرات، والمحطات السطحية الأوتوماتية، ومن قياسات السحب والهطول والأوزون وما إلى ذلك. وتستمد أعلى فائدة من الرصدات المتاحة قرب الوقت الحقيقي. ولا تنشر حاليا على نطاق العالم عدة أنواع من بيانات القياس الموقعي ورادارات سقوط الأمطار. ومن شأن تبادل هذه الرصدات في الوقت شبه الحقيقي أن يقدم معلومات إضافية إلى نماذج التنبؤ العددي بالطقس، لا سيما عن رطوبة التربة، وعمق الثلج أو المكافئ المائي (SWE) للغطاء الثلجي، وعصفات الرياح، والهطول (من مقاييس الأمطار والرادارات) وبيانات النظام العالمي لتحديد المواقع الأرضية القاعدة.

ويفرض التوصيف الدقيق لسطح اليابسة والغلاف الجليدي تحديات محددة: (أ) التمثيل النموذجي للعمليات الصغيرة النطاق التي تؤثر على الجليد البحري، (ب) والثلوج، والهطول الصلب، والسحب المختلطة الطور والطبقات المتاخمة المستقرة، بما في ذلك الطبقات الجبلية المتاخمة، وأوجه عدم اليقين المرتبطة بها، (ب) محدودية توافر رصدات الثلج والجليد وصيانتها/ جودتها وتبادلها في الوقت الحقيقي، (ج) التمثل دون المستوى المتوسط (عادة فوق الأسطح المغطاة بالثلوج والجليد) للبيانات الكبيرة؛ أحجام من السواتل القطبية المدار نتيجة لخصائص الإشارات الملتبسة وأخطاء النماذج المنهجية الأكبر مما كانت عليه في خطوط العرض المنخفضة، (د) و(د) الافتقار إلى نواتج ساتلية تقيس بدقة في المناطق الجبلية العالية الهطول الصلب، وعمق الثلج أو الهطول SWE للغطاء الثلجي، وتغير كتلة الأنهار الجليدية، والتربة الصقيعية في جميع خطوط العرض، (ه) ومواصلة التنسيق لتحقيق أقصى قدر من فوائد رصدات الغلاف الجليدي من الفضاء باستخدام الرادار ذو الفتحة التركيبية.

حددت أوساط التنبؤ العددي بالطقس الأولويات الهامة التالية لتحسين نظم الرصد وبثها على الصعيد العالمي:

1. المقاطع الرأسية لمتجه الرياح الأفقي (u,v) على جميع المستويات خارج المناطق الرئيسية المأهولة بالسكان، لا سيما في المناطق المدارية، ومناطق المحيطات، وفي الستراتوسفير؛
2. جانبيات درجة الحرارة والرطوبة ذات الاستبانة الرأسية الكافية في المناطق الغائمة، لا سيما فوق القطبين والمناطق البرية القليلة السكان حيث لا يزال استخدام البيانات الساتلية صعبا؛
3. توافر عدد أكبر من أنواع القياسات السطحية القاعدة والبيانات الرادارية التي تعد ولكن لا تنشر عالميا في الوقت المناسب وتوزيعها على نطاق أوسع؛
4. زيادة تغطية بيانات الطائرات، لا سيما من جانبيات صعود الطائرات وهبوطها في المناطق المدارية؛
5. النشر العالمي لقياسات المسابير الراديوية عالية الاستبانة بالشفرة BUFR مع معلومات مفصلة عن المكان الزمني من جميع مواقع المسابير الراديوية؛
6. رصدات أكثر سمكا للجليد البحري، وكذلك رصدات من المنطقة القطبية الشمالية والغلاف الجليدي بوجه عام بشأن عمق الثلج والمكافئ المائي للغطاء الثلجي؛
7. يلزم إجراء مزيد من رصدات المحيطات (درجة حرارة سطح البحر، وملوحة سطح البحر، وقياسات المقاطع الجانبية) وقياسات المحيطات قرب السطح؛
8. زيادة التغطية المكانية والزمنية (الفترة المستهدفة لأخذ العينات وهي ساعة واحدة) لبعض الرصدات الساتلية، مثل السبر بالموجات الدقيقة والسبر بالأشعة تحت الحمراء الفائقة الطيفية.

**2.1.2 التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا**

ومن أجل تقديم تنبؤات على نطاقات زمنية دون فصلية إلى عقدية في نطاق يتراوح بين أسبوعين و10 سنوات، تستخدم عموما نماذج مقترنة تماما من المحيطات إلى اليابسة والغلاف الجوي. وكما هو الحال في التنبؤ بالطقس، تعطي تنبؤات المجموعات التي تستخدم هذه النماذج المتقارنة تنبؤات بالمخاطر الاحتمالية للظواهر المناخية. وفي بعض الأجزاء تكون متطلبات التنبؤات دون الفصلية إلى التنبؤات الأطول أمدا (SSLP) هي في جوهرها نفس متطلبات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي. ولذلك، يركز الفريق SOG من SSLP على العناصر المهمة لإعداد تنبؤات النطاق دون الفصلي إلى التنبؤات الأطول أمدا، والتصديق عليها ومعايرتها.

إن قدرات الرصد في المناطق القطبية والجبلية ضرورية لدعم تحسين بارامترات العمليات القطبية والجبلية، مثل تقنيات رصد جديدة، ونواتج استشعار عن بعد للتطبيقات، وإستراتيجيات جديدة لتصميم الشبكات وتمثل البيانات في التضاريس المعقدة، لتلبية احتياجات النظم المتقارنة للتنبؤ بالجليد الأرضي – الجوي – المحيطات – البحري، بما في ذلك الاستهلال للتنبؤات المتقارنة عبر الوصلات البينية. فعلى سبيل المثال، يواجه استيعاب رصدات الجليد البحري/ المحيطات في نظم تمثل البيانات من أجل تهيئتها تحديات بسبب النماذج الكبيرة وأوجه عدم اليقين الرصدية (مثل سمك الجليد البحري) والتفاعلات المعقدة المتعددة النطاق بين متغيرات الجليد البحري.

فيما يلي الفرص الرئيسية الملخصة في بيانات التوجيه لإدخال تحسينات على نماذج SSLP:

1. ونواتج درجة حرارة سطح البحر عالية الجودة والسريعة التسليم هامة جدا للتقدم في التنبؤات دون الموسمية إلى الموسمية. وفي الوقت الراهن، لا تكون الدقة والنطاق المكاني لهذه النواتج اليومية لدرجات الحرارة والنطاق SST كافيين إلا بشكل هامشي. وتوفر السفن والمحطات العائمة الراسية والمحطات العائمة المنساقة رصدات سطحية القاعدة بدقة مقبولة، ولكن التغطية والتواتر ضعيفتان أو هامشيتان فوق مناطق كبيرة.
2. تحسين تقدير الهطول فوق المحيطات.
3. تقدير دقيق للظروف الأولية لسطح اليابسة، مثل رطوبة التربة وخصائص الثلج، للتنبؤات على نطاق دون موسمي.
4. وأهباء الكبريتات الستراتوسفيرية التي تحقنها الانفجارات البركانية الكبيرة لها تأثير كبير على المناخ العالمي. ولذا، تتطلب التنبؤات دون الموسمية إلى العقدية توزيعا جغرافيا لأحمال الهباء الجوي باستبانة رأسية وشهرية تتراوح بين 1 و2 كم.

**2.1.3 عالي الاستبانةالتنبؤ العددي بالطقس**

تنتج نماذج التنبؤ العددي بالطقس عالية الاستبانة تنبؤات بالظواهر الجوية باستبانة أفقية من 1 إلى 5 كم. وهذه التنبؤات أكثر تفصيلا بسبب توصيفات أكثر واقعية لظواهر الغلاف الجوي من قبيل السحب والهطول. وتتاح التفاصيل الإضافية عن طريق شبكة حسابية أدق، ومواصفات أكثر تفصيلا للتضاريس، ووصفة وصفية أكثر دقة للعمليات الفيزيائية. وتحتاج النماذج إلى رصدات أكثر كثافة وأكثر تواترا لتحديد الظروف الأولية المفصلة على نحو ملائم. وكثيرا ما تتطلب خطط تمثل البيانات لنظم التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الخاصة بالموارد البشرية تحليلا متواترا، كل 6 أو 3 أو 1 ساعة، ومن ثم فإن الرصدات المتكررة تأخر تقديمها أقصر.

تستخدم نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الخاصة بالموارد البشرية نفس الرصدات التي يستخدمها التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي، بالإضافة إلى بعض نظم الرصد السطحية القاعدة المحلية، الموجودة غالبا فوق اليابسة مثل رادارات الطقس. وعلى وجه الخصوص، ستستفيد مخرجات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) في مجال الموارد البشرية من ما يلي

1. استخدام أفضل لرصدات السحب والهطول من رادار دوبلر للطقس، بما في ذلك أنواع الهطول المستنتجة من قياسات الاستقطاب؛
2. زيادة تغطية قياسات المقاطع الجانبية لدرجة الحرارة والرطوبة في الطبقة المتاخمة نظرا لأن هذا هو المكان الذي تكون فيه الاستبانة الرأسية النموذجية أعلى؛
3. زيادة تغطية بيانات الطائرات، لا سيما من جانبيات الصعود والهبوط بما في ذلك الرطوبة؛
4. مزيد من قياسات المتغيرات التي تصف سطح اليابسة، مثل رطوبة التربة وعمق الثلج؛
5. رصدات سطحية القاعدة زمنية ومكانية عالية الاستبانة في المناطق الحضرية، أو فوق البحر أو فوق المناطق المعرضة لظواهر الطقس شديدة التأثير؛
6. رصدات النظام العالمي لسواتل الملاحة الأرضية القاعدة (GNSS) التي تقدم معلومات عن العمود الكلي لبخار الماء؛
7. الاستخدام الكامل للرصدات الساتلية عالية الاستبانة المكانية، من المدارات ذات المدار الثابت بالنسبة للأرض والمدار المنخفض بالنسبة للأرض على حد سواء؛
8. بيانات المسبار بالأشعة تحت الحمراء الفائقة الطيفية عالية التردد من المدار الثابت بالنسبة للأرض؛
9. درجة حرارة سطح البحر عالية الاستبانة وعالية التردد، بما في ذلك تمثيل الجبهات والانحدارات القوية الناجمة عن عمليات الميزو البحري ودون المتوسط في المناطق الساحلية، وفي عمود النهر، وفي المرتفعات، والمناطق المرتفعة النشطة والمضطربة أثناء التنبؤ الآني والتنبؤ.

**2.1.4 التنبؤ الآني والتنبؤ قصير المدى جدا**

وتسمى التنبؤات للساعتين التاليتين التنبؤ الآني (NWC)، من ساعتين إلى 12 ساعة التنبؤ القصير المدى جدا (VSRF)، والتنبؤ القصير المدى الذي يتجاوز ذلك. وتستخدم تقنيات التنبؤ الآني استقراء الرصدات، مع تطبيق قواعد تجريبية لتعديل هذه الرصدات في المستقبل، مثل إزاحة خلايا العواصف الرعدية عن طريق تتبع المتجهات المشتقة. ومع تزايد مدة العمل السينوبتيكية وتولي بيانات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الاضطلاع بها. وتبعا للظواهر، يغطي التنبؤ الآني والتنبؤ المتناهي الصغر نطاقات مكانية تتراوح من ألفا الدقيقة (مئات الأمتار إلى كيلومترين) إلى الميزو- ألفا (2000-2000 كم). والنطاقات الزمنية تتراوح من بضع دقائق إلى 12 ساعة أو أكثر.

ويمكن تطبيق تقنيات التنبؤ الآني والتنبؤ مقابل الترددات الراديوية (VSRF) على ظواهر كثيرة. وتستخدم في أكثر الأحيان للتنبؤ بالعواصف الحملية مع الظواهر المصاحبة؛ سمات النطاق المتوسط المرتبطة بالعواصف خارج المدارية والمدارية؛ الضباب والسحب المنخفضة؛ وظواهر الهطول القسرية محليا؛ والطقس الشتوي (الثلج والجليد والصقيع المزني والعواصف الثلجية والهزات الثلجية)؛ حرائق الغابات والمناطق الملوثة بتلوث الهواء والحوادث الكيميائية أو المشعة. وتكون الاستبانة الأفقية للرصدات للتنبؤ بهذه الظواهر مقبولة في بعض المناطق المأهولة بالسكان ولكنها هامشية دون التغيب عن المناطق قليلة السكان وفوق البحار. وتصل مجموعة فرعية فقط من جميع الرصدات السطحية المتاحة إلى وقت مفيد للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs). أما البيانات المستمدة من شبكات رادارات الطقس فهي تتمتع باستبانة زمنية ومكانية عالية وتوفر معلومات هامة عن الهيكل الداخلي للعواصف الشديدة وحركتها، كما أنها ضرورية للكشف عن الطقس شديد التأثير في الوقت الحقيقي، ولكن مواقع الرادارات توجد في مناطق مأهولة بالسكان فقط ويجب تحسين تبادل البيانات عبر الحدود.

ومن الشائع الآن توليد المنتديات (VSRFs) باستخدام نماذج عالية الاستبانة للمناطق المحلية ونماذج إقليمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، بعضها مع دورات تحديث سريعة. وفي السنوات الأخيرة، يعتمد التنبؤ الآني والتنبؤ مقابل الترددات الراديوية (VSRF) أكثر فأكثر على تقنيات المزج التي تجمع بين العديد من مصادر البيانات (الرصدات الموقعية ورصدات الاستشعار عن بعد، والتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، وإحصاءات مخرجات النماذج (MOS)، والطبوغرافيا العالية الاستبانة، والقواعد الاستباقية) بطريقة مستمرة باستخدام أوزان تعتمد على المهل الزمنية، سواء القطعية أو الاحتمالية. وقد اجتذب استخدام الأساليب الحديثة القائمة على البيانات (الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق) واستخدام بيانات المصادر الحاشدة غير التقليدية (مثل بيانات الهواتف الذكية) تطبيقات التنبؤ الآني. كما يؤدي المتنبؤون البشريون دورا لا يقدر بثمن (لا يمكن تعويضه حاليا) في الأطر الزمنية اللازمة للتنبؤات الراديوية المتقابلة. وهذه الأطر الزمنية هي أيضا التي تستخدم فيها البيانات المستمدة من الشبكات "الشاملة" وحتى البيانات الرديئة النوعية للمساعدة على دعم التقدير البشري.

وتركز الفجوات الرئيسية في الرصدات التي نوقشت هنا على الاستخدامات غير استخدامات تمثل البيانات والتنميب العددي بالطقس التي سبق تغطيتها في الأقسام السابقة. وفيما يلي المقترحات المتعلقة بمعالجة الثغرات المتعلقة بالتنبؤ الآني ونماذج التنبؤ العددي بالعواصف (VSRF):

1. ويمكن استخدام بيانات إضافية من شبكات محلية كثيرة من شبكات الميزو، إذا أتيحت هذه البيانات على نطاق واسع. (بيانات وصور المصادر الحاشدة من أجل تحديد الآثار المتصلة بالطقس والتنبؤ بها الآني)؛
2. ينبغي تركيب مزيد من رادارات الطقس بالقرب من المناطق الحساسة، من قبيل المطارات والمرافئ والمدن، ولكن ليس على الفور فيها؛
3. وأجهزة رادارات راسمات الرياح التي توفر مرتسمات ذات دقة رأسية عالية على فترات أقل من ساعة – تقتصر تغطيتها الجغرافية على عدد قليل من مناطق العالم؛
4. وتوفر النظم الجديدة لليدار لقياس درجة الحرارة وسمات بخار الماء جانبيات رأسية دقيقة وعالية الاستبانة، ولكن الأجهزة العاملة حاليا قليلة جدا؛
5. وتتوافر غالبا شبكات استكشاف البرق الأرضية القاعدة ذات الكفاءة الجيدة للكشف في البلدان المتقدمة فقط - ومن المحتمل أن تسد الأدوات الفضائية القاعدة للكشف عن البرق الثغرات الموجودة في تشغيل السواتل التابعة للفريق المخصص المعني برصدات الأرض (GEO) التي أطلقت مؤخرا مثل الساتلين GOES وFY (وسرعان ما توجد أيضا MTG)، ولكن ليس لديها حتى الآن تغطية عالمية كاملة للكشف عن البرق في المدار الثابت بالنسبة للأرض؛
6. الرصدات القائمة على الطائرات: تتاح مرتسمات دقيقة لنظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR) من الصعود والهبوط من المنطقة المجاورة للمطارات ذات التغطية المكانية والزمنية الجيدة، وتتاح رصدات النظام AMDAR على مستوى الطيران من مسارات الطيران الرئيسية؛ وتستكمل رصدات النظام (AMDAR) بشكل متزايد ببيانات الطائرات الواردة من النظم المنظمة لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) وإدارة الحركة الجوية (ADS-C) والمراقبة التابعة الأوتوماتية للأرصاد الجوية (ADS-B/Mode-S)؛
7. البيانات الساتلية: السواتل السريعة التصوير على متن سواتل ثابتة المدار بالنسبة للأرض معاينة لسطح الأرض بمعدل إطار 2 ms أمر بالغ الأهمية للتنبؤ الآني، ولكنها ليست متاحة تماما لجميع السواتل الثابتة بالنسبة للأرض. ويوفر الجيل الجديد من السواتل الثابتة بالنسبة للأرض أيضا رصدات للبرق تقترن بالبيانات التصويرية التي يمكن أن تخفف من الافتقار إلى الرصدات الرادارية. وينبغي استكشاف هذه الإمكانية بالكامل.

**2.1.5 الأرصاد الجوية للطيران**

تدعم خدمات الأرصاد الجوية للطيران سلامة الحركة الجوية وكفاءتها وقدرتها على نطاق العالم مما يسفر عن فوائد اقتصادية وبيئية. المتطلبات الأساسية مبينة في المرفق 3 لاتفاقية الطيران المدني الدولي، وخدمات الأرصاد الجوية لأغراض الملاحة الجوية الدولية. للأرصاد الجوية للطيران دور عالمي، حيث يتراوح مستخدماه من الطيارين ومراقبة الحركة الجوية وإدارتها إلى مكاتب إرسال الخطوط الجوية وكذلك سلطات المطارات. النظام العالمي للتنبؤات المساومة (WAFS) التابع لمنظمة الطيران المدني الدولي هو واحد من العديد من المرافق والخدمات اللازمة بموجب المرفق 3 لمنظمة الطيران المدني الدولي. يحدد النظام العالمي لتنبؤات المنطقة (WAFS) التنبؤات التي سيصدرها بأشكال متعددة مركزان عالميان لتنبؤات المنطقة (WAFCs) تعينهما الإيكاو، لندن وواشنطن. تستمد التنبؤات العالمية من النظام العالمي للتنبؤات المسائية (WAFS) التي تنتجها المراكز العالمية لتنبؤات المنطقة باستخدام مزيج من الرصدات الأرضية القاعدة والسواتل فضلا عن نماذج التنبؤ العددي بالطقس. وتشمل أنواع المرافق والخدمات الأخرى اللازمة بموجب المرفق 3 لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) توفير رصدات وتقارير وتنبؤات وإنذارات وإنذارات جوية في المطارات (على سبيل المثال لا الحصر)، وتقديم معلومات عن حدوث أو توقع حدوث أحوال جوية خطرة في المجال الجوي أثناء الطريق (المعروف بتقارير الظواهر الجوية الخطيرة). وفي بعض البلدان تكمل هذه المرافق والخدمات بالتنبؤ الآني وأساليب التنبؤ على المدى القصير جدا. ترد متطلبات المستخدمين في قاعدة بيانات المنظمة (WMO) لتحليل واستعراض قدرات نظم الرصد (OSCAR).

وفيما يتعلق بالتنبؤات والإنذارات في المناطق الطرفية الأوسع نطاقا، فإن القياسات السطحية القاعدة وتكنولوجيا الاستشعار عن بعد الأرضية القاعدة يمكن أن تلبي المتطلبات. وهذه الخدمات مستقاة بالنسبة للمراكز الكبيرة في البلدان المتقدمة النمو، ولكن ارتفاع تكاليفها يعيق توافر الخدمات العامة والعالمية. وقد تحسن آليات تطوير القدرات على النحو الموضح في [الفصل 4](#_4._Capacity_development) من هذه الوثيقة الوضع في البلدان النامية.

يحتاج المستخدمون في المطارات الدولية الكبيرة إلى تنبؤات وتحذيرات جديدة للمطارات فيما يتعلق بمناطق الاقتراب والمغادرة الأوسع نطاقا. وتشمل التحديات في عمليات الرصد ومن ثم التنبؤ والإنذار الخاصة بالطيران رصد قص الريح/ عصفات الريح/ الاضطرابات والرماد البركاني وتركيز SO2 وانخفاض الرؤية. وسيطلب من شبكات Meso، بما في ذلك الكشف عن البرق، ورادارات ليدار ودوبلر ذات وظيفة الاستقطاب الثنائي المقترنة خوارزميات التنبؤ الآني لهذه المطارات.

ويسفر تطور احتياجات المستخدمين وتغير البيئة التشغيلية عن الانتقال التدريجي من الرصدات البشرية إلى الرصدات المؤتمتة تماما في المطارات.

في بعض البلدان، قد يكون إنتاج تقارير الأرصاد الجوية الروتينية والخاصة (METAR و SPECI)، عن طريق الرصدات البشرية أو الرصدات المؤتمتة تماما، هو المصدر الوحيد للرصدات السطحية (الأرضية القاعدة) المنتظمة والموثوقة والعالية الجودة، أي أنها قد لا تكون مكملة لتوافر تقارير الرصد السطحي الصادرة من الطائرات (SYNOP). السياسة السائدة تقضي بأن لا تتاح خدمات الأرصاد الجوية التي تشمل جميع الرصدات والتقارير والتنبؤات والإنذارات والتحذيرات الداعمة للملاحة الجوية الدولية والتي تخضع للمراقبة تحت رعاية اتفاقية منظمة الطيران المدني الدولي التي قد تخضع لاسترداد التكاليف على الصعيد الوطني أو المتعدد الجنسيات إلا في خدمة اتصالات الطيران الثابتة (AFS). ونتيجة لذلك، فإن تقارير METAR/SPECI وغيرها من أنواع الرصدات/ التقارير الجوية من قبيل التقارير الجوية الخاصة (AIREP) غير مدرجة في النظام WIGOS.

**2.1.6 الطقس الفضائي**

الطقس الفضائي هو الحالة الفيزيائية والفينومينولوجية للبيئة الفضائية الطبيعية بما في ذلك الشمس، والرياح الشمسية، والغلاف المغنطيسي، والأيونوسفير، والثرموسفير، وتفاعله مع الأرض. تنشأ اضطرابات الطقس الفضائي من الشمس أثناء انتشارها من خلال الوسائط فيما بين الكواكب قبل أن تصل إلى الفضاء القريب من الأرض، وتزعج الغلاف المغنطيسي والأيونوسفير وتؤثر على المجال المغنطيسي للأرض. يمكن أن تؤثر ظواهر الطقس الفضائي سلبا على البنى التحتية والتكنولوجيات الحيوية العاملة في الفضاء وعلى الأرض.

وتتأثر أنواع متعددة من البنية التحتية التكنولوجية الحديثة بالطقس الفضائي. ومن بين هذه التكنولوجيات الهشة السواتل، والملاحة والاتصالات، وشبكة الطاقة الكهربائية وعمليات خطوط الأنابيب، والطيران وغيرها. وقد حددت بداية خدمة الطقس الفضائي التشغيلية لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) في تشرين الثاني/ نوفمبر 2019 متطلبات جديدة ذات أولوية عالية لتوفير البيانات باستمرار في الوقت شبه الحقيقي وإصدار التنبؤ الآني القائم على الظواهر والتنبؤ بالآثار على بعض هذه التكنولوجيات وعلى الطيران. إن قوة القياسات واستمراريتها بعيدتان كل البعد عن أن تكون كافية لتلبية الطلبات القائمة.

تقدم خدمات الطقس الفضائي كجهود وطنية ومن اتحادات ومنظمات متعددة الجنسيات. ويعمل المرفق الدولي للبيئة الفضائية كمظلة لمراكز الطقس الفضائي الموجودة في بلدان مختلفة. واليوم، تعتمد خدمات الطقس الفضائي على كل من المرافق التشغيلية والبحثية، الأرضية القاعدة والفضائية القاعدة على حد سواء، غير المتكاملة تماما في شبكات رصد منسقة قادرة على توفير بيانات في الوقت شبه الحقيقي للأغراض التشغيلية. ويصف تحليل الثغرات في "بيانات التوجيه لخدمات الطقس الفضائي" المتطلبات التشغيلية لست فئات، أي الشمس، والرياح الشمسية، والهليوسفير، والجسيمات النشطة في بيئة قريبة من الأرض، والآيونوسفير، والغلاف الحراري، والمجال المغنطيسي الأرضي. انظر القسم 2، الرصدات الشمسية، من [بيان التوجيهات](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZTGPBpj9NtEhM55X59DA0kB16jfthKqZxtbHagFvKPd9w?e=MimnYZ) للاطلاع على التوصيات بشأن كيفية معالجة الثغرات المحددة.

**2.1.7 تطبيقات المحيطات**

وقد استمدت هذه التوصيات من نسخة أولية لوثيقة الفريق (SOG) أعدت في عام 2016 وحدثتها في عام 2021 فرقة العمل المعنية بتقييم نظام رصد المحيطات (OCOS). وتشمل التحديات الرئيسية رصد الكيمياء الجيولوجية الحيوية للمحيطات على نطاق عالمي، والرصدات المكانية عالية الاستبانة، والرصدات الساحلية.

1. ويوفر الساتل معلومات أساسية عن حالة سطح البحر لتقييد نماذج التنبؤ بالمحيطات الخاصة ب "المحيط الأزرق"، ولا سيما فيزياء المحيطات بما في ذلك الأمواج. معلومات عن الارتفاع الكبير للأمواج، التيارات الجيوستروفية، وارتفاع مستوى سطح البحر، ودرجة الحرارة، والملوحة منذ فترة قريبة. وتستمد السمات المتوسطة النطاق من الساتل على نطاق عالمي باستبانة متزايدة دائما. ومن أجل قياس الارتفاعات بواسطة السواتل، يلزم مزيج من عدة أدوات للحصول على استبانة مكانية مرضية (أي <100 كم وحتى أقل بالنسبة للمناطق الساحلية). ولا تزال الاستبانة الخاصة بمنتجات قياس الارتفاع في المناطق الساحلية غير كافية. والجيل التالي من قياس الارتفاع القائم على رصد الرقعة العريضة (مثلا، طبوغرافية المياه السطحية والمحيطات (SWOT)) واعد لهذه الأغراض ويوفر رصدا باستبانة أعلى (<50 كم).
2. وبوجه عام، هناك حاجة شديدة إلى الاستخدام التآزري للبيانات المستمدة من البعثات الساتلية والمنصات السطحية القاعدة من أجل إعداد نواتج دقيقة للمحيطات. فعلى سبيل المثال، ثمة حاجة إلى قياسات من المحطات العائمة المنساقة ومقاييس المد والجزر، وملوحة سطح البحر، ودرجة الحرارة، والبيانات الإشعاعية لدعم تطوير نواتج عالية الجودة لقياس الارتفاع ولون المحيط وملوحة المحيطات. وهذا التنسيق لا يزال غير كاف. وهذا الأمر بالغ الأهمية بشكل خاص في بعض المناطق مثل المناطق الساحلية والمحيط القطبي.
3. وديناميات المحيط الساحلي تحكمها بقوة حدودها العرضية. ويمكن أن تتأثر جودة التنبؤات الخاصة بالمحيطات تأثرا سلبيا بفعل التأثير القسري باستبانة غير كافية. ومن شأن وجود معلومات عالية الاستبانة عن الحرارة والماء وتدفق المغذيات من الغلاف الجوي والأراضي أن تحسن أداء نظم التنبؤ الساحلية. وبالنسبة لحساب أمواج المحيطات، فإن دقة بيانات الرياح السطحية الساتلية غير كافية، لا سيما في نطاق سرعة الرياح العاصفة. ويمكن رصد الديناميكيات الساحلية عن طريق رادار عالي التردد يقيس التيارات السطحية.
4. ويتم تمثيل تركيز الجليد البحري الذي ترصده مقاييس الإشعاع بالموجات الصغرية الساتلية مثل SSMI/SSMIS of AMSRE/AMSR2، وما إلى ذلك في نظم التنبؤ دون الفصلية إلى نظم التنبؤ الأطول أجلا، ويكون له تأثير بالغ الأهمية على التقديرات الدقيقة لحالة الجليد البحري الأولية. والقدرة الحالية للرصد خلال موسم التجمد كافية إذا أخذت في الاعتبار الجودة الحالية لنظم التنبؤ دون الموسمية إلى نظم التنبؤ الأطول أجلا. وتشير بعض الأبحاث إلى أن تمثل سمك الجليد البحري فعال لتحسين التنبؤات بمدى الجليد البحري في مواسم ذوبان الجليد.
5. أخذ عينات كل 6 ساعات لقياسات مقياس التشتت للرياح السطحية.
6. تتحسن جودة التنبؤ بالمحيطات بسطح البحر إذا استوعبت نماذج المحيطات البيانات السطحية ودون السطحية. أدى ظهور منصات مستقلة مثل نظام Argos ومحطات الطائرات الشراعية والمحطات العائمة والمحطات العائمة الراسية إلى تحسين جودة التنبؤات بالمحيطات التي تقدم الرصدات بنسق (N)RT. وعلى وجه الخصوص، تفيد المنصات المستقلة التي تكشف عن الجليد البحري بشكل خاص في المحيط القطبي حيث تعوق فجوة الرصد (في الوقت الحقيقي) موثوقية التنبؤات بالجليد البحري مما يؤثر على التنبؤ العددي بالطقس (NWP).
7. وخلال العقد المقبل، من المتوقع حدوث طفرة في القاعدة (دون) السطحية القاعدة (مثلا، المحطات العائمة ومنصات الطيران الشراعية التابعة للبوابة BGC) والرصد الأحيائي الكيميائي الساتلي، مما يعزز قدرات التنبؤ في "المحيط الأخضر" (الكيمياء الحيوية والنظام الإيكولوجي).

**2.1.8 مراقبة المناخ**

والنظام العالمي للرصدات المناخية، السطحية القاعدة والسواتل على حد سواء، يوفر فوائد كثيرة لجميع البلدان والمجتمع. وهي تدعم مخرجات النماذج والتنبؤات والإسقاطات العالمية. وتستخدم نظم الإنذار في حالات الطوارئ نماذج ورصدات محلية مضمنة في نظام نمذجة عالمي وكثيرا ما يستخدم التخطيط نماذج مقلصة من النتائج العالمية. السياسة المتعلقة بالمناخ تحركها البيانات: إن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) عملية علمية تستخدم تقييمات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) لحالة المناخ استنادا إلى الرصدات المناخية فضلا عن تقارير قائمة على الرصدات عن حالة المناخ. ويتطلب تأمين نظم الرصد اللازمة لمراقبة نظام الأرض على المدى الطويل وتوسيع نطاقها بذل جهود كبيرة والتعاون على جميع المستويات، بما في ذلك المنظمات الدولية والوكالات الوطنية والدوائر العلمية.

وكثير من المتطلبات الرئيسية لمراقبة المناخ مماثلة للمتطلبات المحددة للتطبيقات الأخرى (انظر أعلاه). ومع ذلك، تتجاوز متطلبات المناخ عادة متطلبات التنبؤ بالطقس إلى حد كبير نظرا إلى الحاجة إلى مستويات عالية من الدقة والاتساق للكشف عن التغيرات الطويلة الأجل المضمنة في التغيرات اليومية والموسمية والمتعددة السنوات. تلزم بيانات الرصد التاريخية من مصادر موزعة توزيعا جيدا في جميع أنحاء العالم لتحديد الاتجاهات الطويلة الأجل اللازمة لفهم التغيرات المناخية في المستقبل والتخطيط لها بشكل أفضل. كما أن الرصدات التاريخية ضرورية لإعادة تحليل المناخ، مع تحقيق فوائد متعددة لمراقبة المناخ وتطبيقاته، بما في ذلك التكيف معه. وأخيرا، يتطلب رصد المناخ مجموعة من الرصدات تشمل أيضا الرصدات الأرضية والمحيطية. ويحدد النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) حاليا 54 متغيرا مناخيا أساسيا (ECV) تسهم بشكل حاسم في تحديد خصائص مناخ الأرض.

ولذا، تشمل المتطلبات الرئيسية لمراقبة المناخ ما يلي:

1. دعم مستمر طويل الأجل لنظام عالمي لرصد المناخ؛
2. الرصدات المرجعية: أنشأ النظام العالمي لرصد المناخ شبكة الهواء العلوي المرجعية للنظام العالمي لرصد المناخ (GRUAN) وهو بصدد إنشاء شبكة مرجعية سطحية تابعة للنظام العالمي لرصد المناخ (GSRN) بالاشتراك مع المنظمة (WMO)؛ وأحرز خلال السنوات الأخيرة تقدم كبير في تنفيذ الشبكة (GRUAN) فقد توسعت الشبكة كثيرا لتشمل عدة محطات في مناطق كانت سابقا ممثلة تمثيلا ناقصا بما في ذلك أول محطة في المناطق المدارية وفي المنطقة القطبية الجنوبية؛
3. الإشراف على البيانات وحفظها والوصول إليها: للحفاظ على السجل الأساسي للبيانات المناخية، لا بد من الإشراف المناسب على البيانات وأرشفتها والوصول إليها؛ وإن إنقاذ البيانات من النسخ الورقية أو الأشكال الرقمية العاتية أمر ضروري لضمان أطول سلسلة زمنية ممكنة من سجل البيانات الأساسية؛
4. وتبادل الملخصات اليومية والشهرية (رسائل CLIMAT و DAILY-CLIMAT) وبيانات كل من البيانات التاريخية وبيانات مراكز التدريب الوطنية التي يجمعها الأعضاء؛
5. وإدراج رصدات العديد من المتغيرات المناخية الأساسية الأرضية والمحيطية الإضافية التي لا تقاس عادة في المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs).

وسينشر تقرير الحالة للنظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) لعام 2021 في تشرين الأول/ أكتوبر 2021، ويقدم معلومات أكثر تحديدا عن الثغرات القائمة. والنتائج الرئيسية بشأن الثغرات القائمة في هذا التقرير هي:

1. لا تزال هناك ثغرات في التغطية العالمية للرصدات الموقعية: فالرصدات السطحية القاعدة فيما يتعلق بجميع المتغيرات المناخية الأساسية تقريبا ناقصة باستمرار فوق مناطق معينة، لا سيما أجزاء من أفريقيا، وأمريكا الجنوبية، وجنوب شرق آسيا، والمحيط الجنوبي، والمناطق المغطاة بالجليد.
2. ولا تزال عمليات الرصد الموقعية على الجليد تشكل تحديا بسبب الصعوبات اللوجستية.
3. ولا تزال توجد ثغرات كبيرة في رصدات المحيطات، لا سيما على طول الحدود القارية، والمحيطات القطبية، والبحار الحدية. والقياسات تحت سطح المحيطات بالغة الأهمية لمراقبة النظام المناخي والتنبؤ به. والقرار بتوسيع نطاق برنامج Argo (المحطات الطافية لملامح المحيطات) ليشمل العمود المائي الكامل والجليد البحري، بما في ذلك المتغيرات البيولوجية الكيميائية، يعالج هذا التحدي، ولكن يلزم مواصلة الجهود.
4. وتشمل الثغرات في الرصدات الساتلية انخفاض أوزون التروبوسفير لتكملة التغطية المحدودة للرصدات السطحية وتحديد الاتجاهات، وأداة تقيس ملامح الميثان الستراتوسفيرية على الصعيد العالمي.
5. ولا تمول رصدات العديد من المتغيرات (ECVs) تمويلا مستداما. وتعتمد عمليات الرصد من قبيل تكوين الغلاف الجوي، التربة الصقيعية، وأعماق المحيطات على تمويل قصير الأجل بدون ضمان التشغيل على المدى الطويل.

وستبدأ أفرقة النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، وهي الفريق AOPC، وOOPC، و TOPC، المناقشة لاقتراح إجراءات لتحسين النظام العالمي لرصد المناخ ومعالجة الثغرات المحددة في تقرير الحالة. وستدرج الإجراءات المحددة في النسخة المقبلة من خطة تنفيذ النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، التي ستنشر في تشرين الأول/ أكتوبر 2022.

**2.1.9 تكوين الغلاف الجوي**

ويوفر عنصر الرصد في برنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي معلومات عالمية عن التكوين الكيميائي والخصائص الفيزيائية ذات الصلة للغلاف الجوي. وتدعم هذه الرصدات تطبيقات متعددة، وهي ضرورية للحد من المخاطر البيئية على المجتمع، ولاستيفاء متطلبات الاتفاقيات البيئية، وتعزيز القدرات على التنبؤ بجودة الهواء والمناخ والطقس، والمساهمة في التقييمات العلمية الداعمة للسياسة البيئية[[5]](#footnote-6). وتساعد المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) البلدان الأعضاء في رصد وتبادل بيانات تكوين الغلاف الجوي. تكوين الغلاف الجوي وتغيراته له تأثيرات متعددة على حياتنا وبيئتنا. ويوثق تغير تركيزات غازات الاحتباس الحراري توثيقا جيدا من خلال الرصدات. توزع البيانات المستمدة من الشبكة العالمية لرصدات غازات الاحتباس الحراري في المركز العالمي لبيانات غازات الاحتباس الحراري (WGCGG) الذي تستضيفه الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية. وتستكمل هذه الشبكة العالمية بالبيانات المستمدة من المشاريع التي يضطلع بها [نظام المعلومات العالمي المتكامل لغازات الاحتباس الحراري](https://ig3is.wmo.int/) التابع للمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)، الذي ينظر إلى توزيع غازات الاحتباس الحراري باستبانة مكانية وزمنية أعلى لدعم تقديرات الانبعاثات دعما لأهداف مختلفة (من النطاق الحضري والمرفقي إلى المستوى الوطني). ويرد تصميم شامل للشبكة لدراسات دورات الكربون في استراتيجية الكربون العالمية لرصد الأرض (GEO). وإضافة إلى ذلك، أعدت الكوكبة الافتراضية لتكوين الغلاف الجوي التابعة للجنة السواتل لرصد الأرض (CEOS) [ورقة بيضاء](https://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/ACC/Documents/CEOS_AC-VC_GHG_White_Paper_Version_1_20181009.pdf) تصف كيفية إدماج تقديرات ثاني أكسيد الكربون والميثان من أجهزة الاستشعار الفضائية القاعدة في نظام عالمي لمراقبة الكربون. وتمكن عمليات رصد غازات الاحتباس الحراري من تتبع التغيرات في العوامل المناخية، وتحديد بؤر الانبعاثات، ووضع أهداف للحد من الانبعاثات، وتقييم التقدم المحرز أو اتخاذ مزيد من إجراءات الهجرة بموجب اتفاق باريس.

وقد أظهرت رصدات الأوزون نجاح المعاهدة وبدء استعادة طبقة الأوزون منذ عام 2000 ([التقييم العلمي لعام 2018](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5704)[[6]](#footnote-7)). وتشير التقديرات إلى أن سوء نوعية الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي، الناجم عن ارتفاع مستوى الملوثات الجوية، يتسبب في وفاة سبعة ملايين شخص مبكرة سنويا (منظمة الصحة العالمية، 2016). والبيانات المتعلقة بوفرة الأهباء الجوية والغازات المتفاعلة أساسية لتحديد التهديدات الصحية الحادة وتستخدم في تقديرات عبء المرض العالمي (Shaddick et al., 2021[[7]](#footnote-8)). وتقديم هذه البيانات في الوقت شبه الحقيقي أمر بالغ الأهمية لتحسين دقة التنبؤات التي يمكن استخدامها لإصدار إنذارات وتوجيه تدابير التخفيف. وتستخدم الرصدات أيضا لوضع تدابير سياساتية تتناول الملوثات الجوية، ورصد الامتثال وتقييم أثر هذه التدابير (Maas, R., P. Grennfelt (eds, 2016[[8]](#footnote-9)).

وعلى الرغم من تزايد شبكة الرصدات الخاصة بالمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)، لا تزال هناك ثغرات هامة (Laj et al., WMO Bulletin Vol 68 (2) – 2019). لا توجد بنية تحتية للرصد في مناطق واسعة من العالم. وعلاوة على ذلك، لا يجري تبادل بعض الرصدات وبالتالي فهي غير متاحة للمجتمع الدولي، إما من خلال المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) وإما من خلال آليات أخرى.

وفي حين أن تغطية البيانات وتوافرها يمثلان تحديات واضحة، فإن جودة بيانات الرصد جانب آخر يجب النظر فيه. وليس لبعض الرصدات بيانات شرحية تصف جودة البيانات التي تحول دون استخدامها استخداما كاملا. متطلبات الرصد لا تنطبق على جودة بيانات الرصد الأولية فحسب. كما أنها تحدد جودة المنتجات والخدمات النهائية التي تستند إليها، وإلى حسن التوقيت الذي توفر به.

**تشمل مراقبة تكوين الغلاف الجوي** التطبيقات المتعلقة بتقييم توزيعات التغيرات في تكوين الغلاف الجوي وتحليلها، زمنيا ومكانيا، على النطاقات الإقليمية إلى العالمية. وتدعم هذه التطبيقات التقييمات العلمية ودراسات العمليات وتتطلب درجة ضئيلة جدا من عدم اليقين فيما يتعلق بالبيانات وتمثيل البيانات على الصعيد العالمي أو الإقليمي، في حين أن التأخير في تقديم البيانات يمكن أن يكون كبيرا إلى حد ما لضمان جودة عالية للرصدات. وثمة أوجه تآزر مع استراتيجية الرصد للنظام العالمي لرصد المناخ ([GCOS)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3417)  والمقررات المناخية الأساسية للمراقبة العالمية التابعة له.

وفيما يتعلق بالأوزون، أشار اجتماع مدير بحوث الأوزون لعام 2021 إلى ضرورة إصلاح المراقبة المنتظمة والطويلة الأجل وتوسيع نطاقها حيثما تحدد الاحتياجات العلمية بوضوح. والمناطق الرئيسية هي مناطق تبادل التروبوسفير - الستراتوسفير، من قبيل مناطق الموسميات، وجنوب شرق آسيا، والقارة البحرية، والمناطق الجبلية. وينبغي أيضا توجيه قياسات الأوزون والأشعة فوق البنفسجية للمناطق التي تشح فيها البيانات (مثل أمريكا الجنوبية وأفريقيا وآسيا)، وفي المنطقة الواقعة بين المناطق المدارية للكشف الدقيق عن تغيرات دوران Brewer-Dobson وغيرها من ظواهر النقل.

وتتطلب متطلبات التغطية العالمية لمراقبة طائفة واسعة من متغيرات تكوين الغلاف الجوي استخدام منصات ساتلية لرصدات شاملة ومتسقة. ولا يزال الجمع القائم بين محطات المراقبة الأرضية القاعدة وبيانات الاستشعار عن بعد غير كاف لتحديد مصادر العديد من مكونات الغلاف الجوي ونقلها في الغلاف الجوي تحديدا دقيقا.

وقد استحدثت عملية مراقبة عالمية لغازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، من قبيل ثاني أكسيد الكربون والميثان، لدعم مراقبة المناخ، تعزز الأصول المستمدة من التنبؤ العددي بالطقس (NWP) والبيانات الساتلية لغازات الاحتباس الحراري التي جمعت من سواتل رصد حديثة لغازات الاحتباس الحراري (مثل GOSAT، و OCO-2، وTROPOMI). وقد أصبحت القدرة قد أصبحت ناضجة بشكل متزايد، وتنتج النواتج من خلال مراكز النمذجة/ تمثل البيانات الرئيسية مثل المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (CAMS) والمكتب العالمي للنمذجة والاستيعاب التابع لوكالة ناسا (GEOS).

وتنفيذ اتفاق باريس سيتطلب من البلدان والكيانات دون الوطنية (مثل المدن الضخمة) اتخاذ إجراءات للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بطريقة مثلى. ولمساعدتهم في الوفاء بالتزاماتهم، شرعت المنظمة (WMO) في إعداد [نظام المعلومات العالمي المتكامل لغازات الاحتباس الحراري](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10034) (IG3IS). ويجمع النظام (IG3IS) بين قياسات دقيقة للغلاف الجوي وبيانات محسنة عن النشاط الاجتماعي - الاقتصادي وتحليلات نموذجية لتوفير معلومات لحصر البناة دعما لجهودهم الرامية إلى تجميع تقارير حصر الانبعاثات على الصعيد الوطني والإبلاغ عنها والحد من عدم التيقن الذي تشوب تقارير حصر الانبعاثات على الصعيد الوطني المقدمة إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC).

ويعتمد النظام (IG3IS) على شبكات القياس القائمة والمخطط لها السطحية القاعدة، والرصدات من الجو والسواتل، وأطر النمذجة، ونظم تمثل البيانات، وتحسينها للمساعدة على سد الثغرات الرئيسية في تلك النظم. وسيدمج النظام (IG3IS)، عاملا مع لجنة السواتل لرصد الأرض (CEOS) لفريق تنسيق السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (CGMS)، القياسات السطحية والقياسات المحمولة جوا لثاني أكسيد الكربون والميثان مع القياسات المستمدة من أجهزة الاستشعار الفضائية القاعدة المتاحة والمخطط لها لإعداد نموذج أولي، وناتج عالمي لتدفق ثاني أكسيد الكربون والميثان في الوقت المناسب لدعم بناة الجرد في إعداد قوائم جرد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري من أجل التقييم العالمي لعام 2023.

**يغطي التنبؤ بتغير تكوين الغلاف الجوي** والظواهر البيئية الناجمة عنه التطبيقات من النطاق العالمي إلى النطاق الإقليمي، باستبانة أفقية مماثلة للتنبؤ العددي العالمي بالطقس (حوالي 10 كم وأخشن)، ومتطلبات صارمة في التوقيت (قرب الوقت الحقيقي). وقد يكون عدم التيقن من هذه الرصدات أعلى مما هو الحال في حالة الرصد. وتشمل هذه التطبيقات دعم العمليات من قبيل نوعية الهواء والتنبؤات الكيميائية بالطقس، والإنذارات بالعواصف الرملية والترابية، وتشتت أعمدة البراري، والتنبؤ بالضباب السديمي. وثمة روابط وتآزر واضحان مع كثير من تطبيقات التنبؤ العددي بالطقس.

وأصبح التنبؤ العددي بخصائص جسيمات الهباء الجوي نشاطا هاما في العديد من مراكز البحوث ومراكز الطقس التشغيلية. ويرجع ذلك إلى تزايد الاهتمام من جانب مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة، مثل الهيئات التنظيمية المعنية بجودة الهواء، والسلطات الجوية والعسكرية، ومديري محطات الطاقة الشمسية، ومقدمي الخدمات المناخية، والمهنيين الصحيين. ووصف [Benedetti وآخرون (2018)](https://acp.copernicus.org/articles/18/10615/2018/) الثغرات المعلقة في رصد الهباء الجوي، بما في ذلك الحاجة إلى تحسين طيف الهباء الجوي وتوزيعات حجم الهباء الجوي من أجل النمذجة وتمثل البيانات والتحقق منها.

ويتطلب التنبؤ بتكوين الغلاف الجوي أيضا التحقق من صحة النماذج والنواتج، وبيانات للبحث والتطوير، وبيانات لتأهيل تحسينات النماذج، واحتياجات أخرى لدعم خدمات مثل خدمة كوبرنيكوس لمراقبة الغلاف الجوي (CAMS). ووصف Peuch الثغرات في التنبؤ التشغيلي في مؤتمر البيانات التابع للمنظمة (WMO) لعام 2020. وتوجد هذه الثغرات في أجزاء كبيرة من أفريقيا وأمريكا الجنوبية وجنوب شرق آسيا. وثمة حاجة إلى تحسين تكوين الهباء الجوي وكسر ما فوقه، وتركيزات غازات الاحتباس الحراري عالية الدقة، وأكاسيد النيتروجين عالية الدقة، والمركبات العضوية المتطايرة، والنظائر المستقرة. ويظل المجال الرأسي صعبا. وهناك عدد قليل جدا من Sondes, البالونات ومنصات الطائرات التجارية.

واستخدام الرصدات الساتلية في قياسات التروبوسفير والقياسات قرب السطح للتكوين الكيميائي للغلاف الجوي (فيما يتعلق ببعض المتغيرات فقط) لا يظهر إلا خارج المجال الأكاديمي (مثلا، أداة مقياس طيف مراقبة البيئة الثابتة بالنسبة للأرض في كوريا الجنوبية (GEMS) الذي أطلق مؤخرا. وفي حين أن المنصات الثابتة بالنسبة للأرض سوف تحسن قدرتنا على مراقبة جودة الهواء والتنبؤ بها وإدارتها، فإن الخطط الحالية الخاصة بالنظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في المستقبل تفتقر إلى كوكبة المهام المخصصة التابعة الفريق المخصص المعني برصدات الأرض (GEO) اللازمة للمراقبة المستمرة لجودة الهواء.

**يؤدي توفير معلومات تكوين الغلاف الجوي لدعم الخدمات في المناطق الحضرية والمأهولة بالسكان** إلى مجموعة محددة جدا من متطلبات الرصد التي تستهدف المدن الضخمة والمجمعات الحضرية الكبيرة (باستبانة أفقية تبلغ بضعة كيلومترات أو أقل، مثلا، كتلة المدينة)، وفي بعض الحالات، بمتطلبات صارمة في التوقيت المناسب. وسمة مميزة لهذه الفئة من التطبيقات هي تركيزها على البحوث دعما للخدمات التشغيلية، من قبيل التنبؤ بجودة الهواء، التي تستخدم نهجا من قبيل المشاريع التجريبية وإثبات الجدوى من قبيل إعداد خدمة جديدة للتنبؤ بنوعية الهواء في عدة مدن في أمريكا اللاتينية. فنظم التنبؤ الشاملة على النطاق الحضري لديها القدرة على المساعدة على بناء قدرة هذه المراكز الحضرية على الصمود وتوفير نظم للإنذار المبكر لمجموعة كاملة من أحوال الطقس والبيئة.

وتؤدي بحوث الأرصاد الجوية في بيئات المناطق الحضرية (GURME) التابعة للمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) دورا هاما في تطوير هذه النماذج الحضرية التي تحتاج إلى اقتران الأرصاد الجوية وتكوين الغلاف الجوي والهيدرولوجيا والعمليات المناخية بإحكام. وسيعمل مشروع GURME، تمشيا مع تطوير النظم الحضرية، مع آخرين لتحديد نظم الرصد التي يمكن أن تدعم التقييم، وفي نهاية المطاف الاستيعاب على هذه النطاقات.

ومن المتطلبات الهامة للرصد تحديد الانبعاثات البشرية المنشأ في المدن الحضرية الرئيسية. ومراعاة للمصادر بشكل واقعي، يلزم أيضا إجراء عمليات حصر للانبعاثات بشأن الأنشطة البشرية باستبانة أعلى نسبيا. وسيساهم إنشاء محطات محلية للتمكين من إجراء البحوث والخدمات وتعزيزها في المناطق التي تتأثر بمصادر الانبعاثات المجاورة في سد هذه الثغرة. وتكمل المحطات المحلية بيانات تلوث الهواء التي تجمعها السلطات التنظيمية المحلية و/أو قد تشكل نواة لإقامة هذه الشبكات في المناطق التي ليس لديها مراقبة تشغيلية لجودة الهواء.

ويوفر النظام (IG3IS) لمناطق حضرية كبيرة مصدر معلومات محددة كميا وفي الوقت المناسب عن كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واتجاهاتها وتعزوها بحسب كل قطاع، لتقييم وتوجيه التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف الحد من الانبعاثات. ويحدد النظام (IG3IS) توقعات واحتياجات الأطراف المعنية من خلال الاتصال المباشر بسلطات المدن وإنشاء فريق استشاري من الأطراف المعنية المعنية والمدن التجريبية. ومن خلال عدد من المشاريع الإيضاحية، تيسر هذه التفاعلات تحسين تصميم شبكات القياس وتدعم تحسين قائمة الشذوذ في الانبعاثات وهويتها.

**2.1.10 الناشئه خدمات الغلاف الجليدي**

والغلاف الجليدي جزء من النظام المناخي للأرض يشمل الهطول الصلب، والثلج، والجليد البحري، وجليد البحيرات والأنهار، والجبال الجليدية، والأنهار الجليدية والقلنسوات الجليدية، وصحائف الجليد والجروف الجليدية، والتربة الصقيعية والأرض المجمدة موسميا. وهو عنصر هام في نظام المناخ الأرضي، ويؤثر على ميزانية الطاقة من خلال تبادل الحرارة والرطوبة وعن طريق التأثير التفاعلي لدرجة حرارة البيدو. وتزايد تقلبية الغطاء الثلجي، وانحسار الأنهار الجليدية على نطاق واسع، وتناقص الجليد البحري، وذوبان التربة الصقيعية على جميع خطوط العرض والارتفاعات لها عواقب كبيرة على الاقتصادات والمجتمعات والبيئات. وتتطلب استراتيجيات التخفيف والتكيف العملية تنبؤات دقيقة بالتغيرات المتوقعة في الغلاف الجليدي، على نطاقات زمنية ذات صلة بتطبيقات من قبيل التنبؤات الخاصة بالمحيطات والغلاف الجوي ومراقبة المناخ. وعلى الرغم من التقدم الكبير المحرز في السنوات الأخيرة، فإن التنبؤات الدقيقة يعيقها حاليا عدم كفاية رصدات الغلاف الجليدي وفهم العمليات وقدرات النمذجة[[9]](#footnote-10). والرصدات التي تمتد لعدة عقود ضرورية لتحديد الاتجاهات لفهم السلوك المناخي وتحديد التغيرات، لأن مختلف مكونات الغلاف الجليدي لها نطاقات زمنية مختلفة.

وفي المناطق القطبية والجبلية التي تنتج تنبؤات دقيقة وموثوقة من ساعات إلى مواسم مقبلة هو أصعب مما هو في مناطق أخرى بسبب تحديات محددة تتعلق بفهم عمليات الغلاف الجليدي ونمذجته ورصده. وفي المواسم والمناطق التي تتساقط فيها الثلوج والجليد البحري، لا يوجد أفضل استخدام للرصدات السطحية والساتلوجية القاعدة المتاحة للتنبؤ بالطقس والهيدرولوجيا ومراقبة المناخ. ومعظم رصدات الغلاف الجليدي القائمة، مثل الجليد البحري، والأنهار الجليدية، والتربة الصقيعية، والثلوج، مجزأة عبر مؤسسات متعددة، وأحيانا جزءا من برامج بحثية، وكثيرا ما تكون غير خاضعة للمعايير واللوائح، ومن ثم تكون لها مخرجات شديدة المتغيرة. واستخدام المعايير المتفق عليها بشكل مشترك من شأنه أن يتيح لمراكز البيانات والوكالات زيادة الثقة في توفير المعلومات الروتينية. ولا تزال مناطق جبلية كثيرة غير ترصد بالقدر الكافي، لأن محطات الرصد تتسم بالندرة في الارتفاعات العالية، مما يؤدي إلى انحياز في الارتفاعات، مثلا فيما يتعلق بالهطول. وتتركز المحطات الهيدرومترية بشكل غير متناسب على الارتفاعات المنخفضة وتميل إلى قياس الأنهار الجبلية الأكبر، بدلا من قياس مناسيب منابع المياه في الارتفاعات العالية. وعلاوة على ذلك، فإن مراقبة الثلوج والأنهار الجليدية والت التربة الصقيعية والنظم الإيكولوجية الحرجة في المرتفعات المدارية متناثرة، ومعظمها غير منسق، أساسا، في إطار مشاريع بحثية محددة زمنيا، حيث لا يمكن الوصول إلى بياناتها دائما.

**مراقبة الجليد البحري والتنبؤ به** - يلزم إدخال تحسينات في نمذجة الجليد البحري (والجليد المتقارن في المحيطات - البحار) فيما يتعلق بكل من المنطقة القطبية الشمالية والجليد البحري في المحيط الجنوبي، لا سيما فيما يتعلق بتمثل البيانات والتنبؤ بها. وتعوق هذا جزئيا التناقص العام في أخذ العينات المكانية المكانية للمحيطات القطبية، لا سيما في رقعة واسعة من منطقة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية، والصعوبات في استخلاص وتقييم نواتج دقيقة على مدار السنة لمختلف البارامترات الرئيسية للجليد البحري من قبيل سمك الجليد البحري، وعمق الثلج على الجليد البحري، وعصر الجليد البحري من البيانات المستشعرة عن بعد في نصفي الكرة الأرضية على حد سواء. وتوجد اختلافات في نصف الكرة الأرضية فيما يتعلق بالجليد البحري وغطائه الثلجي، مما يجعل من الصعب من ناحية ترجمة الرصدات المباشرة إلى متغيرات للجليد البحري، في حين يتحدى من ناحية أخرى النهج العالمي للنمذجة. ووجود الجليد البحري له عواقب بالنسبة لحرارة سطح البحر وتبادل الحرارة. وينشأ عدم اليقين المتعلق ببدء عدم استقرار الصفائح الجليدية من الرصدات المحدودة، وعدم كفاية تمثيل النماذج لعمليات الصفائح الجليدية، ومحدودية فهم التفاعلات المعقدة بين الغلاف الجوي والمحيطات والصفحة الجليدية.

**الرصد التشغيلي الإقليمي للجليد البحري لأغراض الملاحة** - دعم الخدمات الوطنية للجليد ضروري لتمكين البحارة من تقديم معلومات روتينية عن الجليد البحري لدعم الحياة والسلامة. ومع تزايد شباب الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية، ومع هذا المتغير بدرجة أكبر من حيث سمكه وانجرافه وتشوه، فإن من الأهمية بمكان بشكل متزايد أن تتطور خدمات المعلومات التشغيلية الخاصة بالجليد لتشمل معلومات أكثر دقة ودقة قرب الوقت الحقيقي بشأن مناطق وسمات الجليد البحري والتنبؤ بالجليد.

**النمذجة الجليدية** – ثمة حاجة لنماذج العمليات الجليدية لديناميات تدفق الجليد، وتغيير أشكال الهندسة، مع وجود روابط مع النمذجة الهيدرولوجية. كما أن هناك حاجة إلى بيانات ونماذج الألبيدو، وفهم رواسب الجسيمات وتنقيحها مع وجود روابط مع التنبؤ العددي بالطقس فيما يتعلق بالتراب والجسيمات (مثل الكربون الأسود، وحرائق الغابات) على الأنهار الجليدية.

**2.1.11 الهيدرولوجيه خدمات**

الخدمات الهيدرولوجية لازمة لجميع جوانب إدارة المياه: تقييم مخاطر الفيضانات والجفاف والتخفيف من آثارها، والإمداد بالمياه لأغراض مياه الشرب والزراعة والصناعة والطاقة الكهرمائية والملاحة والترويح والسياحة والنظم الإيكولوجية، مع تأثير مباشر على رفاه السكان. ويدعو الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة بشأن المياه وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث واتفاق باريس بشأن المناخ إلى تحسين إدارة المياه.

وتشمل الخدمات الهيدرولوجية مجموعة كبيرة من نواتج البيانات (معلومات الحالة الراهنة، والاتجاهات الموسمية والطويلة الأجل، والإحصاءات، وخصائص التصميم، وما إلى ذلك)، والتنبؤات والتنبؤات من دقائق إلى مواسم، وتحذيرات بما في ذلك الخرائط والرسومات. وتحتاج هذه النواتج إلى معرفة مناسبة عن الحالة الراهنة والمستقبلية لدورة المياه بأكملها، بما في ذلك التبخر والنتح، والهطول، ورطوبة التربة، والسيح السطحي ودون السطحي، وتدفق المياه الجوفية، بما في ذلك نوعية المياه. تعد المنظمة (WMO) أنشطة رئيسية من قبيل المركز الهيدرولوجي (مراقبة المياه) والنظام (HydroSOS) (نواتج الحالة والتوقعات) لدعم جهود الأعضاء. ويتطلب تقييم الدورة الهيدرولوجية/ (التوازن المائي) قياس متغيرات عديدة على جميع النطاقات المكانية والزمنية، وكثير منها جزء من مجالات أخرى (مثل الغلاف الجوي، والمناخ، والغلاف الجليدي، والمحيطات) في التوجيهات الرفيعة المستوى، وهو مثال جيد لفائدة نهج نظام الأرض.

والقياسات الأرضية النموذجية هي على سبيل المثال القياسات النهرية والبحيرة ومنسوب المستودعات المائية ومستوى المياه الجوفية، والتصريف، وسرعة التدفق، والرواسب، ودرجة حرارة المياه وغيرها من البارامترات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية. كما أن رطوبة التربة في طبقات التربة المختلفة عامل أساسي أيضا. وترد أدناه قائمة ببارامترات الغلاف الجليدي. ومتغيرات الغلاف الجوي هي على سبيل المثال هطول الأمطار، وسرعة الرياح، والرطوبة، ودرجة حرارة الهواء، والإشعاع، والتبخر والنتح. بارامترات المحيطات ذات الصلة بالهيدرولوجيا هي تلك التي تقاس في المناطق الساحلية ومصباتها، ومستوى مياه الدلتا والمصبات عادة، ومنحنيات المياه الخلفية وديناميات المد والجزر، والطحالب، والبارامترات البيولوجية وتملح الأنهار والمياه الجوفية.

يحتاج الغلاف الجليدي إلى عناية خاصة. تفتقر معظم نماذج سطح اليابسة الهيدرولوجية المطبقة في مناخ معتدل مع تكون الثلوج، والمناطق القطبية والمناطق الجبلية العالية إلى تمثيل العمليات الرئيسية للمناطق الباردة، مثل ديناميات التراكم الثلجي، وإعادة توزيع الثلوج، والانتقال الرأسي لبخار الماء من خلال التراكمات الثلجية، وميزانية الطاقة، والتفاعل الحراري بين التراكمات الثلجية والتربة المجمدة، وديناميات الأنهار الجليدية، وتكون جبال الأنهار الجليدية، والديناميات الموسمية لعمق طبقة التربة الصقيعية النشطة، والتبخر النتح المكبوت من البرد، والماء المفتوح، وربيات الجليد، والسدود الثلجية، وما إلى ذلك. وتؤثر التراكمات الثلجية الموسمية على رطوبة التربة وعمق الطبقة النشطة وتصريف الأنهار (الربيع).

تشمل متطلبات الرصد الخاصة بالغلاف الجليدي من المعلومات المتعلقة بالهيدرولوجيا وموارد المياه على النحو المذكور أعلاه التراكمات الثلجية الموسمية ومتراكمة من الطقس الفضائي (SWE)، والتغيرات من عام إلى عام في نطاق الكتلة الجليدية، والرصد الروتيني للنهر والفيضانات، والمعلومات المتعلقة بالتنبؤات، بما في ذلك الفيضانات المتجمدة أثناء التجمد والتكسير، والتنبؤات الموسمية إلى دون الموسمية بدرجات حرارة الهواء والهطول للتنبؤ بدقة بتوقيت وشدة فيضانات تكسير الجليد في الربيع، تجميد، والرصدات، وتحسين مراقبة التربة الصقيعية فضلا عن البحوث التي تبين الكيفية التي تؤثر بها التغيرات في التربة الصقيعية على النماذج التشغيلية لجريان الأمطار والمياه الجوفية. ومع ذوبان التربة الصقيعية وتغير المناظر الطبيعية، تتغير أيضا العلاقات بين الأمطار والسيح. وهذا غير مفهوم أو منمذج بصورة دينامية للاستخدامات التشغيلية. وعلى المدى الطويل، يعد ذوبان التربة الصقيعية رابطا لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

ومتغير الطقس السطحي (SWE) متغير حاسم الأهمية لظروف انصهار الثلج ونمذجة السيح السليمة. ويصعب بشدة الحصول بدقة على المشروع (SWE) في المناطق الجبلية، ويحتاج الأمر إلى تحسين. كما أن تقدير كميات المياه يتأثر بالمظلة ويظل صعبا أثناء أحوال ذوبان الثلوج، التي تكتسي أهمية كبيرة بالنسبة لإدارة موارد المياه، وإنتاج الطاقة الكهرمائية، وما إلى ذلك.

وهناك حاجة إلى رصد ونمذجة تراكمات ثلجية موسمية قوية عبر مجالات كبيرة من أجل عمليات محاكاة تغير المناخ.

وتتأثر الدورة الهيدرولوجية والأنظمة الهيدرولوجية بالأنشطة البشرية، من قبيل السدود الكهرمائية، والضخ لأغراض الري، والصناعة، ومياه الشرب، إلخ. وبناء على ذلك، سيكون من المهم الحصول على بيانات عن استخدام المياه (التدفقات وأحجام الخلاصات، وإعادة التغذية، وتشغيل خزانات المياه، وما إلى ذلك). وتجدر الإشارة إلى أن هذا النوع من البيانات نادرا ما يتم تبادله، بحيث يكون مرتبطا بالاستراتيجيات الخاصة والوطنية، وغالبا ما يكون خارج نطاق المرافق الوطنية (NMHSs). ومع ذلك، قد يكون من المفيد التنسيق مع المنظمات الأخرى التابعة للأمم المتحدة المسؤولة عن مثل هذه المواضيع، والتي عادة ما تكون منظمة الأغذية والزراعة (FAO) لأغراض الري.

وينبغي تنقيح لائحة المنظمة (WMO) الحالية بشأن تصميم شبكات القياس الهيدرولوجي (غالبا على النطاق الوطني أو على نطاق الحوض) من أجل مراعاة أحدث المعارف العلمية من ناحية لمعالجة تعقد العمليات وترابطها على جميع النطاقات المكانية والزمنية، ومن ناحية أخرى، الاحتياجات الجديدة من المستخدمين. وستتيح المذكرات المفاهيمية بشأن المتغيرات الهيدرولوجية للشبكة (GBON)، وتنفيذ السياسة الموحدة للبيانات، إلى جانب مراجعة عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR)، الفرصة لتنقيح نهج تصميم الشبكات. وهذا النشاط جزء من خطة العمل الهيدرولوجي التي اعتمدتها الدورة الاستثنائية للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية في عام 2021 (Cg-Ext(2021)).

**2.2 النتائج والتوصيات المستمدة من سلسلة تأثير التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الناجمة عن حلقات عمل الرصد والمجالات الأخرى**

ويشكل التنبؤ العددي بالطقس (NWP) أساس معظم التنبؤات بالطقس والمناخ والنواتج والخدمات ذات الصلة لمجالات تطبيق المنظمة (WMO). تسهم كل من الرصدات السطحية القاعدة والرصدات الساتلية إسهاما كبيرا في دقة التنبؤ العددي بالطقس (NWP). تؤثر حلقات العمل بشأن التنبؤ العددي بالطقس (NWP) التي تعقدها المنظمة (WMO) تأثيرا كبيرا على التطوير العام لنظام الرصد وعلى المواد التنظيمية والتوجيهية للمنظمة (WMO) ذات الصلة. وقد أصبحت سلسلة حلقات العمل منتدى راسخا لتبادل المعلومات عن أثر الرصد في التنبؤ العددي بالطقس (العالمي والإقليمي) وتفسير النتائج.

وتعد سلسلة حلقات العمل مكونا رئيسيا لعملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR). وتقدم النتائج معلومات للمنظمة (WMO) وأعضائها، وكذلك أعمال تطوير تمثل البيانات في مراكز التنبؤ العددي بالطقس (NWP) ومعاهد البحوث، بشأن التوصيات المتعلقة بتحسين وتطوير نظام الرصد الفضائي القاعدة والسطحي القاعدة. والتوصيات المنبثقة عن حلقات العمل لها تأثير كبير على أنشطة التنفيذ الوطنية للأعضاء. وتقدم التوصيات الصادرة عن حلقات العمل المشورة بشأن أنجع توليفة من الرصدات الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة في تمثل بيانات نظم التنبؤ العددي بالطقس (NWP) وتوجيه أعضاء المنظمة (WMO) بشأن كيفية تشغيل شبكات الرصد التابعة لهم بطريقة فعالة من حيث التكلفة.

ومع اتباع نهج نظام الأرض في استراتيجية المنظمة (WMO) للفترة 2023-2020، تحتاج النماذج المشغلة للمجال العالمي لتطبيق التنبؤ العددي بالطقس (NWP) إلى بيانات رصد من مختلف مكونات نظام الأرض. ومن ثم، يتيح نهج نظام الأرض الفرصة للتعاون في مختلف المجالات (المحيطات، والغلاف الجوي، والأراضي، والثلج والجليد، والهيدرولوجيا، ...).

توجد أساسا ثلاثة أسباب لإجراء دراسات أثر الرصدات:

1. تحسين استخدام وتأثير طبوغرافية شبكة الرصد لدينا حاليا،
2. اختبار إضافات مبتكرة (محتملة) جديدة إلى شبكة الرصد (تقنيات وأساليب جديدة)؛
3. تبرير الاستثمار المستمر في القدرة الحالية للرصدات.

ومن أجل تحقيق ذلك، هناك جهد مستمر لتحسين هذه الدراسات.

وسيقدم في الأقسام التالية ملخص للأنشطة الرئيسية لصيانة النظام WIGOS وتطويره، فضلا عن نتائج وتوصيات حلقات العمل المعنية بالآثار. وتتطور شبكات الرصد بسرعة مع التكنولوجيات الجديدة، وفي الوقت ذاته، تتطور الخدمات بسرعة بالتوازي، بما في ذلك في القطاع الخاص. يستخدم تقييم آثار الرصدات لفترة طويلة في مجالات التنبؤ العددي بالطقس والمحيطات والغلاف الجوي، ويتطور في مجالات أخرى. بعض الأساليب قابلة للنقل عبر المجالات. ولذا، ستعرض النتائج بشكل منفصل للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) من مجالات أخرى.

**2.2.1 حلقات عمل دولية بشأن أثر نظم الرصد المختلفة على التنبؤ العددي بالطقس**

وبدأت سلسلة حلقات العمل الدولية بشأن أثر نظم الرصد المختلفة على التنبؤ العددي بالطقس في عام 1997 بمشاركة فعالة من المراكز الرئيسية للتنبؤ العددي بالطقس من البداية. تنظم لجنة النظم الأساسية (CBS) سابقا حلقات عمل كل أربع سنوات. وهي تحدد الأسئلة العلمية التي يتعين معالجتها وتوصي بإجراء دراسات محددة عن الآثار. وتحلل حلقات العمل نتائجها وتقدم توصيات إلى المنظمة (WMO) وأعضائها بشأن تصميم نظم الرصد السطحية والفضاءية القاعدة المتطورة استنادا إلى استنتاجات تتعلق بإسهام مختلف مكونات نظام الرصد في التنبؤ بالمهارات على المدى القصير والمتوسط. وقد أصبحت حلقات العمل هذه منبرا رئيسيا لتقاسم ومناقشة نتائج التجارب الأخيرة بشأن آثار الرصدات، وأثرت تأثيرا كبيرا على التطوير العام لنظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة على السواء، وعلى المواد التنظيمية والتوجيهية للمنظمة (WMO) ذات الصلة.

وعرضت نتائج تجارب نظم الرصد (OSEs)، على المستويين العالمي والإقليمي. وقد استخلصت استنتاجات بشأن مساهمات مختلف مكونات نظام الرصد في مهارة التنبؤ على المدى القصير والمتوسط. ومنذ بداية حلقات العمل هذه، أثرت بعض التغييرات والتطورات الهامة على النظام العالمي للرصد، وبذلت جهود إضافية لنظم تمثل البيانات المتوسطة النطاق. وكان هناك أيضا اتجاه مستمر نحو استخدام تقنيات أخرى غير تقنيات نظم الرصد التقليدية (OSEs) لتوثيق أثر البيانات، من قبيل التوحيد والدوائر، وتقديرات عدم اليقين في التحليل. أثر الرصد القائم على حساسية التنبؤات (FSOI) ومؤشر الإيكاو (EFSOI) على

ونشر التقرير النهائي مع العروض الإيضاحية عن حلقة العمل السادسة على الموقع الشبكي للمنظمة (WMO[[10]](#footnote-11)). وقد عقد الاجتماع السابع على الإنترنت كحدث افتراضي في كانون الأول/ ديسمبر 2020. وكان الحضور العام يشمل خبراء في تمثل البيانات وآثار الرصدات، وخبراء في تغير المناخ والتنبؤ الموسمي، وممثلين من وكالات الفضاء ومن القطاع الخاص، فضلا عن مديري من شبكات الرصد.

ويرد في ما يلي تجميع للتوصيات الصادرة عن حلقة العمل هذه بشأن تطوير نظام الرصد استجابة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040.

**النقاط الرئيسية لتطوير النظام WIGOS**

ومن المهم تبادل جميع الرصدات التي أظهرت تأثيرا إيجابيا على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على الصعيد العالمي. وقد اعتمدت الدورة الاستثنائية للمؤتمر (Cg-Ext(2021) في الوقت الراهن التبادل المجاني وغير المقيد لجميع بيانات الرصد ذات الصلة بموجب [القرار 1 (Cg-Ext(2021))](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9) كمبدأ أساسي في سياسة المنظمة (WMO) الموحدة الجديدة لتبادل بيانات نظام الأرض دوليا.

وفي هذا السياق، فإن مفهوم الشبكة GBON، الذي يؤدي دورا أساسيا بوصفه العمود الفقري لجميع المنتجات والخدمات التي تقدمها المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs)، أمر هام. وسيساعد هذا المفهوم، الذي يرمي إلى تلبية المتطلبات الأساسية للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي وإعادة تحليل المناخ، على الحد من عدم التجانس في كثافة الشبكات وممارسات الإبلاغ. وإلى جانب تطوير الشبكة (GBON)، تعمل المنظمة (WMO) مع مجموعة من زهاء 30 شريكا دوليا في التنمية وتمويل المناخ لإعداد مرفق تمويل الرصد المنهجي (SOFF)، لتوفير الموارد للمساعدة في تنفيذ وتشغيل الشبكة (GBON) في تلك المناطق من العالم التي تحتاج فيها الموارد المحلية إلى المساعدة. وإعداد المرفق (SOFF) آلية هامة لسد الثغرات القائمة في الشبكة (GBON). انظر [القسم 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on) والقسم [4](#_4._Capacity_development) أدناه للاطلاع على مزيد من التفاصيل بشأن الشبكة (GBON) والموفر (SOFF) على التوالي.

والتبادل الدولي مهم ليس فقط للرصدات اللازمة للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) على الصعيد العالمي، بل أيضا للرصدات الموجهة أساسا للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد الإقليمي والتطبيقات المحلية. وتبين أن الآثار على مهارات التنبؤ الإقليمية (المنطقة المحدودة) تنشأ من مزيج من التمثل المباشر للرصدات داخل مجال المنطقة المحدودة ومن خلال تأثير الظروف الحدودية العرضية التي يوفرها النموذج العالمي.

وقد تبين أن تكنولوجيات الرصد الجديدة الجاري تشغيلها توفر آثارا إيجابية على التنبؤ العددي بالطقس، بما في ذلك بعثة ليدار الرياح Aeolus التابعة ESA. ولوحظت أيضا تحسينات في التأثيرات على دقة النماذج مقارنة بالتحسينات التي أظهرت في حلقات العمل السابقة فيما يتعلق بأساليب رصد كثيرة.

ولا يزال تمثل بيانات رادارات الطقس يوفر وسيلة واعدة لمزيد من التأثير الإيجابي على التنبؤ العددي بالطقس (NWP). وثمة حاجة ملحة إلى التوحيد القياسي للنواتج الرادارية وأنساق البيانات من أجل دعم تبادل البيانات، على الصعيد الإقليمي على الأقل. وهناك حاجة أيضا إلى أرشفة طويلة الأجل على النحو الذي يدعو إليه النظام العالمي لرصد المناخ [(GCOS](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21403#.YLOZRjZKhzU)).

**الاستنتاجات المتعلقة بنظم رصد محددة**

في التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:

1. المسابير الراديوية. وشوهد تحسن كبير من تمثل البيانات الرأسية عالية الاستبانة، ومن نسب الهبوط إلى جانبيات الصعود، ومن المسابير الإسقاطية التي توفرها الحملات الخاصة، ومن خلال مراعاة انجراف المسبار.
2. معالجة الإشعاع الساتلي واستيعابه. إشعاعية الموجات الصغرية هي أهم نوع من أنواع الرصد من حيث التأثير. ولوحظ تأثير متزايد من تمثل إشعاعات "السماء كلها" بالموجات الدقيقة. وقد شوهدت آثار محسنة فيما يتعلق بإشعاعات الموجات الصغرية والأشعة تحت الحمراء على حد سواء من خلال الاهتمام المستمر بتقليل أخطاء الرصد، ومراقبة الجودة، ونمذجة نقل الإشعاعات، ومواصفات تلك الأخطاء.
3. الاحتجاب الراديوي (RO). وأشير إلى آثار إيجابية على حقول رطوبة التنبؤ العددي بالطقس، إضافة إلى حقلي درجة الحرارة والرياح. وقد جاءت الآثار المحسنة من تحسين جودة بيانات COSMIC-2 وزيادة الأحجام في بيانات RO بشكل عام، دون أي إشارة إلى تشبع الأثر. وقد حدت القدرة على جميع الأحوال الجوية من الأخطاء في نماذج التنبؤ العددي بالطقس. ولوحظ أيضا تحسن الآثار الناجمة عن أوجه التقدم في طرائق المعالجة والاستيعاب.
4. الرصدات من على متن الطائرات. وقد تحققت المنافع من خلال تمثل الرصدات باستبانة مكانية أعلى، بما في ذلك التنبؤات بالأعاصير المدارية. ولوحظت آثار إيجابية من أنواع الرصد المتاحة حديثا: تامدار، والأسلوب S، والرطوبة في نظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية من الطائرات (AMDAR).
5. متجهات حركة الغلاف الجوي (AMVs). وتحققت فوائد من زيادة أعداد وأنواع المتغيرات (AMVs) بما في ذلك تلك المستمدة من السواتل التي أطلقت مؤخرا. كما أظهرت تمثل الرصدات باستبانة مكانية/ زمنية أعلى بعض الآثار الإيجابية.
6. النظام العالمي للسواتل لرصد الأرض (GNSS) الأرضي القاعدة. ولوحظ تحسن التأثيرات من تمثل الرصدات باستبانة زمنية أعلى.

في التنبؤ العددي بالطقس الإقليمي:

1. الرصدات الرادارية للطقس. وتوفر هذه الرصدات معلومات عن الهطول (المعدل والنوع على حد سواء) وعن الرياح (نصف الدائرية). استمرت الاتجاهات نحو تمثل الانعكاسية. وأشارت عدة مراكز إلى حدوث تحسنات في الآثار، بما في ذلك على مجالات الهطول عموما وعلى التنبؤ بالهطول الغزير على النطاق المتوسط، وحتى في نمذجة المتغيرات الحكومية التي تتجاوز فترات التنبؤ الآني.
2. الرصدات من على متن الطائرات. وفي بعض الأقاليم، توفر هذه النواتج أهم المدخلات في التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الإقليمي. وأشير إلى تزايد أهمية وإمكانية الأسلوب MODE-S، مما أثر بشكل خاص على رياح الهواء العلوي ودرجات الحرارة.
3. النظام العالمي للسواتل لرصد الأرض (GNSS) الأرضي القاعدة. وأبلغ عدد متزايد من المراكز عن المنافع المتعلقة بالتنبؤات القصيرة المدى بالهطول (موقع الأمطار الغزيرة وشدتها) والرطوبة والسحب.
4. رصدات الهطول السطحي (المقياس). ولوحظت آثار إيجابية على تحليلات الرطوبة.
5. وأبلغ عن تأثير متزايد من تمثل الإشعاعات (الموجات الصغرية والأشعة تحت الحمراء).

ايضا:

1. وأبلغ عن أن رصدات المحيطات لها تأثير بالغ الأهمية على جودة عمليات إعادة التحليل الخاصة بمستوى سطح البحر وكمية الجليد البحري وسمكه. وتشمل الرصدات درجة الحرارة الموقعية والملوحة تحت السطح (لا سيما الصفيفة Argo)، ودرجة حرارة سطح البحر، وتركيز الجليد البحري (SIC)، وسمك الجليد البحري (SIT)، والشذوذ في مستوى سطح البحر (SLA). وهذه الرصدات مهمة أيضا للتنبؤ في النطاقات المتوسطة والشهرية والموسمية.
2. التأثيرات في المنطقتين القطبيتين. ولوحظ اعتمادات موسمية قوية، مع زيادة تأثير الرصدات السطحية القاعدة في الشتاء، وشعاعات الموجات الصغرية الساتلية في الصيف. وتبين أن المسابير الراديوية الإضافية المقدمة أثناء التنبؤات الخاصة بالطقس (SOP) في التنبؤات المساحية (YOPP) مفيدة. وقد اتضحت آثار التنبؤ برصدات المنطقة القطبية الشمالية، سواء داخل المنطقة القطبية الشمالية نفسها أو في خطوط العرض الوسطى في نصف الكرة الشمالي.

**2.2.2 الاستنتاجات والتوصيات في مجالات أخرى**

(المحيطات، والأراضي، والهيدرولوجيا، والغلاف الجليدي، وتكوين الغلاف الجوي)

**تكوين الغلاف الجوي**

وأنشأت المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) التابعة للمنظمة (WMO) فرقة عمل مخصصة معنية بمتطلبات الرصد والقياسات الساتلية فيما يتعلق بتكوين الغلاف الجوي والبارامترات الفيزيائية ذات الصلة (TT-ObsReq) لاستعراض متطلبات المستخدمين المتعلقة بتكوين الغلاف الجوي تحديدا. وحللت فرقة العمل (TT-ObsReq) أيضا دور رصدات تكوين الغلاف الجوي في دعم مجالات التطبيق المختلفة للمنظمة (WMO) ([تقرير المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) رقم 221](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7186)). وبعد حلقة العمل الثانية لفرقة العمل (TT-ObsReq) (13-12 آب/ أغسطس 2014، زيوريخ)، حددت اللجنة البارامترات الرئيسية اللازمة لمراقبة تكوين الغلاف الجوي والتنبؤ به. وقد حولت فرقة العمل هذه إلى فرقة خبراء معنية بتطوير وتصميم شبكات تكوين الغلاف الجوي في عام 2019 واستمرت في ملء قاعدة بيانات الأداة OSCAR بمتطلبات الرصد الخاصة بمتغيرات تكوين الغلاف الجوي دعما لتطبيقات المراقبة والتنبؤ على النحو الموصوف أعلاه.

قائمة بالمتغيرات التي حددت على أنها ذات أولوية[وترد في المرفق 6](#_Annex_6._Atmospheric) .

**ملخص نتائج حلقة العمل بشأن نطاق مجال المحيطات التي عقدت في كانون الأول/ ديسمبر 2019 بشأن تحديد نطاق التنبؤات الخاصة بنظام الأرض**

وتقوم بالتنبؤ بالمحيطات مراكز تشغيلية وطنية، ومعاهد ووكالات البحوث، والأوساط الأكاديمية. وينظم تنسيق وتحسين النظم العالمية والإقليمية لتحليل المحيطات والتنبؤ بها في إطار برنامج علوم [المحيطات (OceanPredict](https://oceanpredict.org/) Science). وتوفر OceanPredict منصة للتواصل وتبادل المعارف التي يديرها العلميون والخبراء في الأوقيانوغرافيا التطبيقية من جميع أنحاء العالم، مما يتيح لهم تسريع وتعزيز وزيادة تأثير التنبؤ بالمحيطات. وتستخدم نظم تمثل بيانات المحيطات (ODASs) في التنبؤات الموسمية، ومؤخرا، فيما يتعلق بالطقس إلى دون الموسمي. ويمكن أن توفر شروطا أولية لإعداد نماذج متقارنة من نماذج الدوران العام للمحيطات والغلاف الجوي (CGCM) التي توفر تنبؤات موسمية - عقدية. ونهج نظام الأرض مفيد للغاية للتنبؤ بالمحيطات. فعلى سبيل المثال، ثمة حاجة إلى وجود حالة محيطية موثوقة للتنبؤات المتقارنة لأن التفاعلات بين الهواء والبحر من المتوقع أن تكون لها آثار كبيرة على الحمل الحراري المداري. ويلزم أيضا اقترانها بالهيدرولوجيا من أجل المنطقة الساحلية، مثل النمذجة الهيدرودينامية الهيدرولوجية - الأحيائية الكيميائية الساحلية.

تتألف الأوساط المعنية برصد المحيطات من طيف من الممولين والمنفذين أوسع بكثير مما هو الحال بالنسبة لرصدات الأرصاد الجوية، بما في ذلك الوكالات الساتلية، وخدمات الأرصاد الجوية التشغيلية، ووكالات ومعاهد البحوث، والمؤسسات الأكاديمية والمؤسسات العلمية، والقطاع الخاص. ويتم تنسيقه أساسا من خلال الشبكات ذات التعاون الطوعي على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية. تتوخى استراتيجية النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS) لعام 2030 نظاما متكاملا تماما لرصد المحيطات لعام 2030 يوفر المعلومات الحيوية المتعلقة بالمحيطات اللازمة للتصدي لتغير المناخ، وإنتاج التنبؤات، وحماية صحة المحيطات، ودعم النمو المستدام، بمشاركة جميع الدول.

وأنشطة تقييم الرصدات ليست عموما ناضجة بالنسبة للمحيطات كما هي الحال بالنسبة لرصدات الأحوال الجوية. وعلى الرغم من الجهود المبذولة في الأفرقة البحثية والتشغيلية، لا يوجد نشاط منسق لتقييم آثار الرصدات المتكررة. وتعتمد هذه الأنشطة على تمويل خارجي، ومعظمها تنفذ في مراكز راسخة (في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأوروبا واليابان وأستراليا وغيرها). وسينشئ كوبرنيكوس خط خدمة جديدا في الدورة (Copernicus-2) للأنشطة المشتركة بين OSE/OSSE للمساعدة في تصميم تطوير نظام الرصد المستقبلي (السواتل/ مشروع Sentinel والسطحي القاعدة).

وتركز الشبكة GBON حاليا على الرصدات التي تجري من سطح اليابسة دعما للمتطلبات العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) وإعادة تحليل المناخ. ويمكن توسيع الشبكة (GBON) لتصبح رصدات تجري فوق المحيطات وداخلها، وإن كان سيتعين إعادة النظر في المبادئ الحالية التي تقوم عليها الشبكة (GBON) من أجل تناول المجالات التي توجد فيها المحيطات العالمية حيث لا توجد ولاية وطنية.

وفيما يلي توصيات أكثر تحديدا قدمتها حلقة العمل لتطوير نظام الرصد:

1. ويجري حاليا الحفاظ على جزء كبير من نظم رصد البحار والمحيطات بتمويل من البحوث ومدته محدودة. ينبغي أن يكفل مجتمع رصد المحيطات تمويلا مستداما لنظم الرصد الرئيسية.
2. ومن شأن بيانات أثر الرصد الصادرة عن المنظمة (WMO) أن تساعد الأوساط المعنية بالمحيطات على إحراز تقدم في أنشطة تقييم الرصد.
3. وثمة حاجة إلى أنشطة بحثية بشأن تقنيات الرصد الجديدة وإيجاد أفضل مزيج من البيانات السطحية القاعدة والبيانات الساتلية. ومن اللازم تطوير التكنولوجيات البيئية لتشجيع الرصد العالمي للمحيطات والتوسع فيه من العديد من البلدان الساحلية.

**2.3 الرصدات الفضائية القاعدة**

ويستند المكون الأساسي الفضائي القاعدة من رؤية النظام WIGOS لعام 2040 إلى نظام من السواتل المنخفضة المدار بالنسبة للأرض المتزامنة مع الشمس في ثلاثة مستويات مدارية وحلقة من السواتل الثابتة بالنسبة للأرض توفر تغطية كاملة خارج المناطق القطبية، تكملها سواتل في مستويات مدارية أخرى وسواتل في مدارات منساقة. ومع ظهور تمثل التباين 4-d لا يحمل المفهوم القديم للرصدات الموجودة في نفس المكان بشكل صارم، مثل سبر الموجات الصغرية والأشعة تحت الحمراء، بالضرورة بشكل جيد في المستقبل. ويمكن الآن تعديل الاختلافات الزمنية تعديلا جيدا عن طريق تمثل البيانات، الذي يعوض أيضا، إلى حد ما على الأقل، الفروق في هندسة الرؤية. ونظرا للحاجة إلى زيادة التغطية الزمنية والمكانية، فإن المدارات الإضافية لرؤية النظام WIGOS ستكون ذات أهمية متزايدة، لا سيما لأن تكنولوجيا السبر بالموجات الصغرية الناضجة تتيح إمكانية الإقامة في منصات ساتلية أصغر حجما، مثل كوكبات المكعبات.

وتتاح حاليا قياسات مرجعية للمعايرة في المدار للأشعة تحت الحمراء من الأشعة تحت الحمراء من الأشعة تحت الحمراء (IASI) و(CrIS) وهي مطلوبة بشدة في المستقبل. وبهذا المعنى، يؤدي نظام خط الأساس القطبي المدار اليوم وظيفتين منفصلتين (1 رصدات خط الأساس و (2) قياسات مرجعية للمعايرة. ولذلك يجب دراسة هيكل مستقبلي أمثل لقياسات المعايرة المرجعية، وأيضا فيما يتعلق بالأشعة المرئية/ الأشعة القريبة من الأشعة المرئية والموجات الصغرية.

**فريق تنسيق السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (CGMS)**

ويوفر الفريق CGMS منتدى لتبادل المعلومات الفنية بشأن نظم سواتل الأرصاد الجوية والبيئة، فضلا عن بعثات البحث والتطوير دعما للمتطلبات التي تقوم بها المنظمة WMO، واللجنة IOC-UNESCO، وغيرهما من المستخدمين. وتدعم أنشطة فريق تنسيق السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (CGMS) المراقبة والتنبؤ التشغيليين بالطقس والطقس الفضائي والمناخ.

ويشكل [تشكيلة "خط الأساس](https://www.cgms-info.org/documents/CGMS_Baseline_v3-2021.pdf)" التزامات وخطط أعضاء الفريق CGMS بتوفير رصدات وخدمات معينة دعما للنظام WIGOS. ويظل التخطيط لاستدامة خط الأساس ولتنفيذ عناصر جديدة متسقا مع مبادئ رؤية النظام WIGOS في عام 2040. ولهذا الغرض، يستعرض الفريق CGMS دوريا خط الأساس الذي يشكل التزامات وخطط أعضاء الفريق CGMS بتوفير رصدات وقياسات وخدمات معينة، وتقوم المنظمة WMO دوريا بتحليل الثغرات على ضوء خط الأساس وفي ضوء رؤية النظام WIGOS في عام 2040.

وخلص استعراض عام 2020 لخط أساس الفريق CGMS إلى أن خط الأساس لايزال يمثل استجابة شاملة لرؤية النظام WIGOS في عام 2040، والتي تتناول مجالات التطبيق الرئيسية. ومع ذلك، سيقوم أعضاء الفريق CGMS خلال السنوات القادمة بإطلاق عدة سواتل ذات قدرات جديدة لتوسيع نطاق الاستجابة للرؤية، ولذا فقد وافق الفريق CGMS على إدراج قدرات القياس التالية في خط أساس الفريق CGMS:

1. أجهزة قياس الطيف بالأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة لمراقبة غازات الاحتباس الحراري (CO2 و CH4)،
2. التصوير بالرؤية المتعددة، والمتعددة القنوات، والاستقطاب المتعدد للأهباء الجوية،
3. قياس طيف سبر الحافة فوق البنفسجية لملامح الأوزون والغازات النزرة.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن عددا من البرامج الساتلية الجديدة قيد التخطيط أو النظر من جانب أعضاء الفريق CGMS، مما يتيح إمكانية توسيع نطاق الاستجابة للرؤية إما من خلال تطبيق تكنولوجيات جديدة أو من خلال توسيع نطاق تغطية القدرات القائمة (انظر [الخطة ذات الأولوية الرفيعة المستوى للفريق CGMS](https://www.cgms-info.org/documents/CGMS_HIGH_LEVEL_PRIORITY_PLAN.pdf)).

وللتعبير عن آخر موقف اتخذته المنظمة (WMO) بشأن متطلبات البيانات الساتلية الأساسية على النحو الذي أعربت عنه الأوساط العالمية المعنية بالتنهيد العددي للطقس، وتحديد البيانات الأساسية والإضافية ومتطلبات المستخدمين المرتبطة بها لتكملة الشبكة (GBON)،  [اعتمدت لجنة البنية التحتية (INFCOM](https://meetings.wmo.int/INFCOM-1-III/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/INFCOM-1-III/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/INFCOM-1(III)-d05-1-1(1)-SATELLITE-DATA-REQS-FOR-GLOBAL-NWP-approved_en.docx&action=default)) قرارا بشأن "المتطلبات من البيانات الساتلية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي". وتتناول الوثيقة المتطلبات المحددة لتبادل البيانات الساتلية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) على نطاق العالم من أجل السنوات العشر القادمة، وتتوافق مع عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR) ورؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040. ومع استمرار تطور نمذجة نظام الأرض مع اقتران أقوى بين مختلف مجالات نظام الأرض، سيلزم إضافة بيانات من أجهزة الاستشعار القائمة أو الجديدة إلى النظام الأساسي. وستشكل الوثيقة الأساس لمواصلة إدخال تحسينات ممكنة في المستقبل وإدراجها في الوثيقة الأساسية للفريق CGMS. وستتبع متطلبات من مجالات تطبيق إضافية خلال عام 2022.

**اللجنة المعنية بسواتل رصد الأرض (CEOS)**

دعما لأهداف الفريق المخصص المعني برصدات الأرض (GEO) وكمكون فضائي في المنظومة العالمية لنظم رصد الأرض (GEOSS)، وضعت اللجنة CEOS مفهوم الكوكبات الافتراضية الفضائية القاعدة. الكوكبة الافتراضية هي مجموعة منسقة من قدرات القطاع الفضائي و/أو الأرضي من شركاء مختلفين تركز على رصد بارامتر أو مجموعة معينة من بارامترات نظام الأرض.

تنسق الكوكبات الافتراضية للجنة CEOS نظما فضائية القاعدة و/ أو أرضية القاعدة و/أو لتقديم البيانات لتلبية مجموعة مشتركة من المتطلبات في مجال محدد. وهي تستفيد من التعاون والشراكات بين الوكالات لمعالجة الثغرات في الرصد، والحفاظ على الجمع الروتيني للرصدات البالغة الأهمية، والحد من الازدواجية/ التداخلات، مع الحفاظ على استقلالية مساهمات فرادى الوكالة التابعة للجنة CEOS. المجموعة الحالية من الكوكبات الافتراضية التي تساهم في رؤية النظام WIGOS هي

1. [تكوين الغلاف الجوي](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/acc/) ؛
2. [تصوير سطح اليابسة](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/lsi/)  (LSI-VC)؛
3. [قياس إشعاع لون المحيط](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/ocr/)  (OCR-VC)؛
4. [طبوغرافية سطح المحيط](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/ost/)  (OST-VC)؛
5. [رياح متجهات سطح المحيط](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/osvw/)  (OSVW-VC)؛
6. [الهطول](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/p-vc/)  (P-VC)؛
7. [درجة حرارة سطح البحر](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/sst/)  (SST-VC)

ومن الأمثلة على الإنجاز الرئيسي للكوكبة الافتراضية تنسيق OST-VC للمعالجة العالية الدقة لبيانات قياس الارتفاعات للمتغير المناخي الأساسي لمتوسط مستوى سطح البحر.

**الفرص الجديدة التي يتيحها مقدمو البيانات التجارية**

واليوم، أثبتت البيانات الساتلية التجارية الجودة وأثرها القيم على نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) ولا سيما في مجال قياسات الاحتجاب الراديوي. وإضافة إلى ذلك، هناك مهام تجارية واعدة للغلاف الجليدي ويجري التخطيط لإجراء رصدات جديدة فضائية القاعدة تتعلق مثلا بسبر الموجات الدقيقة ورادارات الهطول. وعلاوة على ذلك، خلصت دراسة 2018 بشأن هيكل نظام الرصد الساتلي للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) إلى أن الوكالة ينبغي أن تعتمد في المستقبل على هيكل هجين يشمل كلا من السواتل الحكومية والبيانات التجارية. وسيعمل المشروع الإيضاحي الذي أطلقته الإدارة الوطنية (NOAA) في عام 2020 كإحدى المشاريع الإيضاحية التي ستقيم فيها الإدارة (NOAA) البيانات التجارية لإثبات جودة البيانات وأثرها على نماذج التنبؤ بالطقس، وللإبلاغ عن عملية الإدارة (NOAA) من أجل إدخال البيانات التجارية وتقييمها واستخدامها في المستقبل. كذلك، وافقت المنظمة الأوروبية لاستخدام السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (EUMETSAT) على حيازة بيانات الاحتجاب الراديوي التجارية ومعالجتها حاليا ونشرها لاستخدامها في نمذجة التنبؤ العددي بالطقس (NWP). ومن ثم، نتوقع أن نرى المزيد والمزيد من الوكالات الفضائية تستخدم بعثات القطاع الخاص الساتلية إلى جانب البعثات الحكومية. وعندما توفر المهام الساتلية التجارية قدرات جديدة للرصدات الفضائية القاعدة، فإنها أيضا وسيلة جديدة للمساهمة في تنفيذ رؤية النظام WIGOS 2040، حيث تعتمد مجموعات البيانات جزئيا على سواتل القطاع الخاص ومع ذلك تتبع سياسة البيانات الخاصة بالمنظمة (WMO)، التي تلتزم بتوسيع وتعزيز التبادل الدولي المجاني وغير المقيد لبيانات نظام الأرض.

**2.4 الرصدات السطحية القاعدة**

منذ اعتماد رؤية النظام WIGOS في عام 2040، حدثت عدة تطورات هامة جعلت من الممكن الآن اقتراح إجراءات أكثر تحديدا على الأعضاء يتعين الاضطلاع بها على مدى السنوات الخمس المقبلة. والتطورات الأخرى التي نوقشت في هذا القسم أقل نضجا وستصبح أكثر أهمية في المستقبل، عندما تستكشف بصورة أوفى.

**2.4.1 التوجيه بشأن توسيع شبكة الشبكة (GBON)**

ويؤدي التنبؤ العددي بالطقس العالمي وإعادة تحليل المناخ أدوارا أساسية باعتبارهما ركيزتي العديد من المنتجات والخدمات التي يقدمها أعضاء المنظمة (WMO) لمؤسساتهم، حتى على الصعيدين الإقليمي والمحلي. وفي إطار عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR) التي تقوم بها المنظمة (WMO)، تتمتع جميع مجالات التطبيق المدرجة حاليا، باستثناء الطقس الفضائي، بمستوى من الاعتماد على النواتج العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) وإعادة تحليل المناخ.

وتعتمد النظم العالمية التي تقدم هذه النواتج على الوصول إلى مجموعات متسقة من الرصدات التي توفرها نظم الرصد السطحية والفضاءية القاعدة. وتقوم المنظمة (WMO) بتيسير وتنسيق ومراقبة جمع هذه الرصدات وتبادلها دوليا.

للتبادل الدولي للرصدات في مجال الأرصاد الجوية تاريخ طويل وقد تطور كثيرا مع مرور الوقت. واعتمد المؤتمر [القرار 1 (Cg-Ext(2021))](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9) بشأن سياسة المنظمة (WMO) الموحدة للبيانات لتبادل بيانات نظام الأرض دوليا، والذي سيوسع ويعزز التبادل الدولي المجاني وغير المقيد لهذه البيانات.

وأظهرت التقارير الأولية الواردة من المشروع التجريبي للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) التابع لنظام مراقبة جودة بيانات النظام العالمي المتكامل للرصد (WDQMS) استمرار قلة الرصدات السطحية القاعدة في كثير من مناطق العالم. ويحد ذلك من قدرة جميع أعضاء المنظمة (WMO) على تقديم نواتج وخدمات عالية الجودة للمستخدمين.

ومن أجل ضمان تلبية متطلبات الرصد للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي وإعادة تحليل المناخ على نحو أكثر فعالية، اقترح نهج جديد، تصمم وتحدد على الصعيد العالمي شبكة الرصد السطحية القاعدة الأساسية الضرورية لدعم هذه التطبيقات. وهذه الشبكة هي شبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON).

وتصور أداة المراقبة القائمة على شبكة الويب للنظام (WDQMS)، على سبيل المثال، توافر رصدات الضغط الأرضي السطحي التي يتلقاها مركز أو أكثر من المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، وتبين أن ما يتراوح بين 20 و25 في المائة من أعضاء المنظمة (WMO) في المتوسط يمتثلون لأحكام الشبكة (GBON[[11]](#footnote-12))، بحيث لا يمتثل ما يتراوح من 25 إلى 30 في المائة امتثالا كاملا، والباقي ليس في وضع يسمح له حاليا بالامتثال بالشبكة (GBON) لعدة أسباب، بما في ذلك مثلا الافتقار إلى الموارد.

الشبكة GBON هي مجموعة فرعية من النظام الفرعي السطحي القاعدة للنظام WIGOS، المستخدم مع النظام الفرعي الفضائي القاعدة وغيره من نظم الرصد السطحية القاعدة للنظام WIGOS، للإسهام في تلبية متطلبات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمية، بما في ذلك إعادة التحليل دعما لمراقبة المناخ. وتستجيب الشبكة GBON للمتطلبات العالمية للتنبؤ العددي بالطقس التي لا يمكن أن تلبيها أو تلبيها بالكامل حاليا نظم الرصد الفضائية القاعدة وحدها.

ملاحظات بشأن محطات/منصات الشبكة GBON:

1. ويوفر المكون الجغرافي الملائم لشبكة الرصد الأساسي العالمية (GBON) مكونا أساسيا داخل كل شبكة رصد أساسي إقليمية.
2. تستند الشبكة GBON إلى تصميم عالمي ويتم مراقبة التنفيذ على مستوى العالم.
3. ترد مواصفات الشبكة GBON في شكل جدول في [المرفق 4](#_4._Capacity_development) (من حلقة عمل الشبكة GBON، شباط/ فبراير 2020). وهي مستمدة من متطلبات الرصد للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمية المسجلة في قاعدة بيانات أداة تحليل واستعراض قدرات نظم الرصد (OSCAR)/ المتطلبات، إلى جانب تحليل للتكنولوجيات التشغيلية المستخدمة في جمع هذه الرصدات وتوافر الرصدات من مصادر أخرى.
4. وستتيح قائمة محطات/منصات الشبكة GBON من قائمة جميع المحطات/ المنصات المتاحة في النظام WIGOS كما سجلها الأعضاء في الأداة OSCAR/ السطح.

اعتمد المؤتمر العالمي الثامن عشر للأرصاد الجوية في عام 2019 مفهوم الشبكة GBON من خلال [القرار 34 (Cg-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=120) وطلب من لجنة البنية التحتية صياغة أحكام ذات صلة بشأن تصميم الشبكة GBON وتنفيذها وإدارتها. وسيحدد ذلك في [مرجع النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=19223#.Yk7fIedBxPY) (مطبوع المنظمة رقم 1160)، القسم 3.2.2 النظام العالمي للرصد الأساسي. يجب أن تمتثل محطات الشبكة GBON لإدارة جودة النظام WIGOS. وسيراقب التقدم المحرز في تنفيذ الشبكة (GBON) والتزامات الأعضاء والمنظمات والبرامج الدولية ذات الصلة تجاه الشبكة (GBON). وستنسق الاتحادات الإقليمية، بالتعاون مع لجنة البنية التحتية (INFCOM)، أنشطة المراقبة الفعلية. وستنسق بعض وظائف المراقبة وإدارة الحوادث من خلال نظام مراقبة الجودة (WDQMS).

تحدد الشبكة (GBON) التزاما ومتطلبات واضحة لجميع أعضاء المنظمة (WMO) للحصول على أهم بيانات الرصد السطحية القاعدة وتبادلها دوليا. وبينما توفر بعض المناطق إمدادا جيدا ومتينا من الرصدات السطحية القاعدة، تفتقر بعض مناطق العالم، لا سيما الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) وأقل البلدان نموا (LDCs)، إلى البنى التحتية والقدرة على تلبية متطلبات الشبكة (GBON). وفي عام 2020، أجرت المنظمة (WMO) تحليلا للثغرات في الشبكة (GBON) قدم تقديرا كميا لعدد محطات الرصد السطحية القاعدة التي سيتعين تركيبها وإصلاحها أو تحديثها وتبادل البيانات من أجل تلبية متطلبات الشبكة (GBON). وسيدعم المرفق (SOFF) أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية لإنتاج وتبادل بيانات رصد أساسية بالغة الأهمية للجنة (GBON)، أي لتحسين التنبؤ بالطقس والخدمات المناخية. وسيقدم مساعدة فنية ومالية ستوجه لها مراقبة الشبكة (GBON) الاستثمارات. وسيقدم [القسم 4](#_4._Capacity_development) من هذه الوثيقة مزيدا من المعلومات عن مبادرة المرفق (SOFF).

اعتمد القرار 4 بشأن الشبكة (GBON)، في الجزء الثاني من الدورة الأولى للجنة (INFCOM)، في تشرين الثاني/ نوفمبر 2020، مع توصية من اللائحة الفنية للجنة (GBON). كما قام المجلس التنفيذي باستعراضه وأوصى به من خلال التوصية 4 (EC-73) وأقرته الدورة الاستثنائية للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية في تشرين الأول/ أكتوبر 2021 (مشروع القرار 1/5.2).

يتطلب نهج نظام الأرض والأولويات الشاملة الأخرى للخطة الاستراتيجية للمنظمة (WMO) استعراض خيارات التنفيذ الإضافية لتطوير الشبكة (GBON). وينبغي أن يشمل الاستعراض ما يلي: أثر مختلف تكنولوجيات الرصد على برامج المنظمة (WMO)، والحاجة إلى تحفيز مواصلة تطوير تكنولوجيات الرصد الناشئة فيما يتعلق بنظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة على السواء، ومواصلة تعزيز التعاون مع دوائر البحوث ومشاركتها في عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR).

وفي [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of) من هذه الوثيقة، نوقشت أولويات تطوير شبكات الرصد وتعظيمها، وحددت الثغرات الرئيسية في الرصدات. ومن هذا الصدد، ينبغي للجنة (SC-ON) أن تنظر كذلك في التوسعات التالية في الشبكة (GBON)، بالتنسيق مع فريق الدراسة المعني بالمجموعة (GBON):

1. رصدات المحيطات؛
2. مراقبة المناخ وتطبيقاته وخدماته؛
3. غازات الاحتباس الحراري، والأوزون، والأهباء الجوية (للاطلاع على التفاصيل انظر [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of))؛
4. الغلاف الجليدي (للاطلاع على التفاصيل انظر أهداف التنمية المستدامة في [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of))،
5. الهيدرولوجيا (للاطلاع على التفاصيل، انظر الأفرقة (SOGs) في [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of)).

**2.4.2 الشبكة (GBON) وعلاقة الشبكة RBON**

وفي عام 2019، اعتمد المؤتمر العالمي الثامن عشر للأرصاد الجوية اللائحة الفنية لشبكة الرصد الأساسي الإقليمية (RBON) في حين لم تعد الشبكات السينوبتيكية والمناخية الأساسية الإقليمية (RBSN و RBCN) سارية (انظر [مرجع النظام WIGOS](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=19223#.Yk7fIedBxPY) (مطبوع المنظمة رقم 1160)، الفقرة 3.2.3). ومقارنة بالشبكة GBON، التي تلبي متطلبات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي وإعادة تحليل البيانات المناخية فقط، تهدف الشبكة RBON إلى استكمال الشبكة GBON واستبدال الشبكة RBSN والشبكة RBCN وتوسيعها من خلال معالجة متطلبات مستخدمي الرصد الخاصة بمجالات تطبيق المنظمة WMO التي حددت أولوياتها للتحديات الإقليمية الرئيسية المتعلقة بالطقس والمناخ والماء وغيرها من التحديات البيئية التي تواجه المناطق. ستتناول الشبكة (GBON) تقنيات رصد إضافية من قبيل محطات الرصد السطحية القاعدة للاستشعار عن بعد، بما في ذلك رادارات الطقس، والمحطات الهيدرولوجية، ومحطات رصد المحيطات. ومع ذلك، في حين تستهدف الشبكة GBON متطلبات صارمة من حيث الاستبانات المكانية والزمنية وتواتر دورة الرصد لأنواع محددة من نظم الرصد، أي محطات الطقس السطحية القاعدة والمسابير الراديوية، تنظر الشبكة RBON بدلا من ذلك إلى الطبيعة المركبة لنظام الرصد وتستهدف متطلبات مستخدمي الرصدات للمتغيرات المطلوبة على مستوى العتبة (انظر قاعدة بيانات متطلبات الأداة OSCAR). وتحدد لجنة البنية التحتية معايير لتصميم الشبكة RBON على المستوى الإقليمي ويتوقع أن يتخذ قرارها في نهاية عام 2022. وابتداء من عام 2023 فصاعدا، تضطلع الأفرقة العاملة التابعة للاتحادات الإقليمية والمعنية بالبنية التحتية بهذا التصميم بالتشاور مع أعضاء الإقليم، ويقرر الاتحاد الإقليمي في نهاية المطاف تكوين الشبكة RBON. ونحث الأعضاء على المساهمة في تشكيل الشبكات الإقليمية للشبكة RBON.

**2.4.3 تحليل الفعالية من حيث التكلفة لقدرات الرصد على تقديم المعلومات والنواتج المطلوبة؛**

يتمثل عنصر هام في اعتبارات تصميم نظام الرصد في فعاليته من حيث التكلفة. ونتيجة للضغط على الأموال العامة، أجبرت العديد من المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) على أن تظهر بوضوح أهمية البنى التحتية والبحوث الخاصة بالرصد ومعالجة البيانات لتوفير المعلومات العامة الأساسية وخدمات التنبؤ والإنذار لمجتمعاتها الوطنية.

ومكونات الرصد في خدمات الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا والمناخ هي من بين الأجزاء الأكثر تكلفة من مجموع تقديم الخدمات. ومن الأهداف الرئيسية للنظام WIGOS تعزيز وتيسير تطوير نظم الرصد التي تقدم نواتج محسنة للمستخدمين بطريقة أكثر فعالية من حيث التكلفة.

وشجعت لجنة النظم الأساسية (CBS) السابقة الأعضاء على تقييم فعالية نظم الرصد من حيث التكلفة. ومن شأن إجراء حساب كامل للفائدة من حيث التكلفة أن يقيم تكاليف نظم الرصد السنوية، وأثر الرصدات على كل مجال من مجالات التطبيق في عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR)، والأثر على الخدمات، والفوائد التي تعود على المستخدمين التي تعزى إلى تأثيرها على الخدمات. وكمثال على ذلك، حققت دائرة الأرصاد الجوية (المملكة المتحدة) في الأثر لكل تكلفة بالنسبة للرصدات في التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي باستخدام تقنية قائمة على التوحيد، تدعى (FSOI)، لتقييم أثر كل نوع من أنواع نظم الرصد. لمزيد من التفاصيل، انظر الدراسة الكاملة [لمكتب الأرصاد الجوية](https://wmoomm.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_activityarea/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factivityarea%2FGlobal%20Observing%20System%20%28GOS%29%5F7f452102%2D7575%2De911%2Da98e%2D000d3a44bd9c%2FRRR%2FDocuments%2FUK%2DMetoffice%2DCost%2DBenefit%2DStudy%2D201408%2DFRTR%5F593%5F2014P%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factivityarea%2FGlobal%20Observing%20System%20%28GOS%29%5F7f452102%2D7575%2De911%2Da98e%2D000d3a44bd9c%2FRRR%2FDocuments&p=true). وثمة حاجة إلى مزيد من هذه الأعمال، بما في ذلك في مجالات أخرى، ونشجع الأعضاء على المشاركة في مزيد من الدراسات.

وقدرت دراسة[[12]](#footnote-13) حديثة أجراها البنك الدولي والمنظمة (WMO) ومكتب الأرصاد الجوية في المنظمة (WMO)، أن إدخال تحسينات على تغطية وتبادل الرصدات السطحية القاعدة لتلبية مواصفات الشبكة (GBON) يمكن أن يحقق فوائد اجتماعية واقتصادية عالمية إضافية تتجاوز 5 بلايين دولار أمريكي سنويا. يستنتج أن الرصدات السطحية القاعدة ينبغي أن تعامل بوصفها من المصلحة العامة الحيوية، مع الإشراف العام والتبادل المفتوح داخل دوائر الأرصاد الجوية والمناخية.

**2.4.4 الفرص فيما يتعلق بالتآزر وتعظيم نظم الرصد**

ويمكن للتعاون الإقليمي والعالمي بين المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا ومع منظماتها الوطنية والإقليمية المعنية للحماية البيئية، ومعاهد البحوث والأوساط الأكاديمية، أن يحقق قدرة محسنة كبيرة عن طريق تقديم رصدات أكثر عددا ومحسنة، لن يتمكن الأعضاء من تقديمها على أساس وطني. يمكن تقديم بيانات الرصد جماعيا فوق المحيطات والمناطق النائية الأخرى، ويمكن إغلاق الثغرات على المستوى الإقليمي ومن خلال خدمات مركزية مثل مراقبة الجودة المركزية، وعبء عمل مشترك، وتحسين كفاءة التكاليف.

وترد في هذا القسم أمثلة لبرامج التعاون الإقليمية والعالمية الناجحة لتشجيع الأعضاء على الانضمام إليها أو على دعم فرص التآزر في إقليمهم.

**الرصدات من على متن الطائرات**

وقد استهلت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) وأعضاؤها البرنامج العالمي للنظام (AMDAR)، بالتعاون مع شركاء الطيران، وأدى ذلك إلى تطوير نظام الرصد التابع للنظام (AMDAR). وفي البداية، أنشئت برامج وطنية للنظام AMDAR بين الأعضاء وشركات الطيران الوطنية التابعة لهم. ويستخدم نظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR) أجهزة الاستشعار والحواسيب ونظم الاتصالات الموجودة أساسا على متن الطائرات لجمع بيانات الأرصاد الجوية ومعالجتها وتحديد نسقها وإرسالها إلى المحطات الأرضية عن طريق السواتل أو الوصلات الراديوية. وبمجرد وصولها إلى الأرض، تبث البيانات إلى المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs)، حيث تتم معالجتها ومراقبة جودتها وإرسالها على النظام العالمي للاتصالات (GTS) التابع لنظام معلومات المنظمة (WIS). وفي وقت لاحق، وضعت برامج إقليمية من قبيل شبكة الرصد من على متن الطائرات التابعة لشبكة الرصد من على متن الطائرات (EUMETNET-ABO) بفضل عملية جمع البيانات المحسنة، والمراقبة المركزية للجودة، والإدارة الفعالة من حيث التكلفة.

تحتفظ المنظمة (WMO) بالمواد والمعايير التنظيمية الدولية لتشغيل نظام الرصد AMDAR وتشرف، من خلال لجانها الفنية، على صيانة وتطوير نظام الرصد التابع للبرنامج (AMDAR) وبرنامج العمل بشأن الرصد من على متن الطائرات (ABO) من خلال تنسيق فرق الخبراء التابعة للجنة الفنية. يواصل أعضاء المنظمة (WMO) تطوير وتوسيع نظام الرصد التابع للنظام AMDAR تماشيا مع توصيات عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR) وبيان التوجيه فضلا عن نتائج دراسات أثر التنبؤ العددي بالطقس (NWP). يمكن الحصول على مواد مرجعية تتعلق بتطوير برنامج AMDAR على الصعيدين الوطني والإقليمي في [برنامج (AMDAR) وموارد النظام (AMDAR) التابع للمنظمة (WMO).](https://community.wmo.int/activity-areas/aircraft-based-observations) مجال تطوير

وتستخدم البيانات المجمعة في مجموعة من تطبيقات الأرصاد الجوية، بما في ذلك التنبؤ العددي بالطقس (NWP) في مجال الأرصاد الجوية، والتنبؤ العام بالطقس، ومراقبة المناخ والتنبؤ به، ونظم الإنذار المبكر بالمخاطر الجوية، والأهم من ذلك، مراقبة الطقس والتنبؤ به دعما لصناعة الطيران.

وبالنسبة للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، يقدم النظام (AMDAR) مرتسمات دقيقة (الصعود والهبوط) من المنطقة المجاورة للمطارات ذات التغطية المكانية والزمنية الجيدة فوق الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا، وأستراليا/ نيوزيلندا، وشرق الصين، وأجزاء كبيرة من أمريكا الجنوبية. تتوفر رصدات مستوى الطيران AMDAR من مسارات الطيران الرئيسية. وتكمل رصدات النظام (AMDAR) بشكل متزايد بيانات الطائرات الواردة من النظم المنظمة لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) وإدارة الحركة الجوية (ADS-C) والمراقبة التابعة الأوتوماتية للأرصاد الجوية (ADS-B/Mode-S).

وفي حين كان البرنامج ينمو ويعمل بنجاح في أوروبا وأمريكا الشمالية وآسيا وأوقيانوسيا، لا تزال هناك مناطق كبيرة، من قبيل شمال ووسط أفريقيا، وشرق أوروبا، وغرب ووسط آسيا، وجنوب غرب المحيط الهادئ، والشرق الأوسط، حيث التغطية محدودة. وأحد أسباب ذلك هو محدودية التمويل المتاح في هذه الأقاليم لتوسيع نطاق البرنامج.

وإقرارا بفوائد بيانات النظام AMDAR، تقترح الرابطة الدولية للنقل الجوي (IATA) والمنظمة (WMO) العمل معا على توسيع نطاق البرنامج ليشمل مناطق جغرافية جديدة مع منح شركات الطيران المشاركة سيطرة أفضل على البيانات التي تقدمها للبرنامج والوصول إليها. وسيطور البرنامج التعاوني للنظام AMDAR المشترك بين المنظمة (WMO) والبرنامج (IATA) ويقيم التعاون المقصود به تحقيق هذه الأهداف. ويهدف البرنامج التعاوني (WICAP) في جملة أمور إلى تنفيذ عملية أكثر كفاءة وتبسيعا لشركات الطيران للانضمام للبرنامج والمساهمة فيه، ووضع عمليات لآلية تمويل مستدامة وهيكل إقليمي مقترح لدعم عمليات النظام AMDAR وتوسيع نطاقه. وسييسر ذلك أيضا مشاركة أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية. ومن خلال إقامة علاقة عمل أكثر كفاءة بين مشغلي برنامج إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (NMHSs) ومستخدمي البيانات ومقدمي البيانات وغيرهم من أصحاب المصلحة، ستتحقق تغطية عالمية معززة لبيانات الرصد على متن الطائرات، بما في ذلك التركيز على الجهود الرامية إلى توسيع نطاق قياسات بخار الماء والاضطرابات المائية على نطاق العالم.

وفي إطار البرنامج التعاوني (WICAP)، سيصبح تشغيل عدد من جوانب برنامج إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR) أكثر مركزية، بما في ذلك تحديد الاحتياجات إلى البيانات، ووضع اتفاقات، ومعالجة بيانات البرنامج، وتقاسم التكاليف البرنامجية والبنية الأساسية من جانب أعضاء المنظمة (WMO) الذين يختارون المشاركة في البرنامج. وستقوم الاتحادات الإقليمية للمنظمة (WMO) بتجميع المتطلبات وتحليلها، مع تنسيق شراكات شركات الطيران ووظائف معالجة البيانات على المستوى الإقليمي أيضا. ويمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل والمعلومات عن جميع جوانب التشغيل المقترح للبرنامج (WICAP) في مفهوم عمليات البرنامج (WICAP) الكامل، المتاح كوثيقة [معلومات](https://elioscloud.wmo.int/share/s/0_TQ_vzsRfiFUtRqN0kh5g).

وتشجع الاتحادات الإقليمية التابعة للمنظمة (WMO) وأعضاؤها على مواصلة العمل على إنشاء برامج إقليمية للنظام (AMDAR) في إطار البرنامج (WICAP) وفقا لخطة تنفيذ البرنامج (WICAP). ولن تحل المشاركة في هذه البرامج الإقليمية الخاصة بالبرنامج التعاوني (WICAP) في البداية محل البرامج الوطنية والإقليمية الحالية للنظام (AMDAR)، وإن كان من المتوقع إتاحة الفرصة للتبديل إلى البرنامج (WICAP).

وفي تشرين الأول/ أكتوبر 2020، وقعت بين الرابطة الدولية للنقل الجوي (IATA) والمنظمة (WMO) ترتيبات العمل بشأن إنشاء وتشغيل البرنامج (WICAP). ومواصلة تطوير تنفيذ البرنامج التعاوني (WICAP) توجهها فرقة الخبراء JET-ABO التابعة للجنة الدائمة لنظم رصد الأرض وشبكات المراقبة (SC-ON). وعقد مجلس إدارة البرنامج التعاوني (WICAP)، الذي يتألف من مجموعة من المسؤولين والممثلين الفنيين المعينين من قبل الرابطة الدولية للنقل الجوي (IATA) والمنظمة (WMO) اجتماعه الأول في أوائل عام 2021. ولا يزال الهدف هو تنفيذ الهياكل الإدارية والتشغيلية الإقليمية للنظام (WICAP) بالكامل بحلول نهاية عام 2023. ويمكن الاطلاع على آخر المعلومات عن البرنامج التعاوني للنظام (AMDAR) المشترك بين المنظمة (WMO) والبرنامج (IATA) على [الموقع الشبكي للبرنامج (WICAP](https://community.wmo.int/activity-areas/aircraft-based-observations/about-wicap) ) على منصة دوائر المنظمة (WMO).

**شبكة الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET)**

شبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) هي شبكة تتألف من 31 مرفقا وطنيا أوروبيا للأرصاد الجوية، أنشئت لتعزيز التعاون بين الأعضاء لزيادة الكفاءة والفعالية والتأثير الدولي. ومجالات تركيزها الرئيسية هي الرصدات، وخدمات التنبؤ، والطيران. وبرنامج الرصد التابع لشبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) هو النشاط الرئيسي لشبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET)، ويركز على إدارة وتطوير النظام الأوروبي المركب للرصد (EUCOS). كما أنها تسهم في جهود الرصد العالمية الأوسع نطاقا من خلال دعم تطوير وتشغيل النظام WIGOS. والهدف الرئيسي من "مجال قدرات" رصدات شبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) هو تحسين أداء نظام الرصد الأوروبي للتمكين من إدخال تحسينات على التنبؤ الآني، والتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، والأرصاد الجوية للطيران، ومراقبة المناخ. وفي أعقاب مشاورات أجريت مؤخرا مع جماعات المستخدمين الأوروبيين، خلص الفريق إلى أن احتياجاتها ذات الأولوية العليا تتعلق بتحسين التنبؤ على نطاق الكيلومترات المربعة.

وبالإضافة إلى هذه البرامج التشغيلية، يوفر مجال قدرات الرصد التابع لشبكة الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) أيضا ما يلي:

1. برنامج للبحث والتطوير يرمي إلى إحراز تقدم في تصميم وتطور النظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS) لتلبية الحاجة المتزايدة إلى الرصدات مع الحفاظ في الوقت ذاته على التكاليف المستقبلية بتكلفة ميسورة؛
2. مركز إقليمي للنظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (RWC) لمراقبة أداء شبكات الرصد في جزء كبير من المنطقة الإقليمية السادسة للمنظمة (WMO) وضمان اتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الاقتضاء؛
3. وضع إطار للتعاون بين الأعضاء بشأن موضوعات إضافية ذات أهمية مشتركة تشمل مثلا مراقبة جودة البيانات، والأدوات السطحية، وحشد الموارد، وعمليات المسابير الراديوية؛
4. التمثيل الدولي نيابة عن الأعضاء، لدعم الجهود العالمية الأوسع نطاقا لتعزيز النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS)، والمساهمة في المبادرات الأوروبية ذات الصلة من قبيل كوبرنيكوس والتأثير في القرارات الدولية بما يخدم مصلحة أعضاء شبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET).

ومكتب الأرصاد الجوية (المملكة المتحدة) مسؤول، بالتعاون مع المرفق الألماني للأرصاد الجوية (Deutscher Wetterdienst)، عن مجال قدرات الرصد التابع لشبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) في المرحلة البرنامجية 2019-2023.

وقد جلب البرنامج التشغيلي للنظام (EUCOS) قدرة محسنة إلى حد كبير، لن يتمكن الأعضاء جماعيا من تقديمها على أساس وطني من خلال:

1. توفير مزيد من الرصدات فوق المحيطات، والقياسات المثلى من الطائرات فوق أوروبا، وبيانات بخار الماء من النظام العالمي للرصد (GNSSs)، وبيانات جديدة من النظم الأوروبية لراسمات الرياح وراسمات الرياح الرادارية للطقس؛
2. تحسين نتائج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) من خلال إنشاء برنامج الدراسات التابع للنظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS) لإسداء المشورة بشأن تصميم شبكات الرصد - وأطلقت بالتعاون مع فرقة الخبراء الاستشارية العلمية التابعة للنظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS) دراسات أثر مختلفة لإعطاء توجيهات بشأن كيفية تصميم النظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS) من أجل تلبية متطلبات المستخدمين على نحو أفضل؛
3. تحسين شبكة رصد الهواء العلوي التابعة للنظام (EUCOS) في المستقبل إلى أقصى حد من خلال الاستفادة على أفضل نحو من شبكة المسابير الراديوية وإدراج قياسات المقاطع الجانبية من الطائرات التجارية، وراسمات الرياح، ورادارات الطقس، وبخار الماء المتكامل المسترجع من قياسات النظام العالمي للسواتل لأغراض الملاحة (GNSS) الأرضي القاعدة - وينسق النظام الأوروبي (EUCOS) تنسيق تنسيق شبكات الهواء العلوي الوطنية نتيجة للمتطلبات العالمية والإقليمية والوطنية؛
4. تقديم خدمة مراقبة جودة مركزية مع زيادة أداء الشبكة من خلال مراقبة جودة النظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS) وإجراءات تصحيح الأخطاء؛
5. أن يكون جزءا من النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) وييسر تنفيذ مقترحات المنظمة (WMO) بشأن تطور النظم العالمية المتكاملة للرصد (WMO) في أوروبا؛
6. تقاسم عبء العمل والتكاليف فيما يتعلق بالبرامج المتكاملة؛
7. وتعويض المشغلين الوطنيين الذين تجري المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMSs) مزيدا من الرصدات لصالح الجميع.

ووفقا لاستراتيجية شبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) للرصدات للفترة 2020-2025، فإن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) الأوروبية على استعداد لتعزيز فكرة النظام (EUCOS) لتتسع لمناطق أخرى. وتتيح التجربة مع التعاون في الشبكة الأوروبية للأرصاد الجوية (EUMETNET)، ولاسيما في إطار النظام الأوروبي لرصد المناخ (EUCOS)، نموذجا محتملا للتعاون لصالح مناطق أخرى وقد يساعد في سد الفجوات في شبكات الرصد العالمية. إن الأنشطة التالية لمجال قدرات الرصد لشبكة المرافق الأوروبية للأرصاد الجوية (EUMETNET) ذات أهمية خاصة لسد الثغرات القائمة في نظام الرصد:

1. OPERA: تتمثل أهداف هذا البرنامج في توفير منصة أوروبية لتبادل الخبرات بشأن مسائل رادارات الطقس، وتبادل بيانات رادارات الموقع الواحد من زهاء 180 رادارات الطقس التشغيلية التابعة لأعضائه الأوروبيين، وإعداد وإنتاج وتوزيع منتجات مركبة عالية الجودة من الرادارات الأوروبية.
2. الملامح الإلكترونية: يدير برنامج الملامح الإلكترونية الشبكة الأوروبية من مرتسمات الرياح الرادارية وأجهزة الليدار الأوتوماتية وأجهزة قياس ارتفاع السحب من أجل مراقبة المرتسمات الرأسية للرياح والأهباء الجوية، بما في ذلك الرماد البركاني.
3. E-ABO: ينفذ برنامج الرصد من على متن الطائرات (E-ABO) قياسات عالية الجودة لمتغيرات الأرصاد الجوية في الهواء العلوي من الطائرات.
4. E-SURFMAR: ينسق برنامج سطح البحر الأوروبي (E-SURFMAR) الأنشطة الأوروبية للرصدات البحرية السطحية ويحسنها ويدمجها تدريجيا.
5. E-GVAP: يهدف برنامج الشراكة (E-GVAP) إلى تزويد شركاء شبكة مرافق الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) بقياسات تأخير النظام العالمي للسواتل لأغراض سواتل الأرصاد الجوية (GNSS) وقياسات بخار الماء لأغراض الأرصاد الجوية التشغيلية.
6. E-ASAP: الهدف من الخدمة التشغيلية لشبكة EUMETNET-ASAP هو تنسيق وتحسين رصدات مناطيد الطقس في مناطق المحيطات التي تشح فيها البيانات.

**البرامج التجريبية المحددة الأخرى**

1. تعاون الاتحاد الإقليمي الثالث مع الرصدات الهيدرولوجية
2. وثائق أخرى (يمكن إضافتها خلال التحديثات اللاحقة للوثيقة)

**2.4.5 استراتيجيه وتوجيه الأعضاء بشأن الرصدات الحضرية؛**

وتوفر [الإرشادات الخاصة بالخدمات الحضرية المتكاملة في مجالات الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخ والبيئة (مطبوع](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9903) المنظمة رقم 1234) أساسا لمساعدة أعضاء المنظمة (WMO) في إعداد وتنفيذ خدمات حضرية متكاملة لتلبية الاحتياجات المتنوعة والمحددة لأصحاب المصلحة في المدن في بلدانهم. ويشمل نطاق الخدمات الحضرية المتكاملة المناخ والطقس والبيئة (بما في ذلك نوعية الهواء والماء، والإيكولوجيا، والكائنات الحية، وغازات الاحتباس الحراري) والمياه. والمرافق الوطنية (NMHSs) هي في أفضل وضع لتقديم الخدمات المتكاملة نظرا لما تمتلكه من خبرة وبنية تحتية ودور تاريخي للإنذار المبكر. ويقدم [المرفق 5](#_Communication_Plan_on) مناقشة مستفيضة للثغرات في وحدة الخدمة المتكاملة (IUS) للنظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS).

بحلول عام 2050، سيكون 80 في المائة من سكان العالم في مراكز حضرية ذات سلامة وأمن الناس والبيئة والبنى التحتية الحيوية والاقتصاد للحماية. وقد تسفر ظاهرة خطرة واحدة عن عملية متسلسلة قد تكون لها آثار متعددة الجوانب (تؤدي الفيضانات، مثلا، إلى انقطاع في النقل أو انقطاعات في التيار الكهربائي وتعطل عمليات الإنقاذ والإنعاش)، وتتطلب إنذارات مبكرة متسقة ودقيقة متعددة الأخطار لاتخاذ القرارات. وتسيطر قضايا الطقس والمناخ والبيئة والماء على عمليات التصميم الحضري وإدارة الطوارئ. وهذا يدفع إلى الحاجة إلى نهج متكامل وسلس لنظام الأرض وسلسلة القيمة لتقديم الخدمات الحضرية. ويمكن أن يحدث التكامل في أي مكان على طول سلسلة القيمة من مرحلة الرصد إلى مرحلة صنع القرار.

والرصدات الحضرية والمنتجات المشتقة لازمة مباشرة لفهم العمليات والعلوم الحضرية، وإقامة علاقات إحصائية للمناطق الريفية والحضرية، ووضع بارامترات نموذجية، ووضع المناخيات، والإنذارات المبكرة، والتحقق في الوقت الحقيقي، والحفاظ على الوعي بالحالة، واستخدامها في النظم الأوتوماتية أسفل المجرى لدعم القرار المستخدمة في إدارة الطوارئ أو في عمليات اتخاذ القرارات المتعلقة بالأخطار المتعددة الأخرى.

الإرشادات الموجودة في جميع مجالات تطبيق النظام WIGOS مهمة لأن الخدمات المتكاملة (IUS) متعددة النطاقات وتتراوح من النطاقات العالمية والإقليمية والمحلية (المجاورة) والنطاقات المكانية (البناء) الصغيرة. كما أن الطبقة المتاخمة للمناطق الحضرية ثلاثية الأبعاد وتتكون من طبقات فرعية بالقصور الذاتي والخشونة والمظلة (من نحو 100 متر إلى 2 كم). وتختلف العمليات الكيميائية للغلاف الجوي عند نطاقات مكانية وزمنية أدق (ثوان تقريبا). ومع ذلك، تختلف الرصدات والشبكات الحضرية اختلافا كبيرا بسبب طرائق الرصد، وعدم تجانس أجهزة الاستشعار والتكنولوجيات، وتركيب أجهزة الاستشعار المتعددة الجراد، والبيئة الحضرية (الغطاء السطحي، والمناطق المبنية، والنفاذية)، وارتفاعات القياس المتعددة بسبب قضايا العوائق المحلية فضلا عن مجموعة المتغيرات.

وهو مشترك بين الجميع، ومن الثغرات الرئيسية، المعلومات التفصيلية عن البيئة الحضرية، ويعد التصنيف الموحد أساسيا لفهم الطابع التمثيلي للرصدات، وتحديد متطلبات القياس والمكان، فضلا عن مقارنة النتائج العلمية ونقلها بكفاءة. وقد استهلت جهود دولية قائمة على المجتمع للحصول على معلومات عن المناطق المناخية المحلية والبيئة الحضرية الصغيرة ونشرها (قاعدة البيانات الحضرية العالمية وأدوات بوابة الوصول). ويجب إدراج هذه المعلومات البيئية، فضلا عن المعلومات المتعلقة بالأدوات والاعتصامات، وربما بيانات الرياح، وتحديثها كثيرا في البيانات الشرحية.

ولا يوجد سوى عدد قليل من المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) محطات حضرية للأرصاد الجوية، بينما قامت وكالات بيئية كثيرة بنشر محطات عالية الجودة لنوعية الهواء مزودة بأجهزة استشعار للأرصاد الجوية؛ وقد قامت بعض البلديات بنشر شبكات محطات طقس مدمجة؛ يجري قياس معظم الأنهار، وكذلك بعض شبكات المجاري في المناطق الحضرية؛ ونشرت البحوث والمشاريع الإيضاحية وقاع الاختبار شبكات من الاستشعار عن بعد والتكنولوجيات الموقعية؛ والمركبات المتنقلة مزودة بأجهزة استشعار للأرصاد الجوية أو مواصفات الجودة يمكن أن توفر عند الجمع رصدات أساسية ومرجعية للمستوى. وتشمل تكنولوجيات المصادر الحاشدة أبراج الموجات الصغرية للهواتف المحمولة، وتكنولوجيات المركبات (درجة الحرارة، وأجهزة الكشف عن الهطول لتفعيل الممسحات، وأجهزة الليدار، والرادارات، والكاميرات لمساعدة السائق)، والهواتف المحمولة (درجة الحرارة، والضغط، والأشعة فوق البنفسجية)، وتطبيقات المصادر الحاشدة (تقارير الطقس، نشاط تويتر، إنستغرام) يمكن أن توفر رصدات شاملة للمستوى على طول سلسلة القيمة لإتاحة التحقق من الخدمات التقنية المتكاملة عالية التأثير. وسيمكن تكامل هذه الشبكات من بناء قدرات جديدة، وزيادة القدرة، والحد من الازدواجية والتكاليف. ومع تطور الخدمات الحضرية المتكاملة، ستزداد توقعات الدقة التي ستتطلب مراقبة عوامل إضافية (مثل تراكم الحطام الذي يسد المجاري والأنهار الحضرية) التي ستتطلب استحداث تكنولوجيات جديدة وتكييفا متناسبا مع نظام التنبؤ. ونظرا لاتساع نطاق المسائل، هناك حاجة إلى محطات حضرية مرجعية لحل مسائل تفسير البيانات وجودتها.

سيعتمد تصميم شبكات الرصد في الخدمات البحرية الدولية على متطلبات الخدمة. وفي حين أن هناك أمثلة جيدة ومحددة عن الخدمات المتكاملة، فإن تنفيذ الخدمات المتكاملة قد يعتبر هامشيا على نطاق عالمي. يوجد نشاط مستمر لإضفاء الطابع الرسمي على الرصدات والبيانات الشرحية ومتطلبات الخدمة. وتمثل الإدارة، والمعارف المتوافرة والنفاذ إلى بيانات ونواتج الخدمات الحضرية المتكاملة، وآليات التبادل، والملكية الفكرية، والخصوصية، والبحوث السريعة إلى العمليات والعمليات وصولا إلى نقل التكنولوجيا إلى الخدمات، والفوائد المتبادلة للتكامل والشراكات على طول سلسلة القيمة تحديات تتطلب القيادة والقدرات وتطوير القدرات.

**2.4.6 التوصيات بشأن استخدام تكنولوجيات الرصد الجديدة**

***2.4.6.1 إرشادات بشأن استخدام التكنولوجيات الناشئة السطحية القاعدة***

يتمثل جزء من استراتيجية اللجنة الدائمة للقياسات والمقاييس (SC-MINT) فيما يتعلق بمستقبل القياسات البيئية في تقديم إرشادات بشأن تنفيذ تكنولوجيا القياس الجديدة وتحديد إمكانات تكنولوجيات وتقنيات القياس الناشئة. وستستمر المراكز الرائدة للقياسات، وفرق الخبراء، والمراكز الإقليمية للأدوات، وكذلك الأوساط البحثية، في القيام بدور حاسم الأهمية في نقل التكنولوجيات الجديدة إلى مرحلة التشغيل.

من الشروط الضرورية لتشغيل أي نظام رصد جديد إبراز الرؤية التجارية وتوافرها. وعلاوة على ذلك، يلزم اختبار جميع الأدوات والنظم الجديدة وتقييمها في ظل ظروف تشغيلية واقعية على مدى فترة زمنية طويلة بدرجة كافية. وهذا الاختبار ضروري للتمكين من إجراء تقييم شامل للقيمة العملية ومتانة التشغيل وكذلك لتحديد تقدير موثوق لدقة القياسات وجودة النواتج المشتقة ذات القيمة المضافة. ويمكن تصنيف الجاهزية التشغيلية لأداة أو نظام معين باستخدام مفهوم مستويات الاستعداد التكنولوجي الموحدة. وأخيرا، يجب تحليل جميع تكاليف دورة الحياة والتشغيل تحليلا موضوعيا لأن القدرة على تحمل التكاليف تمثل قيدا رئيسيا، وتتطلب نسبة مقبولة من التكلفة إلى الفائدة قبل أن يتسنى تنفيذ أي أداة أو نظم رصد جديدة تشغيليا.

ويجري حاليا النظر أيضا في مفهوم للشبكات ذات المستويات، الذي وضعه النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) أصلا، فيما يتعلق بالشبكات الأخرى من جانب اللجنة (INFCOM). وسيشكل تطوير هذا الهيكل، في حالة اعتماده، تطورا هاما لتطوير النظام WIGOS. ويمكن للمراكز الرائدة للقياسات أن تضطلع بدور استعراض وتجريبة التكنولوجيات والأدوات والنظم الجديدة والناشئة وتطوير إرشادات لاستخدامها.

انظر أيضا [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of) بشأن تحليل الثغرات، والقسم [2.5](#_2.5_Actions_with) بشأن أكثر الاحتياجات إلحاحا لمواصلة تطوير تكنولوجيا أجهزة الاستشعار.

**تقنيات الاستشعار عن بعد الأرضية القاعدة**

وتلائم عدة طرائق استشعار عن بعد أرضية القاعدة، إيجابية وغير نشطة على حد سواء، الأرصاد الجوية التشغيلية. ويمكن تقسيمها تقريبا إلى طول موجي إلى "مدى بصري"، بما في ذلك الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء، أو "نطاق الموجات الدقيقة". ويحدد الطول الموجي المستخدم خصائص الانتشار والتشتت الفيزيائيين: ويعتمد نطاق قياس النظم البصرية على السمك البصري في الغلاف الجوي، في حين أن نظم السبر بالموجات الدقيقة يمكن أن تخترق السحب والهطول بشكل عام. وبالنسبة للأطوال الموجية القصيرة جدا، يكون التشتت الجزيئي ملائما. وفي خلاف ذلك، يحدث التشتت أساسا في الجسيمات المعلقة (الهباء الجوي، والسحب، والهطول) في الهواء. وبالنسبة للأطوال الموجية في النطاق العشري والتشتت الأكبر، يكون التشتت في الهواء الصافي (معامل الانكسار) مفيدا. وتحلل النظم غير السلبية الإشعاع الجوي الناجم عن الانبعاثات الحرارية. وأي امتداد مستقبلي لنظام الرصد مع نظم الاستشعار عن بعد يجب أن يراعي قيود انتشار الأمواج الفيزيائية لكل طريقة، مما يفسر إلى حد كبير معظم القدرات فضلا عن القيود.

ويمكن أن توفر طرائق الاستشعار عن بعد عموما بيانات ذات استبانة زمنية عالية، بطرائق نشطة توفر علاوة على ذلك جانبيات ذات استبانة رأسية للمتغيرات الدينامية الحرارية، مثل الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة، فضلا عن معلومات كمية غير مباشرة عن الجسيمات السائلة والصلبة الصغيرة (السحب والأهباء الجوية) المعلقة في الغلاف الجوي.

ويستعمل بالفعل جيل جديد من أجهزة الاستشعار عن بعد الأرضية القاعدة، التي كثيرا ما تسمى "أجهزة رسم المقاطع الرأسية"، من قبيل راسمات الرياح (الرادارات وأجهزة الليدار على حد سواء) أو يجري تطويره حاليا مع التركيز على قياسات درجة الحرارة أو الرطوبة أو الهباء الجوي أو الخواص المتصلة بالسحب.

**المنصات غير المصنفة**

وفي الوقت نفسه، مكنت الوتيرة السريعة للتطور الفني من استحداث مركبات "روبوتية" مستقلة إلى حد كبير، وكان من أبرز فئاتها الطائرات الروبوتية (UAS) التي تشمل طائفة واسعة من مسابير التأقلم مع الطبقة المتاخمة الأوتوماتية بالكامل[[13]](#footnote-14) حتى طائرات مثل "هوك" العالمية التابعة للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) [[14]](#footnote-15) (التي لم تعد في الخدمة). ويمكن أن تحمل منصات النظام UAS هذه، اعتمادا على حجمها، أجهزة استشعار سطحية القاعدة وأجهزة استشعار للاستشعار عن بعد على حد سواء.

وقد قدمت بالفعل مقترحات بالاستعانة بشبكة من أنظمة UAS مستقلة متعددة الأطراف لإنشاء "مسابير ثلاثية الأبعاد"، غير أنه لايزال يتعين الرد على عدد من الأسئلة العملية، من قبيل لوائح تشغيل المجال الجوي وكذلك الحدود التي تفرضها أحوال الطقس السلبية. وتتضمن النشرة الإخبارية 21 من رسائل ABO ملخصا عن النظام العالمي المتكامل للرصد (UAS) في مجال الأرصاد الجوية التشغيلية.

ويثير النظام UAS على الارتفاعات العالية والمتانة الطويلة أهمية خاصة فيما يتعلق بقدرتهم على سد الفجوات في المناطق النائية، لا سيما فيما يتعلق بالطقس شديد التأثير.

ومن أمثلة المنصات غير المنساقة للتطبيقات المحيطية عوامات Argo، والمحطات الشراعية، والمحطات العائمة الراسية والمنساقة، ومقاييس مستوى سطح البحر، والرادارات ذات التردد العالي، وأجهزة الاستشعار المحمولة بالحيوانات. ومن الأمثلة الأخرى للمركبات غير المنسابة العوامات الناضجة من نوع Argo وغيرها من المركبات المماثلة لتقييم سمك الجليد البحري.

واعتمدت لجنة البنية التحتية خطة لمشروع إيضاحي عالمي بشأن استخدام نظم الطائرات بدون الطائرات (UAS) في الأرصاد الجوية التشغيلية (انظر [المقرر 5.1.1(7)/1 (INFCOM-1(III)](https://meetings.wmo.int/INFCOM-1-III/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/INFCOM-1-III/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/INFCOM-1(III)-d05-1-1(7)-UAS-DEMO-approved_en.docx&action=default))). ويدعى الأعضاء الراغبون في المشاركة في المشروع الإيضاحي إلى الاتصال بأمانة المنظمة (WMO).

**الاستعداد الفني لنظم الرصد الجديدة**

ومن وجهة نظر ممارسات الإدارة الجيدة، من الضروري دائما النظر في أداء فرادى الأدوات قبل تنفيذها تشغيليا. والتعريف الواضح لمبدأ القياس - الاستشعار المباشر أو الاستشعار عن بعد، وطريقة محول القياس الفيزيائية نفسها أمران مهمان لتحديد مسائل التصميم الفني التي يمكن حلها في مرحلة مبكرة.

ويمكن تصنيف استعداد أداة معينة للاستخدام التشغيلي باستخدام ما يسمى بأداة إدارة مستوى الاستعداد التكنولوجي ([TRL](https://en.wikipedia.org/wiki/technology_readiness_level)). وإسناد الأدوات إلى قاعدة البيانات (TRL) قد يكون صعبا، وينبغي تنفيذها في مجموعة واضحة من المعايير المحددة التي لا لبس فيها وموضوعية قدر الإمكان:

1. ثبت وجود نظام فعلي في بيئة تشغيلية؛
2. استكمال النظام وتؤهلينه؛
3. النموذج الإيضاحي للنظام في البيئة التشغيلية؛
4. التكنولوجيا المبينة في البيئة ذات الصلة؛
5. التكنولوجيا المعتمدة في البيئة ذات الصلة؛
6. تكنولوجيا مثبتة في المختبر؛
7. إثبات صحة المفهوم التجريبي؛
8. صياغة مفهوم التكنولوجيا؛
9. المبادئ الأساسية المرصودة.

ويجب أن يبين أي تحليل ناجح توافرا فنيا (آليا) كافيا (مثلا > ٪95 على مدى السنة)، وقابلية التشغيل في الهواء الطلق في جميع الأحوال الجوية، فضلا عن توافر بيانات كافية وجودة بيانات "ملائمة للغرض" - مرتبطة بمعايير الأداة OSCAR/ المتطلبات.

***2.4.6.2 وضع استراتيجية وخطة لاستخدام البيانات الكبيرة، وحشد الموارد ومصادر الرصد الأخرى من القطاع الخاص وعامة الجمهور والأطراف الثالثة؛***

وخلال السنوات الأخيرة، اكتسبت استغلال الأساليب الحديثة القائمة على البيانات (الذكاء الاصطناعي، والتعلم العميق) واستخدام بيانات المصادر الحاشدة جاذبية للاستخدام في تطبيقات التنبؤ الآني. ومع أن توافر البيانات التقليدية السطحية القاعدة وبيانات الاستشعار عن بعد يظل بالغ الأهمية، فإن هذه البيانات الإضافية يمكن أن تضيف معلومات، لا سيما على النطاقات الجغرافية والزمنية الأدق. ويتوقف استخدام هذه البيانات عموما على المتطلبات والأولويات الوطنية للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) المحددة ويستند إلى عقود فردية. ومن أمثلة مصادر البيانات من القطاعين العام والخاص، البيانات غير التقليدية وبيانات المصادر الحاشدة:

1. بيانات من المؤسسات العامة؛
2. الضغط والقيم الأخرى من الهواتف الذكية؛
3. أجهزة الاستشعار في المركبات؛
4. وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء؛
5. مدخلات من عامة الجمهور؛
6. تقديرات الهطول الناجم عن توهين وصلات الاتصال؛
7. أنظمة مواقع البرق؛
8. مصفوفة النظام العالمي للسواتل لأغراض سواتل الرصد (GNSS) الأرضية القاعدة لمجموع المياه القابلة للهسوب؛
9. نظم الطائرات الصغيرة غير المقفرة (UAS) لتقديم الطرود والطرود؛
10. والرصدات الانتهازية من الصناعة البحرية ومركبات الرصد غير المنظمة في المحيطات؛
11. كوكبات من السواتل الصغيرة التي توفر سواتل GNSS-RO.
12. وغيرهم.

وعموما، تقدم بيانات المصادر الحاشدة أو تجمع مجانا، ولكن يجوز للحكومات أن تختار التعاقد مع مجمع للحصول على نظم مفتوحة، والقيام بمراقبة الجودة، وتقديمها للحكومة في أنساق ملائمة عن طريق مسارات اتصالات مخصصة في الوقت الحقيقي، بدلا من إنشاء قدرات "داخلية".

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، يمكن توسيع الأمثلة المذكورة أعلاه لتشمل الرصدات البيئية التقليدية الطابع ولكنها لا تأتي من شبكات تقوم الحكومة الوطنية بتشغيلها وتوفر العمود الفقري لقدرات الرصد. ومن الأمثلة على ذلك المسابير التي تشغلها حكومات الولايات أو القطاع الخاص. نظم رصد مهنية المستوى تحافظ على بنية تحتية عالية الجودة وتوفر رصدات عالية الجودة وبيانات شرحية قابلة لذلك. وعادة، توفر تكلفة اقتناء البيانات من هذه النظم ميزة من حيث التكلفة عن إقامة وصيانة الشبكات الاتحادية التابعة للحكومة الاتحادية. وقد زادت المسابير الآن بما يتجاوز توفير رصدات جوية قياسية قرب السطح وتوفر ملامح رأسية من الاستشعار عن بعد الأرضي القاعدة، ورادارات طول الموجات القصيرة لسد الثغرات تحت مظلة تغطية دوبلر الوطنية، والعديد من المتغيرات المتعلقة بسطح اليابسة والهيدرولوجيا، بما في ذلك رطوبة التربة ودرجة الحرارة في أعماق متعددة، ومكونات الإشعاع السطحي وميزانية الطاقة.

فهدف ذلك هو سد الثغرات في القدرات الأساسية الوطنية عن طريق إقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص تقدم ميزة مالية للحكومة فيما يتعلق ببناء وتشغيل قدرة حكومية، بدءا من حشد البيانات المتاحة في كل مكان وفي كل مكان ولكن بجودة أقل، وانتهاء بالشبكات المهنية والخاصة وغير الفيدرالية الرفيعة المستوى. ويتطلب ذلك أوجه معاوضات تؤثر في معظم الأحيان على حقوق البيانات وفئات إعادة التوزيع، كما أن لها آثارا على القدرة على تقاسم البيانات مع الشركاء العالميين، على النحو المبين أدناه بمزيد من التفصيل.

**أجهزة الاستشعار منخفضة التكلفة لرصد تكوين الغلاف الجوي**

وثمة مصادر جديدة للبيانات المتعلقة بتكوين الغلاف الجوي آخذة في الظهور ويتزايد إنتاج المعلومات بواسطة أجهزة استشعار منخفضة التكلفة (LCS). وقد خلص استعراض أجراه الخبراء المستكملون مؤخرا للأسواق المتاحة في مجال قياس تركيبة الغلاف الجوي إلى أنه يجب عدم النظر إلى المراكز (LCS) باعتبارها عمليات إحلال عاملة بالكامل لمزيد من نظم القياس المتطورة، وينبغي استخدامها بحذر (تقرير المنظمة (WMO) رقم 1215: تحديث بشأن أجهزة الاستشعار المنخفضة التكلفة لقياس تكوين الغلاف الجوي، قام بتعديله Richard E. Peltier، كانون الأول/ ديسمبر 2020). وفي حين أن وحدات المركز (LCS) يمكن أن توفر بيانات مجدية وتمثل فرصة لتوسيع المعرفة بشأن الأحوال البيئية المحلية، فإنها لم تبلغ بعد مستوى المتانة التي يلزم فيها الرصد المرجعي. ويرجع ذلك جزئيا إلى أن هناك العديد من التعقيدات العلمية التي يجب النظر فيها من قبيل التوصيف الكامل وإجراءات ضمان الجودة والمعايرة المصممة جيدا والتي يجب تطبيقها باستمرار. ونظرا لأن هذه التكنولوجيات تعتمد بوجه عام على مسار التحسين المستمر للقدرة مع حدوث أوجه تقدم في السمات، وتحسين اقتران الغلاف الجوي والدقة والجودة والموثوقية، وغالبا ما تتناقص تكاليف الشراء، ينبغي تقييم تطورها وملاءمتها للتطبيقات المختلفة تقييما منتظما.

***2.4.6.3 إرشادات بشأن كيفية إقامة الشراكات؛***

وتعتمد الأطراف المعنية من جميع القطاعات ومن جميع أنحاء المجتمع العالمي على نواتج النماذج العالمية من أجل إعداد وتقديم خدمات بالغة الأهمية. ولا يمكن أن يفلح هذا الأمر إلا إذا تم تبادل البيانات، سواء الرصدات أو مخرجات النماذج، على الصعيد العالمي. من المهم معالجة الثغرات في رصدات نظام الأرض من خلال زيادة المشاركة بين المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) والأوساط الشريكة. ومشاركة القطاعين العام والخاص وتعاونهما مع الأوساط الأكاديمية أمران مهمان وسيتفتحان فرصا جديدة على طول سلسلة قيمة مراقبة نظام الأرض والتنبؤ به. ولتعظيم الفائدة المتبادلة لهذا الأمر، لا تزال هناك حاجة إلى مواصلة تطوير السياسات والتشريعات ونماذج العمل وتكييفها على نحو متبادل.

وعلى مدى السنوات الأخيرة، وضعت المنظمة (WMO)، بالتعاون مع شركاء مختلفين، نهجا جديدا لزيادة التعاون بين القطاع العام والقطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية العاملة في مشروع الطقس العالمي. في عامي 2018 و2019 - خلال الدورة السبعين للمجلس التنفيذي والدورة الثامنة عشرة للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية - حسنت المنظمة (WMO) التوجيهات والسياسات لتشجيع الأعضاء وتمكينهم من مواصلة الشراكات ذات المنفعة المتبادلة والتعاون مع جميع القطاعات وأصحاب المصلحة من أجل تعزيز خدمات الطقس والمناخ والماء المقدمة لقطاع الأعمال والأفراد والمجتمع ككل. ويمكن الاطلاع على معلومات تفصيلية عن التعاون بين القطاعين العام والخاص، بما في ذلك المبادئ التوجيهية والمنتدى الاستشاري المفتوح للمنظمة (WMO) بشأن "الشراكة والابتكار من أجل الجيل المقبل لمعلومات الطقس والمناخ" على [الموقع الشبكي للمنظمة (WMO](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/public-private-engagement-ppe)).

وقد تساعد الأمثلة التالية الأعضاء على إقامة شراكات مع القطاع الخاص، عند الاقتضاء.

وعند شراء بيانات الأطراف الثالثة من مصادر غير حكومية، ينبغي أن يكون الهدف دائما هو الحصول على حقوق لإعادة توزيع البيانات على الشركاء العالميين الآخرين وفقا لروح [القرار 1 (Cg-Ext(2021))](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9)). ولكن ما يتجاوز نقطة سعر معينة يصبح هذا غير قابل لل الدفاع عن الميزانيات. وبوجه عام، فإن النهج الذي تتخذه الولايات المتحدة هو تأمين حقوق التعاقد ودفعها لتوزيعها على بيانات الشركاء العالميين ذات الأثر العالمي، أو المقاطع الرأسية من مصادر مختلفة هي الأكثر قيمة بالنسبة لجميع المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس. وفي بعض الحالات، ستمول الولايات المتحدة بالكامل شراء حقوق إعادة التوزيع هذه؛ وسوف تدفع الولايات المتحدة مبلغا كاملا من أجل تمويل عملية إعادة التوزيع هذه. وهذا هو الهدف من زيادة بصمة شراء بيانات GNSS-RO من المصادر التجارية. وبطبيعة الحال، يأتي ذلك بتكلفة متزايدة لأن موفري البيانات ليس لديهم حكومات أخرى في سوقهم. وثمة نموذج آخر هو آلية عالمية لتقاسم التكاليف، ستشتري بموجبها فرادى الحكومات رصدات فوق أراضيها السيادية أو بالشراكة مع المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NHMSs) الإقليمية التابعة للمنظمة (WMO)، وتتقاسم جميعها مصادرها مع بعضها البعض في الوقت الحقيقي للتأثير على التوافر المفتوح للإثر العالمي الكلي. وهذا هو نموذج البرنامج العالمي للنظام AMDAR التابع للمنظمة (WMO).

وفي حالات أخرى، تشتري البيانات التي يعتقد أنها ذات فائدة محدودة للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) على الصعيد العالمي، بحقوق محدودة لإعادة التوزيع في مختلف المستويات. وتقتصر بيانات برنامج Mesonet الوطني في الغالب على استخدام الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) فقط، مما يتيح لتلك الشبكات الوصول إلى سوق خاصة لمستخدمي البيانات والوكالات الحكومية الأخرى ومختلف المستويات من الفيدرالية إلى المحلية. وكما هو متوقع، فإن ذلك يوفر أكبر ميزة من حيث التكلفة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA). وتعمل بيانات البرق، والنظام العالمي لتحديد المواقع للأرصاد الجوية، وبعض رصدات السفن/ المحطات العائمة في هذا النموذج المحدود لحقوق البيانات.

وإحدى مميزات الولايات المتحدة الأمريكية بالنسبة إلى المرافق الوطنية (NHMSs) الأخرى هي أنها لا تقدم منتجات وخدمات ذات طابع تجاري. وهي تحتفظ بحقها في الترتيبات التعاقدية بأن توزع بحرية وعلنية أي نواتج وخدمات تنبؤ تتضمن بيانات طرف ثالث، حتى وإن وافقت على عدم إعادة توزيع البيانات الرصدية الأولية بنفسها. وقد يشكل ذلك تحديا للمرافق الوطنية (NMHSs) الأخرى التي تصون تسويق المنتجات والخدمات. وفي كثير من الأحيان، يكون مقدم بيانات الرصد من القطاع الخاص أيضا في السوق لتقديم نواتج وخدمات باستخدام بياناته الخاصة، ويمكن أن يكون أي اتفاق مع المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) لاستخدام بيانات الرصد الخاصة به على أساس أن المرفق الوطني (NMHS) لا ينشئ نواتج وخدمات تجارية في سوقه الخاصة.

وتتوافر هنا خلاصة وافية للممارسات الوطنية الجيدة على المستوى الوطني للتعاون بين القطاعين العام والخاص والموارد الأخرى ذات الصلة.

**2.4.7 البيئيه استدامة الرصدات**

ويحدد برنامج أدوات وطرق الرصد (IMOP) المعايير الفنية وإجراءات مراقبة الجودة والإرشادات المتعلقة باستخدام أدوات وطرق الأرصاد الجوية من أجل تعزيز المعايير العالمية. وقد وضعت إجراءات أمان مناسبة لاستخدام الزئبق واختيار مواد المسابير الراديوية.

وتحظر اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (مطبوع المنظمة رقم 8، المجلد الأول، Ch 1) جميع أدوات الرصد المحتوية على الزئبق، واستيرادها وتصديرها. هذا الاتفاق معاهدة عالمية للقضاء على استخدام الزئبق في حماية صحة الإنسان والبيئة من آثاره السلبية.

وتستخدم رصدات تكوين الغلاف الجوي للمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) في بعض الأحيان تعبئة المسابير الأوزونية القابلة للتحلل الأحيائي، استجابة للوائح البيئية المعززة في المنطقة القطبية الجنوبية التي ستحد من رحلات المسابير غير المستردة للأوزون. واعتمدت بلدان أخرى شحنات مأجورة مسبقا للسمادات الموجودة من أجل إعادة استخدام الأدوات المستردة وتجديدها وتشجيع حماية البيئة. وتستخدم مقاييس بروير للحرارة الطيفية في استخدام محولات للزئبق في أجهزتها الإلكترونية، ولكن تم استبدالها بمكونات أكثر ملاءمة للبيئة.

وفي حالة المسابير الراديوية،  [يقدم دليل أدوات وطرق الرصد](https://library.wmo.int/index.php?id=12407&lvl=notice_display#.YlVCrudBxPY) (مطبوع المنظمة رقم 8) أيضا اقتراحات بشأن كيفية الحد من التلوث البيئي.

وفي سياق تطوير الشبكة (GBON) في المستقبل، نوقش الأثر البيئي لمختلف تكنولوجيات الرصد، ويجب النظر فيه دائما. واعتمدت لجنة البنية التحتية القرار 4 (INFCOM-1) بشأن مستقبل الشبكة (GBON)، الذي شدد على أهمية هذا الجانب. وقد بدأ أعضاء كثيرون في اعتماد تكنولوجيات أنظف ومستدامة، وستنسق لجنة البنية التحتية (INFCOM) مزيدا من التوجيهات بشأن هذه المسألة. ويشجع الأعضاء على متابعة تطورات اللجنة (INFCOM) وتطبيق توجيهات جديدة عند توافرها.

**2.4.8 المخاطر الإدارة والتخفيف**

ونتيجة للجائحة (COVID-19)، حدث انخفاض كبير في الرصدات، المستخدمة كمدخلات في التطبيقات الحيوية التي تدعم تقديم الخدمات في مجالات المنظمة (WMO) المتعلقة بالطقس والمناخ والماء. وكان الأثر المباشر أكثر من غيره هو الانخفاض السريع في توافر الرصدات من الطائرات بشكل عام. وفي البلدان النامية بوجه خاص، التي لا يزال عدد كبير من محطات الرصد يعتمد فيها على التدخل البشري من أجل قراءة أدوات أو بث بيانات الرصد، يمكن رؤية أثر على توافر الرصدات السطحية. وتأثر نظام الرصد البحري أيضا، لا سيما من جانب السفن المشاركة في برنامج سفن الرصد الطوعية (VOS) التابع للمنظمة (WMO).

وقد أظهر ذلك مرة أخرى أهمية القدرة على الصمود في نظام الرصد والحاجة إلى معالجة ذلك، من خلال تخطيط الشبكة وتطويرا متوازنا لنظم الرصد عبر مختلف مكونات النظام. وقد حدثت تخفيضات كبيرة خلال الجائحة، على سبيل المثال مع رصدات الطائرات، وفي نظم رصد المحيطات، وشبكات الرصد السطحية القاعدة، لا سيما محطات الرصد المأهولة.

وقد حللت آثار الجائحة (COVID-19) هذه على تشغيل نظم الرصد التابعة للنظام (WIGOS) وتوافر البيانات، في المجلد 69(2) من نشرة المنظمة (WMO).[[15]](#footnote-16) وبالمثل، أطلق النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS) دراسة استقصائية عن آثار الجائحة (COVID-19[[16]](#footnote-17)) في نيسان/ أبريل 2020 لتقييم تأثير الجائحة والتنبؤ بها على الرصدات العالمية للمحيطات.

وفيما يتعلق بالتخفيف، استجاب بعض أعضاء المنظمة لهذا القصور في قدرات الرصد من خلال زيادة تواتر عمليات إطلاق المسابير الراديوية للتخفيف من أثر انخفاض الرصدات من الطائرات. وبالإضافة إلى ذلك، أتاحت شركتان من القطاع الخاص على الأقل بيانات إضافية مجانا لبعض مراكز التنبؤ العددي بالطقس خلال ذروة الأزمة. ويكشف الاعتماد على بيانات الأطراف الثالثة من قبيل الرصد من على متن الطائرات( ABO)، حيثما يحدد توافرها بسبب قيود تجارية وتشغيلية، ضرورة أن يستثمر الأعضاء في الرصدات الأساسية التي تتم فقط لتلبية احتياجات خدمات الطقس والمناخ والماء والبيئة. وتسلط أزمة الجائحة (COVID-19) الضوء أيضا على قيمة التكرار في نظم القياس، حيث يمكن قياس نفس المتغير بأكثر من تكنولوجيا أو أداة واحدة، وعلى أهمية تصميم وتنفيذ استراتيجيات الرصد التكيفية. ويمكن استخدام الخبرة الجماعية المكتسبة خلال هذه الجائحة لبناء مزيد من القدرة على الصمود في نظام الرصد. وفي هذا الصدد، يعد المجلس التنفيذي للمنظمة (WMO) إرشادات، وترد في المرفق 2 لمشروع المقرر 1/3.1 (EC-74) توجيهات أولية بشأن تشغيل وصيانة نظم الأعضاء المتأثرة بفيروس كورونا (COVID-19).

**2.5 الإجراءات ذات الأولوية العالية فيما يتعلق بتطوير نظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة**

وقد حددت في الأقسام السابقة الثغرات الرئيسية في الرصدات والتوصيات بشأن كيفية سدها. وإضافة إلى ذلك، حللت توصيات حلقات العمل الخاصة بالتنبؤ العددي بالطقس (NWP) بشأن أثر الرصدات من حيث مساهمات المكونات الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة لنظام الرصد لتحسين مهارات التنبؤ.

يقدم هذا القسم توصيات إلى الأعضاء للمساعدة على تحديد أولويات إجراءاتهم الرامية إلى تطوير نظم الرصد لتحقيق رؤية النظام WIGOS في عام 2040. ونشير إلى أن المؤتمر العالمي الثامن عشر للأرصاد الجوية قد اعتمد في عام 2018 مجموعة فرعية من 10 إجراءات من هذا القبيل ([القرار 40 (Cg-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=144)) (انظر المرفق 3) كبنود ذات أولوية ناشئة عن تنفيذ النظام العالمي للرصد (EGOS-IP). وإذ يأخذ في الاعتبار التطورات الأخيرة مثل الهيكل الجديد للمنظمة (WMO)، خطة عمل اللجان الدائمة التابعة للجنة البنية التحتية (INFCOM)، التي اعتمدت مؤخرا في الدورة الاستثنائية للمؤتمر (Cg-Ext(2021)) اللائحة الفنية (مثل الشبكة (GBON)، وسياسة المنظمة (WMO) الموحدة لتبادل بيانات نظام الأرض دوليا)، استعرضت فرقة الخبراء المشتركة التابعة للجنة البنية التحتية والمعنية بتصميم نظم رصد الأرض وتطويرها (JET-EOSDE) قوائم عمل فرقة الخبراء المشتركة التابعة للجنة البنية التحتية والمعنية بالتوجيهات الرفيعة المستوى (HLG)، وتلك التي لا تزال ذات صلة وعاجلة؛ وأدرجت في التوصيات الواردة أدناه.

نهج نظام الأرض جانب جديد رئيسي من جوانب استراتيجية المنظمة (WMO). ثمة مجموعة متزايدة من نظم الرصد ذات أهمية لمجالات التطبيق الخاصة بالمنظمة (WMO). وقد أدت أوجه التقدم العلمية والفنية التي تحققت خلال العقد الماضي إلى الارتقاء بفيزياء النماذج والقدرة الحاسوبية المتاحة، بحيث أن القيود الحالية التي تواجه قدرتنا على تحسين جودة التنبؤ بالطقس/ المناخ، واستبانتها، والأفق الزمني لها هي توافر البيانات. ويشمل ذلك البيانات المستمدة من مجالات نظام الأرض التي جرت العادة على استبعادها بسبب قيود النماذج والقدرات. وتحتاج النماذج العالمية الحالية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) إلى بيانات من مختلف مكونات نموذج نظام الأرض، مما يتطلب مزيدا من رصدات الغلاف الجوي، وأعماق المحيطات، وأسطح المحيطات واليابسة، والأنهار والبحيرات، وتركيب الغلاف الجوي، والجليد البحري، والغلاف الجليدي بوجه عام.

تقدم رؤية النظام WIGOS في عام 2040 سيناريو مرجحا للكيفية التي قد تتطور بها متطلبات المستخدمين إلى بيانات الرصد في العقود القليلة المقبلة. وبهذه المعلومات، ستتمكن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) والوكالات الفضائية وغيرها من واضعي نظم الرصد من اعتماد أنشطتها التخطيطية وفقا لذلك من أجل تطوير المكونات الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة للنظام WIGOS. وتركز وثيقة التوجيه الرفيعة المستوى الحالية على الإطار الزمني للسنوات الخمس المقبلة وتقدم توصيات بشأن الأنشطة اللازمة الآن.

ونظرا إلى هذه الأولويات والتوجهات الاستراتيجية الجديدة الواضحة للمنظمة (WMO)، وبالنظر إلى أن التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي يعتبر مجال تطبيق أساسي لنهج نظام الأرض، يوصى عند تنفيذ النظام WIGOS على مدى السنوات الخمسين المقبلة بالإجراءات التالية ذات الأولوية العالية، والتي تعتمد على معارف خبراء من مجالات التطبيق والفريق العامل المعني بالفريق العامل المعني بالنظام (HLG) التابع لبرنامج (JET-EOSDE)، وهي ليست مؤشرا على الأولوية النسبية).

| **توصيات عامة إلى الأعضاء للفترة 2027-2023** | | |
| --- | --- | --- |
| **رقم الإجراء** |  | **مراقبة الأداء** |
| **1.1** | تنفيذ مفهوم الشبكة GBON - جميع الأعضاء لتنفيذ الشبكة GBON بالكامل في بلدانهم. وتساهم أقل البلدان نموا (LDCs) والدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS)، من خلال دعم الشركاء الإنمائيين والآلية المالية من قبيل المرفق (SOFF)، في توسيع شبكات الشبكة (GBON) في أقاليمها ومواقع الرصد ذات الأولوية. | من خلال المراقبة المركزية للنظام (WDQMS) وفي المراكز الإقليمية للنظام (RWCs). |
| **1.2** | تنفيذ سياسة المنظمة (WMO) الموحدة الجديدة للتبادل الدولي لبيانات نظام الأرض. | من خلال مراقبة المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) والتابعة للنظام (WDQMS). |
| **1.3** | الأعضاء (ووكالات الفضاء) المضي قدما في تنفيذ رؤية النظام WIGOS لعام 2040، مثل أجهزة ليدار الرياح ونظام شامل لرصد الكربون الفضائي القاعدة، إلى جانب المسائل الأخرى التي يحددها تحليل الثغرات السنوي للمنظمة (WMO)، من خلال تنفيذ قدرات رصد فضائية القاعدة إضافية ومستدامة. | قياس حالة رؤية النظام WIGOS لعام 2040 من خلال تحليل المنظمة WMO للثغرات في القدرات الحالية والمستقبلية الملتزمة مقابل متطلبات رؤية النظام WIGOS لعام 2040 وعرضها على وكالات الفضاء من خلال الفريق CGMS و CEOS للنظر فيها وإدراجها في خط الأساس للفريق CGMS وللمبادرات المستقبلية للجنة CEOS. |
| **1.4** | الأعضاء (ووكالات الفضاء) على الاستجابة للاحتياجات من البيانات الساتلية على النحو الذي أعربت عنه ورقات الموقف الخاصة بالمنظمة (WMO)، من قبيل اعتماد لجنة البنية التحتية (INFCOM) "متطلبات البيانات الساتلية للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي"، لمجالات التطبيق ذات الصلة من خلال التنسيق أساسا من خلال فريق تنسيق السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (CGMS)، ولكن أيضا لجنة السواتل لرصد الأرض (CEOS). | قياس مدى توافر وتبادل البيانات الساتلية الأساسية والموصى بها (وفقا ل Res. 1/2021) على النحو المبين في ورقات الموقف بشأن التنفيذ الفعلي للمكون الفضائي القاعدة على النحو الوارد في الأداة OSCAR/ الفضاء. |
| **1.5** | كفالة قيام جميع المشغلين المنتجين للرصدات بذلك وفقا لقواعد ومعايير نظام معلومات المنظمة (WIS) والنظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS). | المراقبة التشغيلية لنظام معلومات المنظمة، مركزيا وفي المراكز العالمية والإقليمية للتنبؤ العددي بالطقس. |
| **1.6** | دعم تطوير مفهوم الشبكات المتعددة المستويات من قبل لجنة البنية التحتية (INFCOM) - أوصى النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) والنظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) بأن تكون الشبكات جزءا من نظام متعدد المستويات من الشبكات، وإدراج مصادر جديدة للبيانات في شراكة مع القطاع الخاص والأطراف الثالثة. وسيكون العمل بشأن الشبكة (GRUAN) والبواق (GSRN) والاخطة (GBON) والبواق الأساسي (RBON) عاملا أساسيا لضمان ملء المستويات العالية المستوى (المرجعية والأساسية). | زيادة توفر محطات الشبكة GRUAN وال شبكة GSRN، كما تراقبها عمليات إعادة التحليل المناخي ومراكز التنبؤ العددي بالطقس (NWP) والتابعة للنظام (WDQMS). التفويض الوطني لقدرات الرصد إلى المستويات (عدد المحطات). |
| **1.7** | الأعضاء على اتخاذ إجراءات متواصلة لحماية الترددات الراديوية بالموجات الصغرية لتطبيقات الأرصاد الجوية، لا سيما من خلال المشاركة النشطة في التحضير للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC) المقبل المزمع عقده في عامي 2023 و2027. | نطاقات تردد الرصد متاحة/ غير متاحة بمستوى الحماية المطلوب. |
| **1.8** | على الأعضاء إبلاغ اللجنة (SC-ON) بأي تطبيقات/ استخدامات للأرصاد الجوية حالية ومستقبلية تشمل مجال التردد. | التأكد من أن جميع هذه المتطلبات الجديدة معروفة جيدا ومحمية على المستوى الدولي. |
| **1.9** | دعم وضع معايير وأفضل الممارسات لعدة أنواع من القياسات من خلال التعاون بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية، وتعزيز التدريب وتبادل الخبرات. | توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ السطح. |
| **1.10** | بحث وتطوير تكنولوجيات القياس الناشئة الجديدة المدرجة في [المرفق 2؛](#_Annex_2._Statement) | عدد التكنولوجيات الجديدة المستخدمة في النموذج الأولي. |

| **توصيات إلى الأعضاء بشأن تطوير نظم الرصد للفترة 2027-2023** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **رقم الإجراء** |  | **مراقبة الأداء** | |
| **2.1** | تبادل جميع الرصدات التي أظهرت تأثيرا إيجابيا على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على الصعيد العالمي، امتثالا لسياسة المنظمة (WMO) الموحدة الجديدة لتبادل بيانات نظام الأرض دوليا، والتي اعتمدت في المؤتمر العالمي الاستثنائي للأرصاد الجوية في تشرين الأول/ أكتوبر 20212021. | توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ السطح والأداة OSCAR/ الفضاء. مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP) و(WDQMS) | |
| **2.2** | توفر عدد من أنواع القياسات الموقعية وقياسات الاستشعار عن بعد وتوزيعها على نطاق أوسع في الوقت المناسب. ومن الأمثلة الخاصة على ذلك المقاطع الجانبية للرياح على جميع المستويات المتاحة، لا سيما في المناطق المدارية، وسمات درجة الحرارة والرطوبة عند خطوط العرض المرتفعة والمناطق البرية قليلة السكان. وإضافة إلى ذلك، هناك حاجة إلى بيانات أكثر دقة عن تكوين الغلاف الجوي. | توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ السطح والأداة OSCAR/ الفضاء. مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP) و(WDQMS) | |
| **2.3** | بذل مزيد من الجهود لملء الثغرات في التغطية العالمية للرصدات السطحية. إيلاء اهتمام خاص لمزيد من الرصدات لسمك الجليد البحري، وعمق الثلج، والمكافئ المائي للغطاء الثلجي، ورطوبة التربة، وملوحة سطح المحيط. | توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ الفضاء والأداة OSCAR/ السطح. مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، و(WDQMS). | |
| **2.4** | النشر العالمي لقياسات المسابير الراديوية - بيانات BUFR عالية الاستبانة من جميع المواقع بما في ذلك المسابير الراديوية التي تعمل خلال الحملات فقط، أو توفير قياسات من المسابير الراديوية الهبوطية، أو حماية المسابير الراديوية في المواقع النائية، أو إعادة تنشيط محطات المسابير الراديوية الصامتة. | عدد محطات المسابير الراديوية التي تقدم تقاريرها بالشفرة BUFR. عدد المرتسمات التنازلية المتاحة على النظام العالمي للاتصالات (GTS). توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ السطح. مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، و(WDQMS). | |
| **3.6** | استحداث تقنيات مبتكرة لتحديد المقاطع الرأسية في الموقع يمكن أن توفر قياسات للهواء العلوي فعالة من حيث التكلفة وموسعة [الصين]؛ | | تطبيق تقنيات قياس مبتكرة، من قبيل نظام السبر المنساق ذهابا وإيابا. [الصين] | |
| **2.5** | إقامة شبكة لمحطات رسم المقاطع الرأسية للاستشعار عن بعد - شبكة محطات رسم المقاطع الرأسية للاستشعار عن بعد التي يتعين تطويرها لتكملة نظم الرصد بالمسابير الراديوية ونظم رصد الطائرات، وضمان التبادل الإقليمي والعالمي لبيانات راسمة المقاطع الرأسية. | عدد محطات رسم المقاطع الرأسية التي توفر بيانات في الوقت الحقيقي إلى نظام معلومات المنظمة (WIS)/ النظام العالمي للاتصالات (GTS). توافر البيانات وفقا للأداة OSCAR/ السطح. مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، و(WDQMS). | |
| **2.6** | توزيع أوسع نطاقا لبيانات رادارات الطقس - ثمة حاجة ملحة إلى التوحيد القياسي للنواتج الرادارية وأنساق البيانات. وينبغي تبادل البيانات إقليميا على الأقل، ووضع أرشيف طويل الأجل. نشر وصيانة رادارات الطقس في البلدان النامية التي تتأثر بالعواصف والفيضانات. | عدد مجموعات البيانات الخاصة برادارات الطقس المتاحة في مراكز البيانات الإقليمية. | |
| **2.7** | الجهود المتواصلة لتوسيع نطاق تغطية بيانات الطائرات - ينبغي استكمال رصدات النظام AMDAR ببيانات الطائرات الواردة من منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والنظم المنظمة لإدارة الحركة الجوية (ATM) مثل ADS-C، و ADS-B/Mode-S. ينبغي أن يدعم الأعضاء التعاون بين المنظمة (WMO) وال الرابطة الدولية للنقل الجوي (IATA). وينبغي استخدام رصدات إضافية من نظام تامدار تامدار (TAMDAR) عند الإمكان. توسيع نطاق خدمات الطائرات من أجل نشاط النظام العالمي للرصد (IAGOS) لتحسين جودة الهواء والتحقق من صحة النماذج المناخية. ويشجع الأعضاء على تقييم التكنولوجيات الجديدة من قبيل النظام (UAS) واتخاذ خطوات على المستوى الوطني لضمان عملياتهم القانونية. | عدد الرصدات من المناطق التي تشح فيها البيانات والمتاحة في نظام مراقبة الطائرة. | |
| **2.8** | دمج الرصدات الهيدرولوجية للنظام (WHOS) وتوسيع نطاقها وإدامتها امتثالا لمعايير النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) وتبادل البيانات دعما لنظام المراقبة الهيدرولوجية. | تقاسم البيانات/ المحطات من خلال النظام (WHOS). | |
| **2.9** | رصدات أكثر استدامتها للتقلبات الفيزيائية للمحيطات على سطح البحر وتحته [المملكة المتحدة]. التنسيق مع برنامج رصد المحيطات للمحيطات (Obs) التابع للنظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS). | JCOMM-OPS ومؤشرات المراقبة المعيارية من مراكز التنبؤ العددي بالطقس (NWP). | |
| **2.10** | يشجع على إجراء مزيد من الدراسات بشأن فعالية تكاليف نظم الرصد، أي مقاييس قيمتها (أو أثرها) فيما يتعلق بتكلفتها. | عدد الدراسات المقدمة في حلقات عمل عن آثار الرصدات. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توصيات محددة بشأن تكنولوجيا الاستشعار للأعضاء للفترة 2027-2023** | | |
| **رقم الإجراء** |  | **مؤشر الأداء** |
| **3.1** | تركيب مزيد من محطات النظام العالمي للسواتل لرصد الأرض (GNSS) الأرضية القاعدة. | عدد محطات النظام العالمي للسواتل لرصد الأرض (GNSS) الأرضية القاعدة المتاحة على النظام (WIS)/ النظام العالمي للاتصالات (GTS). |
| **3.2** | توسيع نطاق الكثافة المكانية لرسوم دوبلر الخاصة بالرياح. | عدد محطات راسمات الرياح الرادارية المتاحة على نظام معلومات المنظمة/ النظام العالمي للاتصالات. |
| **3.3** | تقييم أنظمة ليدار جديدة لتحديد المقاطع الرأسية الروتينية لدرجة الحرارة وبخار الماء. | تقارير الاختبار الصادرة عن فرق الخبراء التابعة فرق الخبراء التابعة فرق العمل المعنية بفرقة الخبراء التابعة لتجربة SC-MINT. |
| **3.4** | مقاييس مستوى المياه والمد والجزر لرصد ارتفاع مستوى سطح البحر. | JCOMM-OPS ومؤشرات المراقبة المعيارية من مراكز التنبؤ العددي بالطقس (NWP). |
| **3.5** | تخصيص موارد وخطة لتقييم التكنولوجيات الجديدة في جميع مجالات نظام الأرض (الاستشعار عن بعد، والعلوم المواطنية منخفضة التكلفة) لاستخدامها المنهجي تكملة للقياسات المعيارية. | لم يحدد بعد. |
|  |  |  |

| **توصيات محددة بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة للأعضاء للفترة 2027-2023** | | |
| --- | --- | --- |
| **رقم الإجراء** |  | **مؤشر الأداء** |
| **4.1** | وضع معلومات عن البيئة الحضرية (الغطاء الأرضي، والمناطق المبنية، وارتفاع البناء، ونفاذية السطح). | عدد خرائط تصنيف بيئة التقاء التكثف في قاعدة بيانات WUDAPT. |
| **4.2** | إنشاء محطات مرجعية تعاونية متكاملة من الخدمات الحضرية المتكاملة. | تحديد متطلبات الرصد ومعيار البيانات الشرحية في الخدمات (IUS).  عدد المحطات المرجعية في الخدمة المتكاملة المتاحة على نظام معلومات المنظمة. |
| **4.3** | إقامة شبكات رصد حضرية في الخدمات الحضرية المتكاملة من خلال التعاون والتعاضد وإثبات ذلك. | عدد المشاريع الإيضاحية التي أجريت، أو مراكز الاختبار المنشأة.  عدد حلقات العمل في مجال تطوير القدرات في مجال الطاقة.  تقرير نسبة التكلفة إلى الفائدة (منظور سلسلة القيمة) أو عدد الإنذارات/ القرارات.  عدد التقاءات شبكات رصد محطات الرصد التابعة للمراقبة الدولية للرصد (IUS).  عدد النواتج المتشاركة التصميم والموثقة. |
| **4.4** | توسيع نطاق دعم جهود التخفيف المتعلقة بغازات الاحتباس الحراري في المدن وغيرها من أصحاب المصلحة دون الوطنيين من خلال زيادة التعاون مع الأعضاء. | عدد المشاريع التجريبية التي أجريت.  تحديد أثر أنشطة التخفيف.  تحسين المبادئ التوجيهية بشأن أفضل الممارسات. |

| **توصيات محددة بشأن النظم الفضائية للأعضاء للفترة 2027-2023** | | |
| --- | --- | --- |
| **رقم الإجراء** |  | **مؤشر الأداء** |
| **5.1** | الارتقاء بالمكون الفضائي لنظام مراقبة غازات الاحتباس الحراري، بما في ذلك النظر في تكنولوجيات جديدة مثل الليدار، بالتعاون مع نظام المعلومات العالمي المتكامل لغازات الاحتباس الحراري (IG3IS) وغير ذلك من خدمات قياس غازات الاحتباس الحراري. | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS)  استيعاب القياسات الفضائية القاعدة في خدمات قياس غازات الاحتباس الحراري |
| **5.2** | الارتقاء بالجيل الجديد من السواتل ذات المدار الثابت بالنسبة للأرض، بما في ذلك التصوير المتقدم، ورسم خرائط البرق، والسبر بالأشعة تحت الحمراء ذات الاستبانة الطيفية العالية للحلقة الثابتة بالنسبة للأرض بأكملها؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.3** | الارتقاء كوكبة الاحتجاب الراديوي في الغلاف الجوي، بهدف طويل الأجل هو توفير 20000 احتجاب جيد النوعية يوميا على أساس مستدام؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.4** | العمل على رسم خرائط تعمل كل ساعة للأشعة فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية لجودة الهواء من مدار ثابت بالنسبة للأرض؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS)  عدد المنصات الثابتة بالنسبة للأرض التي تقوم بقياسات جودة الهواء في التروبوسفير  تحسين دقة توقيت الرصدات للمستخدمين النهائيين؛  مقاييس تبادل البيانات |
| **5.5** | العمل صوب تحقيق قياسات مقاييس التشتت التي تحقق شرط أخذ العينات على مدار 6 ساعات؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.6** | العمل على رصدات تشغيلية ثلاثية الأبعاد لراسمات الرياح والأهباء الجوية من أجهزة الليدار الفضائية القاعدة؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.7** | العمل على توفير رصدات عالمية للسبر بالموجات الصغرية كل ساعة | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.8** | العمل على توفير استمرارية قياسات رادارات الهطول والسحب؛ | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |
| **5.9** | توفير قياسات الارتفاع التشغيلية لمراقبة الغلاف الجليدي في خطوط العرض العالية جدا. | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS). |
| **5.10** | تعزيز الرصدات الساتلية كجزء لا يتجزأ من نظام الرصد. مراعاة الاحتياجات إلى رصدات تكوين الغلاف الجوي في تطوير نظم القياس، والإبلاغ عن البيانات، وتبادلها. | استيعاب الرصدات الفضائية القاعدة لتكوين الغلاف الجوي في نظم القياس. |
| **5.11** | ضمان استمرارية رصدات سبر أطراف الأشعة تحت الحمراء MR/IR |  |
| **5.12** | دراسة الهيكل الخاص بالمهام المرجعية للمعايرة المطلقة في المستقبل، التي تشمل الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة، والأشعة تحت الحمراء، والموجات الصغرية | تحليل الثغرات السنوي بين المنظمة (WMO) والفريق (CGMS) |

ويجري إضفاء الطابع الرسمي على مفاهيم الخدمات البحرية الدولية ومتطلبات التوجيه والرصد، غير أن هناك اتفاقا عاما على الثغرات والأولويات والإجراءات من الدرجة الأولى. انظر [المرفق 5](#_Annex_5._Integrated) للاطلاع على مناقشة موسعة للأولويات.

[وترد في المرفق 2](#_Annex_2._Statement)، بيان الثغرات الإرشادية نظرة عامة عن كل متغير، وقوائم بالتكنولوجيا المتاحة لقياس المتغيرات المطلوبة، ويعطي تعليقات على التكاليف، والتكامل بين التكنولوجيات، وجوانب تطوير القدرات.

**2.6 توصيات بشأن سياسة البيانات وتوافر البيانات**

اعتمدت الدورة الاستثنائية للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية في تشرين الأول/ أكتوبر 2021 (Cg-Ext(2021)) القرار 1 بشأن سياسة المنظمة (WMO) الموحدة للبيانات من أجل التبادل الدولي لبيانات نظام الأرض. تلتزم المنظمة (WMO) بتوسيع وتعزيز التبادل الدولي المجاني وغير المقيد لبيانات نظام الأرض، بوصفها مبدأ أساسيا من مبادئ المنظمة (WMO)، تماشيا مع الطلبات الآخذة في التوسع على خبرتها العلمية والفنية. يوافق المؤتمر على أن يكون هناك سياسة موحدة للبيانات لجميع مجالات المنظمة (WMO) وتخصصاتها. يشمل نطاق سياسة البيانات بيانات نظام الأرض المتبادلة بين الأعضاء، ويرد في مرفق القرار قائمة بالمجموعة الدنيا من البيانات الأساسية التي يجب على الأعضاء تبادلها على أساس مجاني وغير مقيد. كما أنها تحدد بعض البيانات الموصى بها التي ينبغي للأعضاء تبادلها لدعم جهود مراقبة نظام الأرض والتنبؤ به. ويرجى من لجنة البنية التحتية أن تقوم، بالتنسيق مع لجنة الخدمات (SERCOM) والمجلس RB، بصياغة اللائحة الفنية لدعم تنفيذ هذا القرار حتى انعقاد مؤتمر المنظمة (WMO) في عام 2023. لمزيد من التفاصيل، انظر القرار الكامل.

ويوفر الفريق العامل المخصص المعني بالتنبؤ العددي بالطقس (GODEX-NWP) (التبادل العالمي لبيانات التنبؤ العددي بالطقس) منتدى لمناقشة وحل المسائل العملية المتعلقة بتبادل البيانات لجميع رصدات نظام الأرض التي تحتاجها المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، فيما يتعلق بالرصدات الساتلية والسطحية القاعدة على حد سواء.

**2.7 تنسيق الترددات الراديوية**

وخدمات الاتصالات الراديوية المحددة المخصصة في اللائحة الراديوية ذات أهمية بالغة لأنشطة الأرصاد الجوية وما يتصل بها من أنشطة بيئية. وتوزيع نطاقات التردد هذه وحمايتها أساسيان لبيانات الأرصاد الجوية التي تجمعها نظم استكشاف الأرض (بما في ذلك الاستشعار عن بعد) ونظم الرصد السطحية القاعدة، بما في ذلك على وجه الخصوص المسابير الراديوية، ورادارات الطقس، ورادارات قياس الإشعاع، ورادارات قص الرياح.

ومن أجل ضمان الاستخدام الطويل الأجل لمعدات الأرصاد الجوية هذه، ولاسيما بسبب الضغط على الطيف الراديوي الناجم عن النشر الجديد لتكنولوجيات الاتصالات التجارية المستقبلية، من الأهمية بمكان بالنسبة لأعضاء المنظمة (WMO) أن يساهموا بنشاط في أي تطور لتنظيم الترددات الراديوية على المستويات الوطنية أو الإقليمية أو الدولية، ولا سيما فيما يتعلق بالتحضير للمؤتمرين العالميين القادمين للاتصالات الراديوية المزمع عقدهما في عامي 2023 و2027.

وعلاوة على ذلك، ونظرا إلى الفترة الطويلة اللازمة للحصول على حقوق جديدة في تشغيل نظم الأرصاد الجوية في المستقبل، فإن أي تطوير أو تحسين جديد يشمل التردد الراديوي يسترشد به في إجراء الرصدات من قبل لجنة النظم الأساسية (SC-ON).

1. **إرشادات بشأن وضع استراتيجية تنفيذ وطنية لرؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040؛**

ويرد في هذا القسم مثال للكيفية التي شرعت بها دائرة الأرصاد الجوية الألمانية (DWD) في وضع استراتيجية وطنية لتنفيذ رؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040. يجب أن يتم تطوير نظم الرصد الوطنية بالمراسلة مع الأهداف الاستراتيجية الوطنية لمرفق الأرصاد الجوية مع مراعاة متطلبات المنظمة WMO. ونقطة البداية لوضع استراتيجية تنفيذ وطنية هي عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR) للمنظمة (WMO) ورؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في وثيقة عام 2040.

عند وضع استراتيجية وطنية بشأن تطوير نظم الرصد، يجب أن يساهم الخبراء من مختلف مجالات التطبيق والخبراء الفنيين من تصميم الشبكات والأدوات في استراتيجية التنفيذ الوطنية. وهذا أمر بالغ الأهمية لأنه يجب مراعاة جوانب كثيرة مختلفة. ويجب مواءمة متطلبات المستخدمين مع دقة وموثوقية القياسات، وإجراءات مراقبة الجودة ومراقبة الجودة، والقيود المالية، والأوقات الزمنية للتنفيذ.

تقدم الأقسام التالية ملخصا لنهج المرفق (DWD).

**3.1 دراسة استقصائية للمتطلبات الوطنية لمختلف مجالات التطبيق**

ويجب أن تمتثل شبكة الرصد الوطنية، المدمجة في اللائحة الفنية للمنظمة (WMO) وتوجيهاتها لنظم الرصد الإقليمية والعالمية، للمتطلبات الوطنية الخاصة. وتغطي هذه المتطلبات من عمليات الإنذار والتنبؤ من أجل الجمهور، وخدمات الطيران، ومراقبة المناخ والتنبؤ به، وسوف تقدم من خلال تطبيقات التنبؤ الآني والتنبؤ العددي بالطقس ونماذج المناخ. وتتضمن إستراتيجية (DWD) عدة أهداف مخصصة:

1. وضع نظام للتنبؤ المستمر بدءا من الرصد إلى التنبؤ على مدار 12 ساعة باستبانة زمنية تبلغ 5 دقائق للاستشعار عن بعد والبيانات السطحية القاعدة؛
2. تحسين توافر البيانات من أجل عمليات مراقبة الطقس والتنبؤ به والإنذار به، واستخدام بيانات الأطراف الأخرى؛
3. تقديم خدمات محسنة لسلامة الحركة الجوية والإدارة الشاملة للمطارات؛
4. تحسين البحوث المناخية والخدمات المناخية مع الحصول المستمر على البيانات ودعم الشبكات المرجعية.

**3.2 تجميع المتطلبات الوطنية المتحررة من التكنولوجيا ومبادئ تصميم الشبكات**

واستنادا إلى المتطلبات الوطنية في إطار [القسم 3.1](#_3.1_Survey_of)، أعد ملخص للمتطلبات الخالية من التكنولوجيا (مماثلة للأداة OSCAR/ المتطلبات)، وإضافة إلى ذلك، أدرجت في القائمة مجموعة من التقنيات الموقعية وتقنيات الاستشعار عن بعد، بما في ذلك البرامج الساتلية التي يمكن أن تلبي المتطلبات.

تقدم مبادئ تصميم شبكات الرصد التابعة للنظام WIGOS إرشادات بشأن الجوانب المختلفة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم و/أو تعزيز نظام الرصد. وأخذا في الاعتبار، حددت الاحتياجات التفصيلية لنظام الرصد، من قبيل رصد توافر البيانات، ومتطلبات الجودة، والدقة، وحسن التوقيت، والتجانس، والاستدامة.

**3.3 مفهوم تطوير قدرات الرصد الوطنية**

واستنادا إلى المعلومات الواردة من الأقسام السابقة، وضعت رؤية للرؤية الطويلة الأجل بشأن تطوير النظام الوطني المتكامل للرصد.

وقسمت استراتيجية التنفيذ الوطنية، التي وضعت على أساس الرؤية، إلى ثلاثة خطوط للتنمية:

1. ونظام تنبؤ متكامل؛
2. وأتمتة شبكات الرصد الأرضية القاعدة أتمتة تامة؛
3. ومزيج من الكميات المقيسة المختلفة من القياسات السطحية القاعدة والسواتل لتقدير المتغيرات ذات الصلة بالأرصاد الجوية (أي حالة الأرض، ومدة سطوع الشمس).

**3.4 مقترحات لأنشطة تجريبية**

وأخيرا، وضعت في خطوط التطوير خطط مشاريع تفصيلية للأنشطة التجريبية، مع النواتج المتوخاة، وخطوط الميزانية، وجداول المواعيد، وما إلى ذلك.

1. **فرص تطوير القدرات والتوجيه استنادا إلى المرفق المالي للرصد المنهجي (SOFF) ومبادرة الدعم القطري (CSI)؛**

فكثير من البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية لا تمتلك القدرات أو الموارد اللازمة لتوفير الرصدات السطحية القاعدة الأساسية. ويمثل ذلك تحديا لاتساق وتجانس الرصدات، لا سيما على النطاق العالمي. ولذلك، لا بد من بذل جهود لدعم هذه البلدان، لا سيما أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية، من خلال توفير مبادئ توجيهية وتنظيم مناسبات للتدريب وبناء القدرات في الأقاليم المعنية، ومساعدتها على إقامة هياكلها الأساسية وتعزيزها وصيانتها بفضل أدوات التمويل الجديدة.

**فرص تطوير القدرات**

وتهدف المرافق والمبادرات من قبيل المرفق [(SOFF)](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/development-partnerships/Innovating-finance)  ومبادرة  [الدعم القطري (CSI](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/development-partnerships/csi)) إلى إجراء تقييم منهجي للثغرات في القدرات واتخاذ تدابير فعالة لتنمية القدرات، لا سيما في أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية. والمقصود بهذه الآليات هو أن تكون مفيدة على كل من المدى القصير والطويل. وسيدعم المرفق (SOFF) البلدان بشكل خاص لإنتاج وتبادل بيانات الرصد الأساسية البالغة الأهمية لتحسين التنبؤ بالطقس والخدمات المناخية. وسيقدم المساعدة الفنية والمالية بطرائق جديدة - تطبيق المقاييس ومتطلبات الشبكة GBON المتفق عليها دوليا - لتوجيه الاستثمارات، واستخدام تبادل البيانات كمقياس للنجاح، وإيجاد فوائد محلية مع تحقيق منفعة عامة عالمية. وسيساهم المرفق (SOFF) في تعزيز التكيف مع المناخ والصمود في مواجهته في جميع أنحاء العالم، مما سيستفيد منه على وجه الخصوص أشد الفئات ضعفا.

وتقود المنظمة (WMO) عملية إنشاء المرفق (SOFF)، بالتعاون مع طائفة واسعة من المنظمات الدولية، من بينها أعضاء التحالف من [أجل تطوير الأرصاد الجوية الهيدرولوجية](https://alliancehydromet.org/). ويوحد التحالف جهود الشركاء الرئيسيين في التنمية وتمويل المناخ لسد الفجوة في القدرات بشأن التنبؤات عالية الجودة بالطقس، ونظم الإنذار المبكر، والمعلومات المناخية. ويلتزم أعضاء التحالف بتعزيز قدرة المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) على التشغيل المستدام لنظم الرصد وتبادل البيانات التي تستوفي معايير المنظمة (WMO) للحد الأدنى من تغطية المراقبة وتواتر الإبلاغ.

ولن تكون التنبؤات بالطقس والتنبؤات المناخية التي يعتمد عليها المجتمع ممكنا بدون التبادل الدولي في الوقت الحقيقي لبيانات الرصد من جميع أنحاء العالم. وستحسن الشبكة (GBON) بشكل كبير توافر بيانات الرصد السطحية القاعدة وتبادلها دوليا. ويمكن أن يحقق ذلك فوائد تتجاوز 5 بلايين دولار أمريكي؛12 سنويا.

وستكون فوائد زيادة الرصدات السطحية القاعدة من خلال الشبكة (GBON) محسوسة أكثر في المناطق الأكثر تأثرا بتغير المناخ وتأثيره، بما في ذلك أفريقيا وأمريكا الجنوبية وجنوب غرب المحيط الهادئ وأجزاء من آسيا. تحدد الشبكة (GBON) التزاما ومتطلبات واضحة لكي يحصل جميع أعضاء المنظمة (WMO) على بيانات الرصد السطحية القاعدة الأساسية وأن يتبادلوها دوليا بمستوى أدنى من الاستبانة المكانية والزمنية.

وبينما توفر بعض المناطق إمدادا جيدا بالرصدات السطحية القاعدة، تفتقر بعض مناطق العالم، لا سيما الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) وأقل البلدان نموا (LDCs)، إلى بنية تحتية كبيرة وقدرة كبيرة على تلبية متطلبات الشبكة (GBON). ويتطلب سد هذه الثغرات طريقة جديدة للتمويل. ويجري  [إنشاء المرفق (SOFF)](https://alliancehydromet.org/systematic-observations-financing-facility/) لتقديم المساعدة الفنية والمالية بطرق جديدة. وسيستخدم المرفق (SOFF) تبادل البيانات كمقياس للنجاح. ويهدف المرفق (SOFF)، في مرحلته الأولية، إلى دعم 68 من الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) وأقل البلدان نموا (LDCs) لتحقيق الامتثال المستدام لرابطة GBON.

وسيقدم دعم المرفق (SOFF) للبلد في ثلاث مراحل. وفي مرحلة التأهب، سيتم تقييم حالة الأرصاد الجوية الهيدرولوجية في البلد، وتحديد فجوة الشبكة GBON، ووضع خطة لسد الفجوة. وتمكن مرحلة الاستثمار البلدان من سد الفجوة في الاستثمار والقدرات في الشبكة GBON. وتدعم مرحلة الامتثال الامتثال المستمر للجنة (GBON) وتمكن من الحصول على نواتج محسنة للتنبؤ بالطقس وتحليل المناخ.

وفي الدورة الخامسة والعشرين لمؤتمر الأطراف (COP25) في كانون الأول/ ديسمبر 2019، أطلق التحالف لتطوير الأرصاد الجوية الهيدرولوجية. ومن المتوخى أن يصبح إنشاء المرفق (SOFF) عملا ذا أولوية عالية بالنسبة للتحالف. وبالنسبة للفترة الانتقالية، قررت المنظمة (WMO) إنشاء مبادرة الدعم القطري، كوسيلة تكميلية لدعم الشركاء في التنمية وتمويل المناخ في ضمان استجابة تمويلهم للرصدات لالتزامات الشبكة GBON.

وفي تصميم الشبكة GBON، من المسلم به عدم وجود رصدات تستوفي متطلبات الشبكة GBON من الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) وأقل البلدان نموا (LDCs). والمحرك الرئيسي GBON هو التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي، مما يضع "التزاما" لجميع الأعضاء بتوفير رصدات أساسية تلبي المتطلبات الأساسية. "ثقافة الامتثال" على النحو المروج له في خطة المرحلة التشغيلية الأولية للنظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) للفترة 2023-2020 هي استراتيجية لزيادة كمية البيانات المتبادلة، ودرجة تقيد البيانات بالمعايير المحددة للمنظمة (WMO). ومع أن هذه النهج تنطوي على تشديد الكيفية التي يوصي بها الأعضاء بالاستخدام المتوقع للبنية التحتية العالمية لنظام الأرض، هناك أيضا فوائد محتملة للدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) وأقل البلدان نموا (LDCs) في شكل الوصول إلى مخرجات نموذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الناتجة ونواتج نظم الإنذار المبكر، بما في ذلك إدخال تحسينات على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) باستخدام رصدات أكثر/ أفضل مع تقليل الفجوات في الرصدات. والمقصود بسياسة المنظمة (WMO) الموحدة، كما اعتمدتها الدورة الاستثنائية للمؤتمر (Cg-Ext(2021))، لتبادل بيانات نظام الأرض دوليا، هو توفير تقاسم منصف للبيانات، سواء كانت بيانات رصدية أو ناتج نموذجي، ما دامت البيانات قد حددت على أنها "أساسية" أو "موصى بها". فعلى سبيل المثال، ستشمل البيانات "الأساسية" *مجالات التحليل والتنبؤ العالميين التي توفرها النظم العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) لمراكز الإنتاج المعينة التابعة للنظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS)، على النحو المحدد في مرجع النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (مطبوع المنظمة رقم 485).* وهذا أمر ينطوي على فائدة محتملة كبيرة في سياق تطوير القدرات، لأنه يتيح القدرة على الموازنة بين متطلبات الشبكة GBON بشأن الوصول إلى الرصدات للتنبؤ العددي بالطقس واحتياجات مقدمي الخدمات للوصول إلى تنبؤات عالية الجودة بالطقس، ومخرجات من نظم الإنذار المبكر والمعلومات المناخية.

في السنوات الأخيرة، زاد عدم الإنصاف وأوجه التفاوت بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية فيما يتعلق بتوافر الابتكارات في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والقدرة على الاستفادة منها. وهذا ينطبق على كل من الموارد الحسابية لإدارة البيانات ومعالجتها، وقدرة الشبكة على تقاسم البيانات والمعلومات. والحوسبة السحابية لديها القدرة على أن تصبح مغيرة للعبة في هذا الصدد، إذا ما تم استغلالها على نحو منصف، ويجري حاليا اتخاذ مبادرات لإثبات ذلك. فعلى سبيل المثال، يجري إنشاء المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، والمنظمة الأوروبية لاستخدام السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية (EUMETSAT)، والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية في دولها الأعضاء) ويمكن أن يكون بمثابة إثبات لمفهوم الاتحاد الإقليمي السادس. ومع جمع الرصدات ونواتج النماذج على منصة (منصات) الحوسبة السحابية، يمكن توخي ما يلي مع مراعاة تطوير القدرات:

1. '1' توافر رصدات في السحب تتجاوز ما يمكن إتاحته محليا من خلال نظم تقليدية لتحويل الرسائل بالنسبة لعضو عادي؛ '2' مخرجات نموذج التنبؤ العددي بالطقس؛ '3' المخرجات الأخرى لقدرات رصد ونمذجة نظام الأرض؛ '4' وظيفة التصور/ العرض (وهذا أمر هام بصفة خاصة في المراحل المبكرة من تطوير القدرات، لتوفير أكبر حاجز ممكن أقل ما يمكن، مثلا للوصول إلى إرشادات التنبؤ في أشكال بيانية)؛ '5' موارد حاسوبية وأطر برمجيات لإنشاء مسارات عمل مخصصة. وهذا أمر مفيد لأعضاء المنظمة الذين لديهم قدرات وسيطة ومتقدمة لإيجاد تطبيقات ومعلومات تدعم ولاياتهم؛ '6' ربما تكون البيانات المحفوظة؛ '7' المواد التدريبية.
2. تطوير وتشغيل وصيانة منصة الحوسبة السحابية جماعيا، من خلال اتحاد أعضاء و/ أو من خلال أحد مقدمي الخدمات.
3. وتصبح نقطة الفشل الفني بالنسبة لفرد من الأعضاء، من حيث المبدأ، أقل إلى توصيل الشبكة بالسحابة.

وهذا الدليل على صحة المفهوم، والتجارب المماثلة الأخرى، يمكن بلورة وتوسيع نطاقه ليشمل التطبيق العالمي، بما يعود بالفائدة على جميع أعضاء المنظمة (WMO). ومن ثم، يمكن لهذه الاستراتيجيات الفنية أن تكون مفيدة جدا لتبادل البيانات وتطوير القدرات.

وينبغي أن تكون مقاييس تقييم النجاح، في شكل مبالغ محددة كميا من تبادل البيانات، مثلا لمراقبة أنشطة المرفق (SOFF)، ثنائية الاتجاه. يمكن إقران توافر الرصدات من أحد الأعضاء، بهدف الوفاء بالتزاماته المتعلقة بالمراقبة العالمية للغذاء والهيدرولوجيا (GBON)، مع توافر مخرجات نموذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) التي تدعم ذلك العضو. وهذا من شأنه أن يضع حصيلة على المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس لإتاحة نواتجها. ويجري هذا بالفعل إلى حد ما، مثلا، يقدم المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) مخرجات نموذج التنبؤ العددي بالطقس في شكل بياني ويتخذ خطوات نحو إتاحة بيانات نموذج التنبؤ العددي بالطقس وفقا لسياسة البيانات المفتوحة. وزيادة توافر مخرجات نماذج التنبؤ العددي بالطقس من المراكز العالمية للتنبؤ العددي بالطقس ستقطع شوطا كبيرا في توفير الحوافز والإنصاف التي يمكن أن تساعد على دفع الشبكة (GBON) والنظام (WIGOS) نحو الامتثال ودعم تطوير القدرات.

**فرص التدريب**

تتضمن خطة المرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS للفترة 2023-2020 الترويج لعدد من الأنشطة الداعمة لتطوير القدرات. وتنظم على وجه الخصوص إرشادات ومواد تعليمية ومناسبات تدريبية على المستوى الإقليمي بدعم من المراكز الإقليمية للنظام العالمي المتكامل للرصد (RWCs) ومراكز التدريب الإقليمية (RTCs)، وتشمل مواضيع من قبيل جمع البيانات الشرحية للنظام WIGOS في الأداة [OSCAR/ السطح](https://oscar.wmo.int/surface)، واستخدام النظام [WDQMS](https://wdqms.wmo.int/)، ونظام إدارة الحوادث (IMS). وتتاح هذه المواد من [بوابة التعليم التابعة للنظام WIGOS](https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=146).

وتقوم الفرقة (SC-MINT) بإعداد وتعزيز مواد التعليم والتدريب وتوصي بفعاليات تدريبية قائمة على الكفاءة في مجالات القياسات والأدوات والتتبع البيئية، بالتعاون مع مراكز التدريب الإقليمية (RTCs) والمراكز الإقليمية للأدوات (RICs) والمراكز الإقليمية للأدوات البحرية (RCS) والمراكز الإقليمية لقياس الإشعاع (RTCs) ومراكز ريادة القياسات. وقد عقدت بالفعل في عدة اتحادات إقليمية للمنظمة (WMO) سلسلة من حلقات العمل بشأن مواضيع من قبيل التحول إلى القياسات الآلية الأرضية القاعدة، وبشأن الجودة وإمكانية التتبع والامتثال، وسيوسع نطاقها لتشمل أقاليم أخرى، حسب الاقتضاء. وتغطي هذه الأنشطة، وغيرها من أنشطة التدريب المخططة، مواضيع موجودة في الخلاصة الوافية لأطر الكفاءة للمنظمة (WMO) فيما يتعلق بأدوات القياس والمعايرة ورصد الأحوال الجوية وبرنامج الرصد وإدارة الشبكات. وتتاح أيضا على بوابة التعلم التابعة للنظام (WIGOS) عروض وتسجيلات من حلقات العمل المذكورة وما يرتبط بها من مواد تدريبية.

يتولى مركز التدريب والتعليم التابع للمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAWTEC) المسؤولية عن تدريب وتعليم موظفي المحطات من المحطات العالمية والإقليمية التابعة للمراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) عن طريق تدريس تقنيات القياس وتحليل البيانات، بما في ذلك تلك المتعلقة برصد الأوزون باستخدام أجهزة Brewer و Dobson وسبر الأوزون. وترعى المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) أيضا الدورات التدريبية وحلقات العمل بشأن سفن الرصد الطوعية (VOC) التي تركز على تقنيات القياس، وأساليبه، ومراقبة الجودة (QA-QC)، وتقديم البيانات.

فبعض البلدان لديها محطات استقبال ساتلية أو تتلقى بيانات ساتلية من خلال النظام WIS، ولكنها تفتقر للخبرة اللازمة لاستخدام المعلومات لصالحها. المختبر الافتراضي للتدريب والتعليم في مجال الأرصاد الجوية الساتلية (([المختبر الافتراضي](https://www.wmo-sat.info/vlab/)) يمكن أن يساعد؛ وهي شبكة عالمية من مراكز التدريب المتخصصة ومشغلي سواتل الأرصاد الجوية الذين يعملون معا لتحسين استخدام البيانات والنواتج المستمدة من سواتل الأرصاد الجوية والسواتل البيئية. ويمكن للمختبر الافتراضي أن يواصل التنسيق مع لجنة ال CEOS؛ [الفريق العامل المعني ببناء القدرات وديموقراطية البيانات](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fceos.org%2Fourwork%2Fworkinggroups%2Fwgcapd%2F&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=56MfebSgQK5YiIYOqejrRf666yuD46CWCvlpWYUmtLs%3D&reserved=0) (WGCapD) مواصلة تعزيز مهارات المستخدمين في البلدان النامية من خلال إتاحة طائفة واسعة من التدريبات بشأن رصدات الأرض وتطبيقاتها عن طريق ما يلي [الجدول الزمني للتدريب على لجنة الرؤساء التنفيذيين](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Ftraining.ceos.org%2F&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=J0HrVwH3oTpLMtiZn0ByQarfVncMfB74LyBaOq0yi2s%3D&reserved=0). ويمكن استخدام رزنامة التدريب لإيجاد أو تعزيز التدريبات المتعلقة بمجموعة واسعة من المجالات المواضيعية والجغرافيات التي يقدمها أعضاء اللجنة CEOS والجهات المنتسبة إليها، وأعضاء الفريق المخصص المعني برصدات الأرض (GEO)، والمنظمات الأخرى المشاركة في توفير التدريب على رصدات الأرض. مواصلة المشاركة في [شبكة التدريب والتعليم وتطوير القدرات في مجال رصد الأرض](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fceos.org%2Feotec&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=XLlRw3hqvEeo4xm8VNa47Gg%2F9NxsNmmTyIBItRma94w%3D&reserved=0) (EOTEC-DevNet)، وهي مبادرة مشتركة بين أفرقة تطوير القدرات التابعة للجنة السواتل لرصد الأرض (CEOS)، والفريق CGMS، والفريق المخصص المعني برصدات الأرض (GEO)، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، وإدارة الفضاء الخارجي (UNOOSA)، مدعوة إلى التصدي للحاجة الهامة إلى تنسيق مختلف أنشطة بناء القدرات والتوعية والتدريب عبر سلسلة القيمة الكاملة، بدءا من الرصدات الفضائية القاعدة ووصولا إلى الخدمات النهائية والمستخدمين النهائيين.

**التوصيات**

وتقدم التوصيات التالية الرفيعة المستوى:

1. وتشجع البلدان المتقدمة على إتاحة نواتجها للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) للبلدان النامية وفقا لسياسة المنظمة (WMO) الموحدة للبيانات من أجل التبادل الدولي لبيانات نظام الأرض؛ ويمكن توخي جهود على الصعيد الإقليمي لتعزيز حلول الحوسبة السحابية لتحقيق هذا الغرض؛
2. وتشجع أقل البلدان نموا (LDCs) والدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) على تقديم تطبيقات لتعزيز أو مواصلة تطوير بنيتها التحتية للرصد في الشبكة (GBON) باستخدام المرفق (SOFF) حسب الاقتضاء؛
3. ومن الصعب على وجه الخصوص الحفاظ على القدرات بمجرد تطويرها، عندما يتم توجيه الجهود في شكل مشاريع ذات موارد مرتبطة بالانتقال إلى برامج تنظيمية منتظمة قد لا تتوفر لها موارد كافية. ولذلك ينبغي بذل جهود على الصعيد الوطني لضمان استدامة البنية التحتية المنفذة في الشبكة GBON.

وبالإضافة إلى ذلك، تقترح المبادئ التوجيهية التالية لتوزيع الأولويات لأنشطة التعاون الفني لنظم رصد الأحوال الجوية (حسب ترتيب الأولوية):

1. إقامة مشاريع لتحسين/ إصلاح القدرات القائمة وبناء قدرات جديدة لرصد الهواء العلوي في الشبكة RBON[[17]](#footnote-18)، مع التركيز على تفعيل محطات الهواء العلوي الصامتة وتحسين التغطية فوق المناطق التي تشح فيها البيانات (لاسيما فيما يتعلق بشراء المعدات والمواد الاستهلاكية، والاتصالات، وتدريب الموظفين).
2. توسيع نطاق تغطية نظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية من على متن الطائرات (AMDAR) لتشمل البلدان النامية وأقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية لاستكمال عمليات رصد الهواء العلوي الشحيحة أو لتوفير بديل فعال من حيث التكلفة للبلدان التي لا تستطيع تحمل تكاليف نظم سبر الهواء العلوي الباهظة التكلفة، مع الاستفادة من البرنامج التعاوني (WICAP) (انظر [القسم 2.4.3](#_2.4.3_Analysis_of)).
3. إقامة مشاريع تتعلق بتحسين جودة البيانات وانتظام وتغطية الرصدات السطحية في الشبكة RBON مع التركيز على تفعيل المحطات الصامتة وتحسين التغطية فوق المناطق التي تشح فيها البيانات.
4. إقامة مشاريع تتعلق بإدخال و/أو استخدام معدات ونظم رصد جديدة بما في ذلك، حيثما كانت محطات الأرصاد الجوية الأوروماتية (AWSs) السطحية القاعدة فعالة من حيث التكلفة، ونظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية من على متن الطائرات (AMDAR)، والناشئة عن برنامج القياسات الأورومية للرصد من على متن السفن (ASAP)، والمحطات العائمة المنساقة.

وسيسهم التعاون الفني من أجل التوصل إلى اتصالات موثوقة مساهمة قيمة لضمان تبادل بيانات الرصد على نطاق واسع بعد جمعها.

وأخيرا، ينبغي مراعاة التوصيات التالية عند تناول تطور نظم الرصد في البلدان النامية:

1. تحديد المناطق الجغرافية التي ينبغي إعطاء الأولوية لها لإجراء رصدات إضافية، في حالة توافر تمويل إضافي.
2. إيلاء أولوية عالية، على المستوى الإقليمي، للحفاظ على الحد الأدنى من شبكات المسابير الراديوية ذات الأداء المقبول.
3. استخدام أنشطة إنقاذ البيانات للمحافظة على سجل الرصدات التاريخية في البلدان النامية وسجلات محطات الرصد التاريخية، وإتاحة مجموعات بيانات طويلة الأجل للأنشطة بما في ذلك إعادة التحليل، والبحوث، والتكيف، والمراقبة، والخدمات المناخية الأخرى.
4. تشجيع الاتحادات الإقليمية على أن تقوم، بالتنسيق مع لجنة البنية التحتية، بتحديد التجارب الميدانية بشأن المناطق التي تشح فيها البيانات، لفترة محدودة، على تقييم الكيفية التي ستساهم بها البيانات الإضافية في تحسين الأداء على الصعيدين الإقليمي والعالمي، على النحو المتبع في التجربة الميدانية لتحليل الموسميات المتعددة التخصصات الأفريقية (AMMA[[18]](#footnote-19)).
5. دراسة مدى إمكانية أن تصبح المحطات الأوتوماتية بديلا مجديا من حيث التكلفة للمحطات اليدوية للشبكة السطحية في المستقبل، وبحث التشكيلات المحسنة للمحطات الأوتوماتية والمرجعية.
6. اتباع مبادئ تصميم شبكات الرصد (انظر مطبوع المنظمة رقم 1160، القسم 2.2.2.1 والتذييل 2.1) وممارسات إدارة التغيير السليمة عندما تحدث تغييرات في نظم رصد المناخ من خلال التعاون الوثيق بين مديري الرصدات وعلماء المناخ[[19]](#footnote-20).
7. ومن أجل التنبؤ الآني والتخفيف من المخاطر في المناطق المعرضة للخطر، يمثل توافر بنية تحتية متينة للاتصالات (في ظل أحوال الطقس المتطرفة) مشكلة. استخدام شبكات اتصالات قوية.
8. استخدام مفهوم المراكز الإقليمية لتوفير إمكانية الوصول إلى الأخصائيين الذين يمكنهم إجراء تدريب وصيانة نظم أكثر تعقيدا بما في ذلك محطات الأرصاد الجوية الأوكيمياء (AWS).

وقد اتخذت خطوة هامة إلى الأمام في الدورة الاستثنائية (2021) للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية (Cg-Ext(2021) التابع للمنظمة (WMO) في تشرين الأول/ أكتوبر 2021 بالموافقة على مشروع القرار 4.2/1 الذي يؤيد إنشاء المرفق (SOFF) الذي سيقدم دعما فنيا وماليا لتنفيذ الشبكة (GBON) وتشغيلها بشكل مستدام في أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغيرة النامية. الأمين العام، بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، ومكتب الصناديق الاستئمانية المتعددة الشركاء التابعة للأمم المتحدة، أن يسعى على وجه الاستعجال إلى إنشاء المرفق (SOFF) بوصفه صندوقا استئمانيا متعدد الشركاء للأمم المتحدة.

1. **خطة التواصل بشأن ضرورة الاستجابة لرؤية النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) في عام 2040**

يجب إبلاغ الإجراءات ذات الأولوية المقترحة في وثيقة الإرشادات الرفيعة المستوى لتطوير نظم الرصد الفضائية القاعدة والسطحية القاعدة الواردة في القسم 2.5 أعلاه بين أصحاب المصلحة الرئيسيين وعناصر التنفيذ الرئيسية. ويجب إرسال الرسائل الرئيسية إلى مختلف الجماهير المستهدفة لإشراكها على نحو فعال. وخلال المرحلة التشغيلية للنظام WIGOS، من المتوقع أن تتولى المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs)، بالعمل مع الشركاء الوطنيين، مزيدا من المسؤولية عن التنفيذ الوطني للنظام WIGOS.

يعد تعزيز ثقافة الامتثال للائحة الفنية للنظام WIGOS أولوية رئيسية خلال المرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS. من خلال مؤشرات النظام WIGOS التي اعتمدها المجلس التنفيذي (انظر [المقرر 4.2(4)/1 (EC-73)](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(4)-WIGOS-INDICATORS-approved_en.docx&action=default)) يمكن مراقبة التقدم المحرز في التنفيذ الوطني للنظام WIGOS. وتتيح هذه المؤشرات إجراء تقييم أكثر واقعية لامتثال الأعضاء لتنفيذ النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) وتطور نظم الرصد. وتتضمن خطة المرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS، التي اعتمدها المجلس التنفيذي (انظر [هنا](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(1)-PLAN-WIGOS-OPERATIONAL-PHASE-approved_en.docx&action=default))، قسما عن ثقافة الامتثال بوصفها إحدى أولويات الخطة.

وستوافي الأطراف المعنية وعناصر التنفيذ بالرسائل الرئيسية لهذه الوثيقة الإرشادية، وهي:

1. المديرون الفنيون والمديرون التنفيذيون للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا؛
2. والمنظمات والبرامج الدولية الشريكة؛
3. والمنظمات الوطنية الشريكة؛
4. والوكالات الفضائية؛
5. الشركاء العلميون من الجامعات؛
6. والمنظمات الممولة والجهات المانحة.

لإيصال محتوى وثيقة الإرشادات رفيعة المستوى، يمكن استخدام قنوات الاتصال والأنشطة التالية:

1. اللقاءات التدريبية بشأن النظام (WIGOS) ومراكز التدريب الإقليمية (RTCs) التابعة للمنظمة (WMO) لتبادل المعلومات،
2. المراكز الإقليمية للنظام WIGOS؛
3. والمنسقون الوطنيون للنظام (WIGOS)؛
4. عرض نتائج التوجيهات رفيعة المستوى حيثما تتاح الفرص، في لقاءات جانبية خلال الاجتماعات التي ينظمها الشركاء وأصحاب المصلحة الآخرون.

وستستعرض الأنشطة وتحدث بانتظام، مع مراعاة التقدم المحرز في التنفيذ والتغذية المرتدة من جميع أصحاب المصلحة.

**المرفق 1**

**الوثائق والمواد التنظيمية والإرشادية ذات الصلة بالنظام WIGOS؛**

1. **الوثائق ذات الصلة بالنظام WIGOS؛**

وخلال إعداد النظام WIGOS ومرحلة ما قبل تشغيله (2019-2016)، أعدت عدة وثائق وأدوات داعمة، فضلا عن مواد تنظيمية وإرشادية. وإضافة إلى ذلك، وضعت خطة للمرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS (2023-2020).

وفي هذا المرفق، ترتبط وثائق النظام WIGOS والأدوات والمواد التنظيمية ذات الصلة، وترد المشورة بشأن كيفية توصيلها.

والنظام (WIGOS) نشاط أساسي وعنصر أساسي في البنية التحتية للمنظمة (WMO) يدعم جميع برامج المنظمة (WMO) ومجالات التطبيق الخاصة بها. ويوفر النظام (WIGOS) الإطار العالمي، وأدوات الإدارة والتصميم لجميع نظم الرصد المساهمة لتحسين الاستثمارات الموجهة نحو المستخدمين من أجل التنمية المستدامة لتقديم خدمات الطقس والمناخ والماء والخدمات البيئية ذات الصلة. وينطبق هذا بصفة خاصة على الأنواع التالية من الرصدات:

1. رصدات الطقس والمناخ التابعة للنظام العالمي للرصد (GOS) وشبكات النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)؛
2. رصدات تكوين الغلاف الجوي، أي عنصر الرصد في المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)؛
3. الرصد الهيدرولوجي لنظام الرصد الهيدرولوجي التابع للمنظمة (WHOS)؛
4. رصدات الغلاف الجليدي، أي عنصر الرصد في المراقبة العالمية للغلاف الجليدي (GCW)؛
5. الأرصاد الجوية البحرية والأوقيانوغرافية للنظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS).

ويمكن الاطلاع على التفاصيل على الصفحة الشبكية للنظام WIGOS: <https://public.wmo.int/en/programmes/wigos> https://community.wmo.int/activity-areas/wigos

يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل عن خطط تنفيذ مكونات النظام WIGOS في إطار:

1. خطة تنفيذ المراقبة العالمية للغلاف الجليدي (GCW)، النسخة 1.6 (24 كانون الثاني/ يناير 2015)، والنسخة 1.7 (19 نيسان/ أبريل 2016)،
2. خطة تنفيذ المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) التابعة للمنظمة (WMO): 2016-2023. تقرير المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) رقم 228. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2017،
3. النظام العالمي لرصد المناخ: احتياجات التنفيذ. GCOS-200. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2016،
4. خطة تنفيذ الإطار العالمي للخدمات المناخية (GFCS). المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2014،
5. المرحلة الثانية من نظام الرصد الهيدرولوجي التابع للمنظمة (WHOS) - خطة التنفيذ الأولية، المنظمة (WMO)، أيار/ مايو 2018.

وخلال مرحلة ما قبل تشغيل النظام WIGOS في الفترة 2019-2016، صيغت الأنشطة الرئيسية على خمسة مجالات ذات أولوية، هي: (1) التنفيذ الوطني للنظام WIGOS؛ (2) (2) المواد التنظيمية للنظام WIGOS تكملها المواد الإرشادية الضرورية لمساعدة الأعضاء على تنفيذ اللائحة الفنية للنظام WIGOS؛ (3) مواصلة تطوير نظام المعلومات التشغيلية للنظام WIGOS (WIR)، مع التركيز بوجه خاص على النشر التشغيلي لقواعد بيانات الأداة OSCAR؛ (4) إعداد وتنفيذ النظام (WDQMS)؛ (5) وضع مفهوم المراكز الإقليمية للنظام WIGOS (RWCs) ومرحلة إنشائها مبدئيا، وترد التفاصيل في خطة مرحلة ما قبل تشغيل النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) للفترة 2019-2016 ([PWPP](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=19656#.YYTvJWCZPYY)). وأشار مؤتمر المنظمة (WMO) في عام 2018 ([القرار 37 (Cg-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=127)) إلى التقدم المحرز خلال مرحلة تنفيذ النظام (WIGOS) ومرحلة ما قبل تشغيله، وقرر اعتبار النظام تشغيليا اعتبارا من 1 كانون الثاني/ يناير 2020، وينبغي مواصلته باعتباره نشاطا أساسيا من أنشطة المنظمة (WMO). ولذا، أقرت لجنة الرصد والبنية التحتية ونظم المعلومات (INFCOM) خطة للمرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS (2023-2020) في دورتها الأولى التي اعتمدها المجلس التنفيذي في دورته الثالثة والسبعين (انظر [هنا](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(1)-PLAN-WIGOS-OPERATIONAL-PHASE-approved_en.docx&action=default)). والأولويات العليا للنظام WIGOS خلال هذه الفترة هي:

1. التنفيذ الوطني للنظام WIGOS، بما في ذلك تطوير القدرات اللازمة، واتفاقات الشراكة، وإدماج نظم الرصد في جميع مجالات التطبيق.
2. تعزيز ثقافة الامتثال للائحة الفنية للنظام WIGOS.
3. تنفيذ شبكة الرصد الأساسي العالمية وشبكات الرصد الأساسي الإقليمية.
4. النشر التشغيلي لنظام مراقبة جودة بيانات النظام WIGOS.
5. التنفيذ التشغيلي للمراكز الإقليمية للنظام WIGOS.
6. مواصلة تطوير قواعد بيانات الأداة OSCAR.

وستعطى أولوية عالية للأنشطة التي ستساعد الأعضاء في وضع وتنفيذ خططهم الوطنية لتنفيذ النظام WIGOS، مع التركيز بوجه خاص على أقل البلدان نموا والبلدان النامية غير الساحلية والدول الجزرية الصغيرة النامية التي هي في أشد الحاجة إليها.

وقد استندت خطة المرحلة التشغيلية الأولية للنظام WIGOS (2023-2020) إلى القدرات التي طورت أثناء مرحلة ما قبل التشغيل. وإذ يشير المؤتمر العالمي الثامن عشر للأرصاد الجوية (Cg-18) إلى خطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP)، يدعو الأعضاء والوكلاء المحددين للتنفيذ إلى اتخاذ خطوات أفضل لمعالجة تنفيذ بعض الإجراءات المحددة في خطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP)، على النحو الوارد في [المرفق 3](#_Annex_3._Key) من هذه الوثيقة.

[أعدت استراتيجية للاتصال والتوعية](https://community.wmo.int/comms-outreach) لدعم تنفيذ النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS). وتهدف الاستراتيجية إلى ضمان إتاحة إمكانية الوصول بسهولة لجميع أعضاء المنظمة (WMO) وأصحاب المصلحة إلى جميع أعضاء المنظمة (WMO) وجميع أصحاب المصلحة بشأن جميع المعلومات ذات الصلة عن النظام WIGOS - المفهوم والفوائد والآثار وأنشطة التنفيذ الرئيسية والتقدم والتحديات.

تجمع عملية الاستعراض المستمر [للمتطلبات (RRR](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process)) معلومات عن المتطلبات المتطورة للأعضاء فيما يتعلق بالرصدات في 14 مجال تطبيق حاليا لتلبية احتياجات جميع برامج المنظمة (WMO). تسمى مقارنة متطلبات المستخدمين بقدرات نظم الرصد في مجال تطبيق معين استعراضا نقديا. وهذا يستعرضه الخبراء في مجالات التطبيق ذات الصلة ويستخدمون لإعداد فريق تنفيذي خاص يهدف أساسا إلى توجيه الانتباه إلى أهم الفجوات بين متطلبات المستخدمين وقدرات نظم الرصد، في سياق التطبيق (انظر أيضا [القسم 2.1](#_2.1_Synthesis_of)). ومع نهج نظام الأرض الذي تتبعه المنظمة (WMO) والنظر في تطور متطلبات المستخدمين وزيادة دور القطاع الخاص، تستعرض لجنة البنية التحتية (INFCOM) الاستعراض المستمر للمتطلبات وعملياته خلال فترة ما بين الدورتين 2023-2020.

ويرد تجميع مفصل لجميع المتغيرات والمتطلبات لمجالات التطبيق المختلفة في قاعدة بيانات نظم الرصد OSCARs ([أداة تحليل واستعراض قدرات نظم الرصد](http://oscar.wmo.int/)). وقد بدأ تشغيل الإصدارات الجديدة للأداة OSCAR/ الفضاء والأداة OSCAR/ السطح خلال النصف الثاني من عام 2020.

تقدم [رؤية النظام WIGOS في وثيقة عام 2040](https://community.wmo.int/vision2040) سيناريو مرجحا لتوجيه تطور النظام WIGOS في العقود المقبلة ورؤية طموحة ولكن مجدية فنيا واقتصاديا لنظام رصد متكامل سيتصدى لمتطلبات الرصد المحددة. وتتوقع إعداد وتنفيذ إطار للنظام WIGOS بالكامل يدعم جميع أنشطة المنظمة (WMO) وأعضائها في المجالات العامة لتطبيقات الطقس والمناخ والماء وغيرها من التطبيقات البيئية ذات الصلة. وتحاول الرؤية تلبية احتياجات جميع مجالات التطبيق مع برامج المنظمة (WMO) والبرامج التي تشارك المنظمة (WMO) في رعايتها والتي يستجيب لها النظام (WIGOS). وترى الرؤية أن نظم الرصد المستقبلية ستعتمد على النظم الفرعية القائمة، السطحية القاعدة والفضائية القاعدة على حد سواء، وأنها ستستغل تكنولوجيات الرصد القائمة والجديدة والناشئة غير المدمجة أو المستغلة استغلالا كاملا حاليا.

لم تعد المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) هي الجهة الوحيدة التي تقدم رصدات الأحوال الجوية. وبدلا من ذلك، تقوم عادة مجموعة متنوعة من المنظمات الآن بتشغيل نظم رصد ذات أهمية لمجالات التطبيق الخاصة بالمنظمة (WMO). ومن مبادئ النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) إدماج هذه الرصدات في نظام عام واحد قدر الإمكان.

الشبكة [GBON](https://community.wmo.int/gbon) عنصر أساسي في النظام WIGOS. وتهدف الشبكة GBON بشكل خاص إلى تعزيز المكونات السطحية القاعدة لنظام الرصد، وستعالج متطلبات الرصد تلك التي لا يمكن لنظم الرصد الفضائية القاعدة أن تلبيها حاليا. وهو يمثل نهجا جديدا تصمم فيه شبكة الرصد السطحية القاعدة الأساسية وتحدد وتراقب على الصعيد العالمي. وستحسن الشبكة (GBON)، بمجرد تنفيذها، توافر أهم البيانات السطحية القاعدة، التي سيكون لها أثر إيجابي مباشر على جودة التنبؤات بالطقس. ويتضمن الموقع الشبكي لمجتمع المنظمة (WMO) المفهوم وملخصا تنفيذيا وعرضا عن الشبكة (GBON).

نوقش مشروع أحكام الشبكة GBON ومشروع عملية تسمية محطات الشبكة GBON في الدورة الأولى للجنة البنية التحتية التابعة للمنظمة WMO (انظر مطبوع المنظمة [رقم 1251](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21866)، التقرير النهائي الموجز للدورة) وقدم إلى المجلس التنفيذي في دورته الثالثة والسبعين بعد أن استعرضه الأعضاء. وقد اعتمدت الدورة الاستثنائية للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية في تشرين الأول/ أكتوبر 2021 مشروع أحكام الشبكة (GBON)؛ وسيدخل هذان الاتفاقان حيز النفاذ في 1 كانون الثاني/ يناير 2023.

1. **المواد التنظيمية والإرشادية للنظام (WIGOS)**

الغرض من اللائحة الفنية هو ضمان الاتساق والتوحيد القياسي الوافيين في الممارسات والإجراءات لتيسير التعاون في مجالي الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا فيما بين الأعضاء، انظر اللائحة الفنية (مطبوع المنظمة [رقم 49](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=14073#.XmdNhKhKi70))، المجلد الأول - المعايير العامة والممارسات الموصى بها للأرصاد الجوية، الجزء الأول - النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS).

يحدد مرجع النظام WIGOS التزام الأعضاء بتنفيذ النظام WIGOS وتشغيله. وهو ييسر التعاون في عمليات الرصد فيما بين الأعضاء، ويضمن الاتساق والتوحيد القياسي الكافيين في الممارسات والإجراءات المستخدمة (مرجع النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (مطبوع المنظمة [رقم 1160](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=19223#.XmdPOahKi70))، طبعة 2019)؛

وتوفر النسخة المحدثة من الدليل لعام 2018 مواد ذات صلة ببعض اللوائح الجديدة المتعلقة بالنظام WIGOS. وتشمل المواضيع التي يتناولها المؤتمر النظام الجديد لمحددات هوية محطات النظام WIGOS، والمتطلبات الجديدة لتسجيل البيانات الشرحية وإتاحتها على النحو المحدد في معيار البيانات الشرحية للنظام WIGOS، وأداة OSCAR الجديدة التي سيستخدمها الأعضاء لتقديم البيانات الشرحية من أجل التجميع العالمي للمنظمة WMO، ومبادئ تصميم شبكات الرصد الجديدة (OND). وتعطي المبادئ إرشادات للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) بشأن كيفية تصميم وتطوير شبكات الرصد التابعة لها. ويشجع الأعضاء على اتباع مبادئ OND. لتطوير النظام العالمي للرصد في الفترة 2023-2020، فإن نهج الشبكة ذات المستويات مهم، يمكن من خلاله نقل المعلومات من الرصدات المرجعية عالية الجودة إلى رصدات أخرى واستخدامها لتحسين نوعية وفائدة تلك الرصدات. ولمعرفة التفاصيل، انظر دليل النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (مطبوع المنظمة [رقم 1165](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20026#.XmdPY6hKi70))، طبعة 2017 المحدثة في عام 2018.

يقدم دليل أدوات الأرصاد الجوية وطرق الرصد ([دليل لجنة أدوات وطرق الرصد (CIMO)](https://community.wmo.int/activity-areas/imop)) المشورة بشأن الممارسات الجيدة لقياسات ورصدات الأرصاد الجوية. وهو يضع معايير فنية، وإجراءات لمراقبة الجودة، وتوجيهات لاستخدام أدوات الأرصاد الجوية وطرق الرصد من أجل تعزيز التطوير والتوحيد القياسي على نطاق العالم. وفي الوقت الحاضر، توفر تكنولوجيات الرصد من قبيل أدوات الاستشعار عن بعد العاملة على متن السواتل وعلى سطح الأرض (مثل رادارات الطقس) المصدر الرئيسي للمعلومات عن الغلاف الجوي للأرض وسطحها. ويرد في كتيب المنظمة (WMO) والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) المعنون "استخدام الطيف الراديوي لأغراض الأرصاد الجوية" (دليل استخدام الطيف الراديوي) معلومات فنية وتشغيلية شاملة عن استخدام نظم الأرصاد الجوية للنطاقات [الراديوية](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3793). والأهم هو أن تدافع دوائر الأرصاد الجوية عن نطاق التردد اللازم ضد المستخدمين التجاريين الآخرين. وقد أجرت فرق الخبراء التابعة للمنظمة (WMO)، وخبراء من وكالات الفضاء، وبرامج التعاون الإقليمية مثل المنظمة الأوروبية للأرصاد الجوية (EUMETFREQ) العديد من الدراسات لحماية نطاقات التردد، ومثلت المنظمة (WMO) على مستوى الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). ويجب أن تستمر هذه الجهود. وعلاوة على ذلك، فمن الأهمية بمكان أن يعرف أي تطبيق أو معدات جديدة تستخدم الترددات الراديوية على المستوى الدولي من أجل ضمان الحماية الملائمة. وبما أن عملية وضع نص تنظيمي على المستوى الدولي تحتاج إلى تأخيرات طويلة، فإن تقديم معلومات مسبقة إلى فرق الخبراء التابعة للمنظمة (WMO) أمر ضروري لضمان الحماية الكافية. وإضافة إلى ذلك، يجب أن يدعم خبراء وطنيون جهود فرقة الخبراء التابعة للمنظمة (WMO) والمعنية بتنسيق الترددات الراديوية.

ويوفر النظام WIGOS عددا من الأدوات التي يمكن أن تكون مفيدة في تنفيذ النظام WIGOS على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية. تعد الأداة OSCAR موردا أعدته المنظمة (WMO) لدعم تطبيقات رصد الأرض، ودراسات تخطيط الشبكات، والتنسيق العالمي. والأداة [OSCAR](http://oscar.wmo.int/) عبارة عن قائمة جرد شبكية لجميع المحطات/ المنصات السطحية والفضاء التابعة للنظام WIGOS، ولها المكونات التالية:

1. تتضمن الأداة OSCAR/ السطح والأداة OSCAR/ الفضاء معلومات عن قدرات نظم الرصد السطحية والفضوية القاعدة.
2. تتضمن الأداة OSCAR/ المتطلبات متطلبات المستخدمين لجميع مجالات التطبيق الداعمة لبرامج المنظمة WMO،
3. وستستخدم الأداة OSCAR/ التحليل لمقارنة تلك المتطلبات بقدرات نظم الرصد (الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR)، الاستعراض النقدي). ويجري مواصلة تطوير الأداة وإضافة مزيد من الوظائف والمعلومات حسب الاقتضاء.

وتتوافر الأداة OSCAR/ الفضاء في أمانة المنظمة (WMO) منذ عام 2012، وصدرت النسخة الأخيرة 2.6 في تشرين الأول/ أكتوبر 2021. وكانت ترقية كبيرة للبرمجيات مع العديد من الميزات الجديدة المتعلقة بتحليل الثغرات وأداة البحث. واليوم، تتضمن الأداة OSCAR/ الفضاء معلومات تتعلق ب 1000 جهاز. وحوالي 650 منها مخصصة لرصدات الأرض و350 لمهمات الطقس الفضائي. وهو مصدر مرجعي للمعلومات التي تحتفظ بها المنظمة (WMO) لصالح مستخدمي السواتل ووكالات تشغيل السواتل في جميع أنحاء العالم.

وقد اشتركت المنظمة (WMO) ولأرصاد الجوية MeteoSwiss في تطوير الأداة OSCAR/ السطح منذ عام 2014 لعناصر السطح والمتطلبات والتحليل. وتضاف التحسينات بشكل روتيني من خلال الإصدارات العادية للأداة OSCAR/ السطح، مثل إصدار تشرين الأول/ أكتوبر 2021 الذي أضاف سمة للإدراج الأوتوماتي لمعلومات المراقبة من نظام مراقبة جودة بيانات المنظمة (WMO) ليعكس الحالة التشغيلية الفعلية لمحطات الرصد في الأداة OSCAR/ السطح.

ولمعرفة المزيد عن الأداة OSCAR وغيرها من أدوات النظام WIGOS، يرجى زيارة [بوابة التعلم الخاصة بالنظام WIGOS](https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=146) التي تتضمن عددا من الدروس التعليمية والدورات التدريبية. وهو يتضمن مواد تعليمية للأداة OSCAR/ السطح، والنظام WDQMS، والمواضيع الأخرى ذات الصلة بالنظام WIGOS، مثل مقاطع الفيديو، والعروض، والوثائق، والروابط، وما إلى ذلك، فضلا عن المواد المقدمة في حلقات العمل التدريبية الإقليمية.

والمنصة [الشبكية للنظام WDQMS](https://wdqms.wmo.int/nwp/synop/six_hour/availability/pressure/all/2020-06-28/18)، الموصولة ارتباطا وثيقا بالأداة OSCAR، هي مورد وضعته المنظمة WMO ويستضيفه المركز الأوروبي (ECMWF)، لمراقبة أداء جميع  [التابعة للنظام WIGOS.](https://public.wmo.int/en/programmes/wigos) مكونات الرصد

وتراقب النسخة التشغيلية الحالية من النظام الشبكي توافر وجودة بيانات الرصد استنادا إلى معلومات المراقبة في الوقت شبه الحقيقي الواردة من المراكز العالمية الأربعة المشاركة للتنبؤ العددي بالطقس: المرفق الألماني للطقس (DWD)، والمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، والوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA)، والمراكز الوطنية للتنبؤات البيئية (NCEP) بالولايات المتحدة الأمريكية. وتربط هذه الأداة بين توافر وجودة بيانات الرصد السطحية القاعدة من مراكز مراقبة النظام WIGOS مع البيانات الشرحية للنظام WIGOS ومتطلبات المستخدمين من الأداة OSCAR، وتوفير المعلومات بشأن المسائل المتعلقة بشبكات/ المحطات لأعضاء المنظمة WMO والمراكز الإقليمية RWCs للمتابعة. مراقبة التنبؤ العددي بالطقس متاحة حاليا للمحطات السطحية الأرضية (تقارير SYNOP) والمحطات الأرضية للمسابير الراديوية في الهواء العلوي (تقارير TEMP و PILOT).

وفي الدورة التاسعة والستين للمجلس التنفيذي (EC-69) اعتمدت مؤشرات لرصد التقدم المحرز في التنفيذ الوطني للنظام WIGOS، وفي الموقع الشبكي الخاص [باستعداد النظام WIGOS](https://www.wmo.int/pages/prog/www/wigos/wigos-readiness.html)، يمكن مراقبة التقدم المحرز (اعتبارا من 1 حزيران/ يونيو 2019).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**المرفق 2**

**نظرة عامة على كل متغير في بيان الثغرات الإرشادية**

ويقدم الجدول 1 أدناه لمحة عامة عن ثغرات الرصدات المستمدة من بيانات التوجيه الخاصة بمجالات التطبيق الخاصة بالمنظمة (WMO)، مع تحديد الأولويات لمعالجة هذه الثغرات، والتكنولوجيات المتاحة والناشئة، وبعض التعليقات أو التوصيات التي يتعين النظر فيها.

**الجدول 1: متغيرات المتطلبات وثغراتها من بيانات التوجيه**

| **متغير** | **مجال التطبيق والثغرات** | **التكنولوجيا المتاحة لمعالجة الثغرات** | **التكنولوجيات الناشئة** | **تعليق/ توصيات (التكلفة، والتكامل بين التكنولوجيات، وجانب تطوير القدرات، وتطوير الشبكة GBON، وما إلى ذلك)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| أنت و v-comp من الرياح في مجال ثلاثي الأبعاد. | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو ضعيفة على المحيطات وأراضي قليلة السكان * عدد قليل جدا من الرصدات الموقعية للرياح من المنطقتين القطبيتين. وفي الطبقة السفلى من الستراتوسفير، لا توفر سوى المسابير الراديوية معلومات عن الرياح؛ * ومع توفر المسابير التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء الفائقة الطيفية على السواتل الثابتة بالنسبة للأرض، قد يتيح ذلك مزيدا من التحسين لحقل الرياح ثلاثي الأبعاد الذي يجري تحليله؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * ومع ذلك، فمن الواضح في كثير من المناطق الافتقار إلى رصدات موثوقة. ونوعية البيانات المسترجعة من راسمات الرياح المحتفظ بها صيانة جيدة، في حين أن نوعية الرياح المستمدة من تقنية شاشات عرض سمت السرعة (VAD) قد تكون موضع شك. * وإضافة إلى ذلك، تعطي معلومات الرياح المستمدة من السواتل الثابتة بالنسبة للأرض معلومات مقبولة بسبب تواتر الرصد العالي الاستبانة الأفقية العالية، وإن كانت تقتصر عموما على رصد الرياح من مستوى وحيد على مستويات قليلة محددة بدقة ضعيفة.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * والتغطية الريحية في المنطقتين القطبيتين غير موجودة في جوهرها. * وتكون الاستبانة الزمنية لراسمات الرياح من المسابير الراديوية هامشية إلى مقبولة. * وتكون الرياح الساتلية مقبولة من الدقة الحدية والتغطية الرأسية هامشية؛   **الأرصاد الجوية للطيران:**   * ويمكن تحقيق دقة أعلى في التنبؤات بالرياح عن طريق تعزيز جمع بيانات الرصد من على متن الطائرات (على سبيل المثال، ربطها من نظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR)، ونظام الاستطلاع التابع التلقائي باء (نظم المراقبة التابعة الأوتوماتية) والطريقة S) المرصودة في مناطق المطارات. * وعلاوة على ذلك، كثيرا ما يواجه مسح رادارات الطقس مشاكل فيما يتعلق بالقياسات قرب السطح بسبب وجود الكثير من النواتج غير المتعلقة بالأرصاد الجوية التي تلوث الإشارة بشدة. | المسابير الراديوية، البالونات الرائدة،  رياح الطائرات،  رادارات قص الرياح، والرياح الرادارية للطقس، والرادارات VAD  قياسات دوبلر للرياح متعددة الاستاتيكية،  قياسات الرياح غير المباشرة: التصوير متعدد الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرار سريعة.  المسابير بالأشعة تحت الحمراء الفائقة الطيفية الساتلية | الأسلوب S (الذي تم استيعابه تشغيليا في مكتب الأرصاد الجوية منذ عام 2020، والتن التنبؤ العددي بالطقس العالمي والتنفير العددي بالطقس العالي الاستبانة، Li 2021)  ليدار Doppler (بعثة Aeolus استيعابها تشغيليا في المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) منذ عام 2020 التنبؤ العددي بالطقس العالمي)  المركبات الجوية غير المأهولة (UAV) لنموذج عالي الاستبانة.  ليدار Doppler الأرضي القاعدة، داخل الطبقة المتاخمة وفي السحب الرقيقة بصريا  قياسات هبوط المسابير الراديوية.  نظام سبر منساق ذهابا وإيابا. [الصين] | الطريقة S: بيانات مجانية، قدرة على رسم المقاطع الرأسية قرب المطار، تغطية جيدة على مستوى الطيران المبحر  وقد صمم Aeolus في التسعينات، ويفترض أن يدوم 3 سنوات على الأقل، لذلك هناك العديد من جوانب التكنولوجيا التي يمكن تحسينها في مهمة تشغيلية محتملة في المستقبل.  UAV: ارتفاع محدود (تبعا لتنظيم البلد) MeteoSwiss أجرى تجربة مع طائرة بدون طيار مؤتمتة بالكامل تصل إلى ارتفاع 2 كم. (Leuenberger وآخرون، 2020)  وفي الفترة 2023-2022، تتطلع فرقة فرقة الخبراء المعنية بالرصدات من على متن الطائرات (JET-ABO) التابعة للمنظمة (WMO) إلى تنظيم مشروع إيضاحي عالمي سيركز على جودة البيانات ومعاييرها وأنساقها فيما يتعلق ببيانات الأرصاد الجوية، فضلا عن تقييم أثر تمثل البيانات على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على الصعيد الإقليمي. التعاون المحتمل مع الأطراف الثالثة التي تستخدم الطائرات بدون طيار (10 سنوات)  تسمح تكنولوجيا ليدار Diode بتقنية ليدار أرخص من ذي قبل. لا يعاني مثل الرادار من التشوش الأرضي، وتخصيص التردد. مفيدة في المطارات، والأرصاد الجوية الحضرية (Barlow، 2011).  وسيكون ليدار دوبلر الخاص بالرياح مع أدوات أخرى مستخدمة في المشروع الإيضاحي للبحوث (RDP) في باريس لعام 2024.  وثمة تقنية منخفضة التكلفة وابتكارية في رسم المقاطع الرأسية، وهي نظام السبر المنساق على ثلاث مراحل لرحلة مستمرة، استنادا إلى نظام بيدو للسواتل الملاحية في الصين، الذي يمكن أن يوفر بيانات سبر فعالة من حيث التكلفة وموسعة، جاهزة للاستخدام التشغيلي. ويتيح هذا المنطاد، عن طريق إطلاق منطاد سبر واحد، الجانبيات الرأسية الصاعدة تعاقبا، والمقطع الرأسي العوام، والمقطع الرأسي الهبوطي لبيانات السبر عالية الاستبانة. وتقنية رسم المقاطع الرأسية الخاصة جاهزة للاستخدام التشغيلي بعد أكثر من 3000 تجربة ناجحة في 5 سنوات. [الصين] |
| الضغط السطحي | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو منعدمة في بعض المناطق في المناطق المدارية والقطب الشمالي؛ * لا ترصد النظم الساتلية الحالية أو المخططة الضغط السطحي باستثناء مساهمة صغيرة من بيانات الاحتجاب الراديوي وقياسات فريق التوجيه المعني بالرصدات من أجل التنبؤ العددي بالطقس (GNWP) - 4 - العمق البصري التفاضلي في الغلاف الجوي لغاز معروف التركيب مثل الأكسجين (بعثة OCO-2 التابعة لوكالة ناسا)؛   **إعادة التحليل الطويلة الأجل لدراسات المناخ**   * ونظرا لوجود بيانات رصد تاريخية طويلة للضغط السطحي، فإن البيانات تستخدم غالبا كبيانات رصد أولية في عمليات إعادة التحليل الطويلة الأجل لدراسات المناخ، وسيكون من الداعم لتلك التطبيقات مواصلة رصدات الضغط السطحي الموقعية.   **تطبيقات المحيطات:**   * تجري السفن والمحطات العائمة المنساقة رصدات سطحية قياسية لعدة متغيرات جوية، بما في ذلك الضغط الجوي لسطح البحر. ولا يستغرق ضغط سطح البحر سوى عدد قليل من المحطات العائمة الراسية. وفي المياه الضحلة نسبيا، تفعل منصات النفط نفس الشيء، ولكن التواتر والتغطية المكانية هامشيان لتطبيقات الخدمات البحرية. * وينبغي زيادة الاستبانة في رصدات الضغط السطحي بما يمكن أن يحسن دقة التنبؤات الكلية لمستوى سطح البحر في المناطق الساحلية ومناطق مصبات الأنهار، لا سيما أثناء ظواهر الطقس المتطرفة. | السفن، المحطات العائمة المنساقة، المحطات العائمة الراسية، المحطات السطحية،  مطياف الأشعة القريبة من الأشعة | الإبحار فوق المحيطات | تشير دراسات الحساسية التي تستخدم نظم تمثل بيانات الغلاف الجوي إلى بيانات ضغط سطح البحر في النطاقين المتوسط والمرتفع – ولخطوط العرض آثار كبيرة على مهارات التنبؤ بالطقس. ولكن تأثير بيانات ضغط سطح البحر في المناطق المدارية ليس واضحا.  وأجهزة استشعار الضغط مكلفة نسبيا مقارنة بأجهزة استشعار العناصر السطحية القياسية الأخرى في الغلاف الجوي مثل درجة الحرارة والرطوبة والرياح. يصبح عقبة لتركيبه على المحطات العائمة الراسية. |
| بالقرب من السطح أنت و v-comp من الرياح، كمجال ثلاثي الأبعاد  عادة عند 10 أمتار | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو منعدمة في بعض المناطق في المناطق المدارية والقطب الشمالي؛ * ولا توفر سواتل قياس الارتفاع على السواتل القطبية معلومات عن سرعة الرياح إلا بتغطية عالمية وبدقة جيدة. ومع ذلك، فإن التغطية الأفقية والزمنية محدودة؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وتفسير بيانات الرياح المحلية معقد في التضاريس الجبلية، حيث شيوع الدوران النهاري المحلي؛ * والمعلومات الخاصة بالرياح السطحية للسواتل ذات المدار القطبي مفيدة جدا للنماذج العالمية، ولكن ترددها الزمني هامشي للتنبؤات على النطاق المتوسط؛   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتفسير بيانات الرياح المحلية معقد في التضاريس الجبلية، حيث شيوع الدوران النهاري المحلي؛ * ويمكن أن تكون قياسات الرياح جيدة محليا، ولكن بالنسبة لمناطق كثيرة مقبولة فحسب أو حتى هامشية لتطبيقات التنبؤ الآني، * وتوفر السفن والمحطات العائمة فوق المحيطات رصدات للرياح ذات تردد ودقة مقبولين/ هامشيين؛   **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وتوفر راسمات الرياح الخاصة بالطبقة المتاخمة معلومات مفيدة عن القص الرأسي والاضطراب ولكنها تكون محدودة في أخذ عينات من التغيرات الأفقية للرياح فوق مسارات الطيران لتنبيه قص الريح. * ونادرا ما تكون رياح حركة السحب قادرة على توفير البيانات باستمرار في الطبقة الجوية المتاخمة للأرض فوق اليابسة.   **تطبيقات المحيطات:**   * وبالنسبة لحساب أمواج المحيطات، فإن تغطية البيانات ليست كافية، ودقة بيانات الريح السطحية الساتلية غير كافية، لا سيما في نطاق سرعة الرياح العاصفة. | مقاييس التشتت على السواتل القطبية المدار،  السفن، المحطات العائمة،  مقاييس الإشعاع الاستقطابي السلبية،  أجهزة التصوير بالموجات الصغرية في النطاق L،  شبكات الرصد المتوسطة النطاق المحلية،  أجهزة Doppler Lidar ورادارات دوبلر الطرفية للطقس، وراسمات رياح الطبقة المتاخمة،  المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، وأجهزة تصوير بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهار/ ليلي، ومهمات قياس العاكسات في النظام GNSS-R؛ والموجات الصغرية غير السلبية؛ الرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR) | مهام قياس عاكسات النظام العالمي للرصد (GNSS-R)؛ والموجات الصغرية غير السلبية؛ ريال | انظر "إجهاد رياح المحيطات" لاستخدام بيانات الرياح السطحية لإجبار نماذج الدوران العام للمحيطات. |
| درجة حرارة الهواء في المجال ثلاثي الأبعاد | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * تغطية البيانات الموقعية هامشية أو منعدمة على معظم أجزاء الأرض – المحيطات واليابسة التي تشح فيها المناطق؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وفيما يتعلق بمتطلبات التنبؤ العددي بالطقس عالية الاستبانة في الطبقة المتاخمة، لا تزال الاستبانة الرأسية لسبر السواتل هامشية.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وليس لدى النظم الحالية، باستثناء المسابير الراديوية و/أو برنامج إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR/MODE-S)، الاستبانة الرأسية اللازمة لحل قمة الطبقة الحدية الكونية، ومن ثم فإن قدرتها ضعيفة فيما يتعلق بتطبيقات مثل التنبؤ ببدء الحمل الحراري (أي السواتل الثابتة بالنسبة للأرض أو مقاييس الإشعاع الأرضية القاعدة). | المسابير الراديوية، والطائرات، والسواتل القطبية، والاحتجاب الراديوي،  التصوير متعدد الطيف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرارية سريعة، المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء،  التصوير بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهار/ ليلي، وصور بالموجات الصغرية، ومسابير الستراتوسفير العلوي عبر الموجات الصغرية والميزوسفير،  مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة من أجل تغطية قطبية مستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية) | Raman-Lidar  HSRL-DIAL  ليدار الامتصاص التفاضلي  مقياس الإشعاع  قياسات هبوط المسابير الراديوية.  نظام سبر منساق ذهابا وإيابا. [الصين] | Raman-lidar: القياسات المتاحة تجاريا والمفصلة جدا لأول 3 كم، تلبي متطلبات الإنجاز للصب الآن. يمكن أن تحصل مكلفة لنشر الشبكة. (Lange, 2019). يحدها السحاب.  HRSL: غير متاحة تجاريا، أعدها المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي (NCAR) وجامعة ولاية مونتانا (MSU). (Stillwell وآخرون، 2020). يحدها السحاب.  مقياس الإشعاع. متاحة تجاريا. ضعف الاستبانة الرأسية ولكن يمكن أن تكشف عن انعكاس درجة الحرارة في أدنى كم. مهارات رأسية أفضل في حالة المنطقة القطبية الشمالية. وتختبر MeteoSwiss حاليا الأثر على نموذجها العالي الاستبانة من خلال تمثل بيانات درجة حرارة السطوع المباشر. |
| رطوبة الهواء في المجال ثلاثي الأبعاد | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * ويمكن الحصول عليها من المسابير الراديوية في المناطق البرية المأهولة بالسكان، ومن السفن في شمال المحيط الأطلسي (E-ASAPs). وفي هذه المناطق، تكون الاستبانة الأفقية والزمنية مقبولة عادة (ولكنها هامشية أحيانا بسبب التقلبية الأفقية العالية في الميدان). * التغطية في معظم أنحاء الأرض - المحيطات واليابسة قليلة السكان - هامشية أو منعدمة * توفر أجهزة السبر ذات المدار القطبي معلومات عن رطوبة التروبوسفير بتغطية عالمية. على الرغم من أن الاستبانة الرأسية للرطوبة السلبية التي تتأثر بالموجات الصغرية تكون حساسة فقط للنطاق الواسع،   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * واسترجاع حقل الرطوبة من نظام الاستشعار عن بعد باستبانة رأسية ضعيفة للمركز الوطني (NWC)؛ * والتغطية الرادارية للطقس Doppler هامشية لأنها تعتمد على أهداف التشويش الأرضي (المتاحة بالقرب من الرادار فقط).   **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وقد بدأت نظم السبر الساتلية (المسابير بالموجات الصغرية) تحدث تأثيرا إيجابيا فوق المناطق المحيطية عندما تستخدم هذه البيانات في تمثل البيانات للتنبؤ العددي بالطقس (NWP)، ولكن الاستبانة الرأسية والتوافر المنتظم لا يزالان غير كافيين لأغراض الأرصاد الجوية للطيران. * ولهذا السبب، ستصبح أجهزة استشعار الرطوبة على متن الطائرات التابعة للنظام AMDAR مهمة جدا إذا تسنى حل مشكلة الحساسية والدقة عند الرطوبة المنخفضة جدا في مستويات التروبوسفير العلوي والستراتوسفير. | المسابير الراديوية، والطائرات، وأجهزة السبر ذات المدار القطبي، والسواتل الثابتة بالنسبة للأرض، ومقاييس الإشعاع الأرضية القاعدة، ومحطة AMSU، وأجهزة الاستشعار متعددة الأطياف، والاحتجاب الراديوي للنظام GNSS (الكوكبة الأساسية)، وكوكبة سبر الموجات الصغرية ذات التردد العالي، وأجهزة السبر بالموجات الصغرية فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء/ الأشعة تحت الحمراء/ الموجات الصغرية؛ | الطلب الهاتفي  Raman-Lidar  HSRL-DIAL  GNSS (الميل، التصوير الإشعاعي المقطعي)  مقياس الإشعاع الأرضي القاعدة  لكن  الطرائق S زاوية الانحناء  نظام سبر منساق ذهابا وإيابا. [الصين] | وقد اختبرت شركة Vaisala نموذج Dial عريض النطاق في مجموعة واسعة من المناخ (Newson et al 2020، و Roininen و Münkel 2017، و Mariani et al 2020، و Yeung et al 2020). وينبغي أن تكون متاحة تجاريا قريبا. تقتصر على أول 3 كم من خلال كمية الهباء الجوي والسحب.  Raman-Lidar و HRS: قياس درجة الحرارة والرطوبة (انظر التعليق السابق والمرجع بشأن قياس درجة الحرارة.  ويعطي النظام GNSS بخار ماء متكاملا، وقد ينشر تمثيل بيانات التأخر المائل قليلا من المعلومات الرأسية، وقد تتيح شبكة كثيفة جدا (تباعد 5 إلى 25 كم لجهاز الاستقبال) التصوير الإشعاعي الإشعاعي. (برينو 2014)  مقياس الإشعاع الأرضي القاعدة: استبانة رأسية محدودة، وكمية شبه متكاملة من بخار الماء، كما هو الحال بالنسبة لدرجة الحرارة التي يقيمها حاليا Meteo suisse تأثيرها. (متاحة تجاريا)  مسح مقياس الإشعاع Azimuthal Themens 2014 (مرحلة المشروع) مع قناة إضافية في منطقة النافذة قد يعطي درجة حرية مكانية أكبر من مقياس إشعاع التوجيه الرأسي، وهو كمية لا تزال متكاملة تقريبا  دار; رادار الامتصاص التفاضلي، ويمنح جانبيات بخار الماء في السحب، الجاري تطويره في مختبر الدفع النفاث (JPL)، (روي وآخرون 2020)؛  زاوية انحناء الوضع S: مرحلة المشروع. <https://www.meteorologicaltechnologyinternational.com/news/aviation/technique-for-tracking-humidity-through-aircraft-signals-wins-top-european-award.html> |
| درجة حرارة الماء تحت السطح بقليل. (وليس درجة حرارة الجلد الإشعاعية) | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو منعدمة في بعض مناطق الأرض، ولكن التحسينات الأخيرة في الشبكة الموقعية قد عززت تغطية كبيرة؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وبسبب التغطية السحابية الهامة، تكون معلومات SST المقدمة من أجهزة التصوير بالأشعة تحت الحمراء الساتلية محدودة جدا. وبالتالي، فإن توسيع نطاق تغطية بيانات المحطات العائمة والسفن، التي لا تزال هامشية في كثير من الأحيان، قد يجلب معلومات قيمة.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * نفس متطلبات الفريق الاستشاري (SOG) للتنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة   **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتوفر السفن والمحطات العائمة الراسية والمحطات العائمة المنساقة رصدات في الموقع بدقة مقبولة، ولكن التغطية والتواتر ضعيفان أو هامشيان فوق مساحات كبيرة من الأرض. * وتوفر السواتل الثابتة بالنسبة للأرض بيانات درجات الحرارة SST كل ساعة باستبانة من 1 إلى 4 كم. وعلى الرغم من عدم وجود بيانات في المنطقة المغطاة بالسحب، فإن الاستبانة الأفقية والزمنية مقبولة لحل الدورة النهارية، ولكن تغطيتها لا تمتد إلى خطوط العرض الأعلى.   **إعادة التحليل الطويلة الأجل لدراسات المناخ**   * وتعد درجات حرارة سطح البحر متغيرا أساسيا لإعادة تحليلات طويلة الأجل لدراسات المناخ، إلى جانب بيانات الضغط السطحي، لأن هناك قواعد بيانات تاريخية طويلة وله آثار بالغة الأهمية على حالة المناخ. واستمرار رصد درجات ST أمر ضروري أيضا لتلك التطبيقات.   **تطبيقات المحيطات:**   * والهدف من درجة سطح البحر العالية الجودة في المحيطات المفتوحة هو، من الناحية المثالية، نطاق مكاني يبلغ 5 كم بدقة 0.5K، والتسليم السريع (التوافر في غضون ساعة واحدة). في المناطق الساحلية، يكون الهدف 1 كم بدقة تبلغ 0.5K وتأخر التسليم لمدة ساعة واحدة. * وتغطية السفن والمحطات العائمة الراسية المنساقة هامشية أو ضعيفة في بعض مناطق المحيط العالمي لمعايرة البيانات الساتلية والتحقق من النواتج الساتلية ومجالات النماذج. * وتغطية السفن والمحطات العائمة الراسية المنساقة هامشية أو ضعيفة في بعض مناطق المحيط العالمي لمعايرة البيانات الساتلية والتحقق من النواتج الساتلية ومجالات النماذج. * ثمة حاجة إلى مزيج من كل من بيانات الأشعة تحت الحمراء والموجات الدقيقة لأن لكل منها خصائص تغطية وأخطاء مختلفة. * وإضافة إلى ذلك، لا يمكن استخدام مقاييس الإشعاع بالموجات الدقيقة للتطبيقات الساحلية بسبب (أ) الاستبانة المكانية الخشنة نوعا ما و (ب) التلوث بإشارات اليابسة. * وستساعد التحسينات في دقة درجات الحرارة السطحية (SST) الساتلية في مناطق المياه الضحلة وحواف الجليد بالقرب من البحر على تحسين أداء التنبؤ بالمحيطات. | السفن، والمحطات العائمة، وأجهزة الأشعة تحت الحمراء، والموجات الدقيقة على السواتل القطبية،  أجهزة تصوير ثابتة المدار بالنسبة للأرض مع قياسات نوافذ مقسمة، وصور متعددة الطيف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرار سريعة،  المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، وصور الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، واستخدام شريط النهار/ الليل، وصور الموجات الصغرية، وصور الستراتوسفير العلوي والميزوسفير عبر المسار بالموجات الصغرية،  مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة من أجل تغطية قطبية مستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية) | CIMR – جهاز استشعار ساتلي جديد يعمل بالموجات الصغرية باستبانة مكانية محسنة (مقارنة ب SSM/I-SSMIS و AMSR-E – AMSR2) | وينبغي التأكيد على الحاجة إلى قياسات تكميلية للأشعة تحت الحمراء - الأشعة تحت الحمراء MN. وثمة حاجة إلى أنشطة معايرة غير فعلية (مقاييس الإشعاع بالأشعة تحت الحمراء من على متن السفن من قبيل M-AERI).  وسيوفر المركز (CIMR) درجة SST عالية الجودة إلى جانب دقة غير مسبوقة في تقديرات ال SIC، ومن ثم سيحد من مصدر عدم اليقين هذا في المنطقتين القطبيتين. |
| التغطية بالجليد البحري وسمك الجليد. | **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * ويمكن أن يكون تفسير البيانات صعبا عندما يغطي الجليد جزئيا برك انصهار. وسيكون من الضروري رصد سمك الجليد التشغيلي على المدى الطويل ولكنه ليس مخططا له حاليا.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * نفس متطلبات الفريق الاستشاري (SOG) للتنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة   **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * ويتم تمثيل التصويب SIC الذي ترصده مقاييس الإشعاع بالموجات الصغرية الساتلية مثل SSMI/SSMIS أو AMSRE/AMSR2، وما إلى ذلك في نظم التنبؤ دون الفصلية إلى نظم التنبؤ الأطول أمدا ويؤكد أن له تأثيرا حاسما في إعادة إنتاج حالات أولية دقيقة للجليد البحري. والقدرة الحالية للرصد خلال موسم التجمد كافية إذا أخذت في الاعتبار الجودة الحالية لنظم التنبؤ دون الموسمية إلى نظم التنبؤ الأطول أجلا. وأصبحت الانحرافات الرصدية في الصيف محددة تحديدا كميا بشكل أفضل في هذه الأثناء، ولكنها لا تزال تعوق الاستيعاب المفيد لهذه البيانات لأشهر الصيف. * وتشير بعض الأبحاث إلى أن تمثل سمك الجليد البحري فعال لتحسين التنبؤات بمدى الجليد البحري في مواسم ذوبان الجليد. * وسمك الجليد البحري في الموقع محدود إلى حد ما. * تقييمات سمك الجليد البحري الناتجة عن رصدات ساتلية من قبيل ICESAT (ساتل الجليد والسحب وارتفاع اليابسة) لها استبانة مكانية عالية ولكنها ضيقة العرض. وتقوم الساتلان CryoSat و CryoSat-2، من خلال استخدام ساتل في مدار منخفض بالنسبة للأرض، بمراقبة التغيرات في نطاق الجليد القطبي وسمكه. وتقتصر بيانات سمك الجليد البحري في إطار النظام SMOS على الكشف عن الجليد البحري الرقيق (< متر) وتتسم بخصائص الخطأ المعقدة. ونواتج سمك الجليد البحري الساتلية القاعدة هذه ضعيفة بشكل عام إلى الدقة الحدية. ومن المستحسن إجراء رصدات مستمرة للاستخدام التشغيلي في التنبؤات دون الموسمية والتنبؤات الأطول أمدا. * كما يجري اختبار تمثل درجة حرارة سطح الجليد. ومن المرجح أن تكون له بعض الآثار على التنبؤات بحالة الغلاف الجوي في المنطقتين القطبيتين ودون القطبيتين. * وعمق الثلج على الجليد البحري مهم للمناخ في المنطقة القطبية وبارامترا رئيسيا لاسترجاع سمك الجليد البحري باستخدام قياس الارتفاعات. وتوجد عدة جهود تقدر عمق الثلج من البيانات الساتلية (أجهزة الاستشعار السلبية بالموجات الدقيقة، مزيج من الرادارات وأجهزة قياس الارتفاع بالليزر).   **تطبيقات المحيطات:**   * وعلى الرغم من أن التقارير السطحية القاعدة يمكن أن توفر تفاصيل ممتازة عن الجليد، لا سيما سمكه وتضاريسه السطحية، فمن المسلم به عموما أن التقارير السطحية ليست كافية في الواقع لوصف أحوال الجليد بالكامل. * كما أن الطقس الخانق - الضباب والهطول والسحب المنخفضة - سيحد من الرصدات أو سيقطعها، وقد تكون المشاكل المعتادة للقيود المتعلقة بالطيران في قاعدة الطائرات عاملا أيضا حتى إذا كان الطقس فوق الجليد ملائما للرصد. * وقد تكون التغطية الساتلية عريضة باستبانة منخفضة أو تغطي رقعة ضيقة باستبانة عالية. وفي الحالة الأخيرة، لا يمكن الحصول على بيانات من موقع معين إلا على فترات عدة أيام. * وثمة حاجة إلى رصدات دقيقة تتعلق بالجليد، من قبيل سمك الجليد، وتركيز الجليد، وسن الجليد، وعمق الثلج على الجليد البحري، والألبيدو الجليدي وتغطية برك الانصهار، ودرجة حرارة سطح الجليد، وسرعة الجليد، من أجل التحقق من صحة النموذج وتطبيقات تمثل البيانات. * ويجري اختبار تمثل سرعة الجليد البحري في بعض النظم. ومجالات التقارب/ الاختلاف في الجليد البحري تهم المنمذجين نظرا لصلتها بفتح الخيوط و/أو بولينياس وتشوه الجليد البحري. * ويلزم إجراء رصدات في الموقع للتصنيف SIC، والسمك، والعمر، والألبيدو السطحي ودرجة الحرارة، وعمق الثلج ونوعه، والانجراف للتحقق من صحة القياسات الساتلية. | سواتل مدار قطبي ذات ميل مرتفع مجهزة بما '1' أجهزة الموجات الدقيقة السلبية (SSMIS, MWRI, AMSR2, SMAP, SMOS) للتصنيف SIC، وعمق الثلج، والسمك، والعمر، والانجراف، '2' مقاييس التشتت (ASCAT، OSCAT) فيما يتعلق بسن الجليد البحري والانجراف، '3' الرادار ذو الفتحة التركيبية (Sentinel-1، RADARSAT-2، TerraSAR-X، وغيرهما) للتصنيف SIC العالي الاستبانة، والانجراف، والعمر، '4' الليزر أو رادارات قياس الارتفاع (ICESAT-2، CryoSat-2، Saral/AltiKa، Sentinel-3) لسمك الجليد البحري وعمق الثلج، و5) أجهزة استشعار الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء (AVHRR، MODIS، VIIRS، Landsat، Sentinel-2/3) لدرجة الحرارة السطحية، الألبيدو، تغطية بركة الانصهار،  أجهزة الاستشعار المحمولة جوا للأنواع المذكورة أعلاه  الرصدات/ الاستطلاعات التقليدية الأخرى من الطائرات  الرادار الساحلي والرادار القائم على السفن  مهمة المدار العالي الأهليليجي VIS/IR للتغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية)، ورادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، وليدار (طول موجي واحد) قياس الارتفاع برادار قياس التداخل، والأشعة المرئية الفائقة الطيفية  الرصدات البصرية من المستوطنات الساحلية والمناره والسفن  محطات الرصد الأرضية القاعدة في البحر/ خلال الرحلات الاستكشافية بما في ذلك رادار الجليد، والمحطات العائمة الجليدية، ورصدات المنصات المرتبطة بالجليد، والزنار الصاعد الراسي والمدار تحت الماء | زيادة استخدام رادارات النطاق X من على متن السفن لرصد الأمواج والمرتفعات الجليدية البحرية.  ومع الجيل الجديد من مصدات الجليد، هناك مجال لوضع نظام آلي موحد (شبه) قائم حاليا لرصد الجليد البحري والثلج.  وزيادة فهم GNSS-R توفر رصدات إضافية.  كوبرنيكوس التصوير بالموجات الصغرية (CIMR)  والأجهزة السلبية التي يعمل بالموجات الدقيقة، وأجهزة قياس التشتت على السواتل القطبية، والرادارات التقليدية من الطائرات والرادارات الساحلية، والصور المحمولة جوا بالأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء، وأجهزة قياس المقاطع الرأسية المحمولة بالليزر، وأجهزة قياس التشتت، والرادارات ذات الرؤية الجانبية (المحمولة جوا) (SLAR/ SLR) أو الرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR)، والسواتل أو المحمولة جوا)، والرصدات البصرية من المستوطنات الساحلية، والمنابر والسفن، والرادارات SSMR (تركيز الجليد)، وSSMIS (تركيز الجليد)، و AMSR2 (التركيز الجليدي)، والأشعة تحت الحمراء القصيرة الأشعة (VIIRS) (درجة حرارة سطح الجليد)؛ | المنطقة القطبية الشمالية: إمكانية أن تكون المحطات الساحلية قريبة من الجليد السريع والجليد البحري المنجرف.  أنتاركتيكا: مواقع شبكة الجليد السريع في المنطقة القطبية الجنوبية (AFIN) كضمانة محتملة لبنية تحتية راسخة بالفعل.  محطات طافية صغيرة، وأرخص، وأكثر ملاءمة للبيئة من حيث الجليد مع أدوات محسنة، وانخفاض تكلفة الاتصالات بالبيانات الساتلية، والقابلة للنشر الجوي.  رادارات ذات تردد عال أكثر ساحلية، رصدات أكثر منهجية أثناء الرحلات الاستكشافية الميدانية/ من السفن التي تستخدم أجهزة استشعار تعمل بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء والموجات الصغرية لتقييم النواتج الساتلية.  تعزيز التغطية المكانية المكانية، ونضج ونطاق بيانات الجليد البحري والمعاونة من على متن السفن (بارامترات الأرصاد الجوية/ المحيطات) عبر البحوث، والسفن السياحية، وسفن العرض العرضية.  تعزيز التداخل بين متطلبات الأوساط التشغيلية والمناخية وفهمها فيما يتعلق برصدات الجليد البحري.  بروتوكولات موحدة للجليد البحري تتراوح من الرصدات التشغيلية إلى الرصدات البحثية للجليد البحري.  يلزم إجراء مزيد من الرصدات من أجهزة الاستشعار الأرضية وتحت الماءية القاعدة والراسية والجوية لتطوير الخوارزميات وتقييم النواتج، لا سيما فيما يتعلق بالجليد البحري الموسمي في المنطقة القطبية الشمالية والقطب الجنوبي ككل. |
| درجة الحرارة والملوحة في المجال ثلاثي الأبعاد. | **التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي والعالي الاستبانة:**   * المحتوى الحراري للمحيطات، المقدر من درجة الحرارة تحت سطح المحيطات، له آثار بالغة الأهمية على تطور الأعاصير المدارية. ومن ثم، فإن تمثل بيانات درجة الحرارة تحت سطح المحيطات يكون فعالا عند استخدام نموذج مقترن للغلاف الجوي والمحيطات للتنبؤ. والرصدات الموقعية ليست كافية لصيد دوامات النطاق المتوسط التي لها شذوذ كبير في المحتوى الحراري، ومن ثم من الأفضل الحصول على دعم إضافي من بيانات طبوغرافية سطح البحر الساتلية.   **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتوفر المحطات الطافية لسبر الأوقيانوغرافيا المنصات في الوقت الحقيقي (Argo) تغطية شبه عالمية لملامح درجة الحرارة والملوحة حتى حوالي 2000 متر، وغالبا ما تكون مقبولة بالنسبة إلى الاستبانة الرأسية الجيدة (كل حوالي 5 أمتار) واستبانة مكانية (حوالي 3 درجات)؛ ومع ذلك، لا توجد عوامات في المناطق المغطاة بالجليد البحري وفي البحار الحدية الضحلة. ويكون العدد صغيرا نسبيا بالقرب من خط الاستواء بسبب الاختلاف في خط الاستواء، ومن ثم فإن المحطات العائمة الراسية بالقرب من خط الاستواء تكملة هامة. * وقد أصبحت شبكة المحطات العائمة الراسية المدارية (TAO/TRITON وPIRATA و RAMA) أفضل من الاستبانة المكانية الحدية، ولكن عدد المحطات العائمة التريكتونية في غرب المنطقة المدارية من المحيط الهادئ قد انخفض بشكل كبير بسبب نقص في ميزانية الصيانة في الوكالة التي تديرها. ويفضل زيادة الاستبانة الرأسية لرصدات درجة الحرارة والملوحة بالقرب من السطح بغية تقييد التباينات في الطبقات المحيطية المختلطة. وتنقل حاليا شبكة المحطات العائمة الراسية في المحيط الهادئ إلى تصميم جديد اقترحه مشروع TPOS 2020، باستبانة رأسية أعلى في الطبقة المختلطة وعدد أقل من المحطات العائمة في المناطق خارج الاستوائية. ومن دواعي القلق الافتقار إلى تمويل مستدام لشبكة المحطات العائمة الراسية في المناطق المدارية. * ولا يوجد نظام لرصد درجة الحرارة والملوحة تحت السطح على الجروف القارية المحيطة بصفائح الجليد في غرينلاند والمنطقة القطبية الجنوبية، حتى وإن تبين أن ظروف المحيطات تؤدي دورا رئيسيا في فقدان الجليد في كلا المكانين.   **تطبيقات المحيطات:**   * وينسق برنامج سفن الرصد العرضية (SOOP) قياسات درجة الحرارة تحت السطح في المخططات الحرارية للأعماق القابلة للتوسيع (XBTs). وتقدم سفن البحوث أيضا جانبيات درجة الحرارة والملوحة لنماذج CTDs ودرجات حرارة XBT في الكثير من خطوط الكثافة المستهدفة، المتكررة في كثير من الأحيان، والعالية [الأفقية]. بيد أن أخذ عينات من نحو نصف الخطوط المستهدفة لا يزال ضعيفا. وتكون الاستبانة الزمنية لتلك الرصدات هامشية عموما، ولكنها مقبولة في بعض الخطوط الخاصة بالسفن، لمراقبة التغيرات في الحجم المحيطي والانتقال الحراري على النطاقات الزمنية دون الفصلية إلى الفصلية والتحقق من التنبؤات الخاصة بالمحيطات في مقاطع رأسية محددة. وهو غير كاف للتطبيقات الأخرى للمحيطات، لا سيما فيما يتعلق بالتطبيقات الساحلية. وتوفر البيانات CTDs وXBTs بيانات ذات استبانة رأسية جيدة (عادة 1 متر) في الوضع المؤجل، ولكن البيانات في الوقت الحقيقي مقيدة بحدود في رموز الحروف التقليدية للنظام العالمي للاتصالات (GTS) المستخدمة حاليا. * وعدد كبير من جانبيات درجة الحرارة والملوحة التي ترصدها المحطات العائمة التابعة ل Argo مفيدة أيضا للتطبيقات المحيطية، ولكن الاستبانة الزمنية لها هامشية للخدمات البحرية. * وعدد رصدات درجة حرارة المحيطات والملوحة غير كاف في البحار الساحلية، مما يقيد اعتماد التنبؤ بالنماذج وتطبيقات تمثل البيانات داخل المناطق الساحلية. * وهناك مؤسسات مختلفة تنشر الطائرات الشراعية تحت الماء من أجل مجموعة واسعة من التطبيقات. وتكون عمليات التوزيع في غالبيتها على مقربة من السواحل بسبب القيود اللوجستية. وتبذل الولايات المتحدة جهدا لنشر الطائرات الشراعية لتطبيقات أعاصير الهاريكين خلال موسم أعاصير الهاريكين في المحيط الأطلسي. | المحطات العائمة المنساقة الحرة المنساقة في المحطات العائمة المنساقة، (المحطات الطافية الغاطسة لسبر الأوقيانوغرافيا الجيوستروفية في الوقت الحقيقي Argo)، وبرنامج سفن الرصد الطوعية (XBTs)، والمحطات العائمة الراسية (PIRATA، وRAMA، و TAO/TRITONTRITON)، وسفن البحوث (XBTs، وCTDs)، ومحطات الشراعي المائية، والمنصات الحيوانية؛ |  |  |
| مستوى سطح البحر | **تطبيقات المحيطات:**   * ونتيجة للطلب المتزايد على نظم التنبؤ والإنذار بالأمواج السنامية وعرام العواصف والفيضانات الساحلية، ومن أجل معايرة/ اعتماد مقياس الارتفاع والنماذج الساتلية، يتعين تغطية هذا الجزء من الطيف من الآن فصاعدا، وينبغي النظر فيه عند اختيار أداة جديدة وتصميم محطات في الموقع على مستوى سطح البحر. وإضافة إلى ذلك، كان هناك تركيز على جعل أكبر عدد ممكن من مقاييس النظام العالمي لرصد مستوى سطح الأرض (GLOSS) يقدم بيانات في الوقت الحقيقي و/أو شبه الحقيقي، أي في غضون ساعة عادة. وتتمثل مسألة مستمرة فيما يتعلق بهذه البيانات في أن قياسات مستوى سطح البحر لم تدرج بشكل جيد في المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs). * ويلزم للتنبؤ بعرام العواصف وأمواج التسونامي تباعد 10 كيلومترات، في حين أن النمذجة المناخية البالغة 50 كيلومترا ستفي بالعتبة. ومن ثم، سيتطلب ذلك شبكة أكثر كثافة مما هو متاح اليوم. * أخذ عينات لمتوسط مستوى سطح البحر على مدى فترة طويلة تكفي لتجنب التزيف من الأمواج، على فترات تبلغ عادة 6 ثوان أو أقل إذا كان من المقرر استخدام الأداة أيضا للتنبؤ والإنذار بالأمواج التسونامي وعرام العواصف والفيضانات الساحلية. * توقيت المقياس يكون متوافقا مع دقة المستوى، الذي يعني دقة التوقيت أفضل من دقيقة واحدة (وفي الممارسة، إلى ثوان أو أفضل مع المقاييس الإلكترونية) - دقة هامشية. * ويجب إجراء القياسات بالنسبة لمعيار ثابت ودائم لقياس المد والجزر المحلي (TGBM). وينبغي ربط ذلك بعدة علامات مساعدة للحماية من حركتها أو تدميرها. وينبغي أن تكون الوصلات بين المقياس TGBM وصفر المقياس بدقة تبلغ بضعة ملليمترات على فترات منتظمة (سنويا، مثلا) - دقة مقبولة. * ومقاييس النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS) التي ستستخدم في دراسات الاتجاهات الطويلة الأجل، ودوران المحيطات، ومعايرة/ التحقق من صحة مقياس الارتفاع الساتلي تحتاج إلى أن تكون مزودة بتلقيات النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) (ومراقبتها ممكنة بواسطة تقنيات جيوديسية أخرى) موجودة بالقرب من المقياس قدر الإمكان. * وينبغي إجراء قراءات فرادى مستويات سطح البحر بدقة مستهدفة تبلغ 10 مم - أي دقة مقبولة. * ينبغي أن تكون مواقع المقياس مجهزة، إن أمكن، لتسجيل إشارات التسونامي وعرام العواصف، مما يعني أن الموقع مجهز بجهاز استشعار للضغط قادر على أخذ عينات لمدة 15 ثانية أو دقيقة واحدة، وربما لتسجيل أحوال الأمواج، مما يعني تواتر أخذ العينات لمدة ثانية واحدة - أي ضعف الدقة. * وينبغي أن تكون مواقع المقاييس مجهزة أيضا لنقل البيانات آليا إلى مراكز البيانات عن طريق السواتل والإنترنت وما إلى ذلك، بالإضافة إلى تسجيل البيانات محليا في الموقع. * وتحتاج الأحواض المعرضة للأمواج التسونامي وعرام العواصف (مثلا خليج البنغال، وخليج المكسيك، وجزر المحيط الهادئ) إلى كثافة أعلى لرصدات مستوى سطح البحر. وينبغي أن تكون قياسات مستوى سطح البحر مصحوبة برصدات للضغط الجوي، وإذا أمكن، الرياح وغيرها من البارامترات البيئية، التي لها صلة مباشرة بتحليل بيانات مستوى سطح البحر. * ولتغطية النطاق المتوسط والمجال الساحلي كله، من الضروري زيادة المعاينة المكانية عن طريق دمج مجموعات بيانات مختلفة لقياس الارتفاعات (بطريقة مثلى مع المعايرة المتقاطعة). والمهمة التي ستوفدها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) والمهمة المعلقة بمقياس الارتفاع ذو الرقعة العريضة ستساعد في مواجهة هذا التحدي، مع توقع إطلاقها حوالي شباط/ فبراير 2022. | مقاييس النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS)، ومقاييس الارتفاع الساتلية، ورادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، ومقاييس الارتفاع العالية المائلة والعالية الدقة لقياس الارتفاعات؛ |  | انظر "طبوغرافية المحيطات" لرصدات مستوى سطح البحر المستخدمة لتقدير توزيعات درجة حرارة المحيطات الداخلية والملوحة والتيارات المحيطية. |
| الملوحة السطحية | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * بعض سفن البحوث تأخذ سلسلة زمنية من ملوحة سطح البحر (SSS) على طول مسار سفنها عن طريق علم الثرموسالينوغرافيا (TSGs). ومع أن التغطية والتواتر ضعيفان، يمكن استخدامهما في التحقق من حقول المحيطات التي تم تهيئتها والتنبؤ بها. * وتتأتى البيانات القيمة أيضا من بعض المحطات العائمة المدارية، لا سيما من المحطات العائمة TRITON، وإن كانت تغطية البيانات محدودة إلى حد ما. * ويقاس الملوحة السطحية أيضا بواسطة ساتل مثل Aquarius وSMOS و SMAP بتغطية جيدة ومقبولة من الاستبانة المكانية والزمنية الجيدة ولكن دقة هامشية. ويلزم تحديد متوسط الوقت لتحقيق الدقة المقبولة. * ولا يزال الحد من الملوحة في تمثل بيانات المحيطات يشكل تحديا، نظرا لوجود قدر كبير من عدم اليقين في تدفق المياه العذبة (الهطول، والبخر، وسيح الأنهار)، مما يؤثر على الملوحة السطحية وخواص الطبقة المختلطة. * ويمكن أن تكمل رصدات العواصف (SSS) عدم وجود مقاييس للأمطار في مناطق المحيطات. وبهذا المعنى، يفضل إضافة جهاز استشعار للملوحة إلى المحطات العائمة المنساقة. ويمكن أن يوفر ذلك معلومات، بتغطية عالمية، عن الهطول، إلى جانب معلومات عن درجات حرارة سطح البحر ونواتج SST وSLP. * ويمكن أن توفر قياسات الملوحة الساتلية أيضا قيودا على تقديرات التبخر - الهطول ناقص الهطول وإمكانية السيح من الأنهار الكبيرة.   **تطبيقات المحيطات:**   * والتغطية هامشية أو ضعيفة في بعض مناطق المحيط العالمي. وهناك حاجة إلى نظم SSS عالية الجودة في المحيطات المفتوحة، وبشكل مثالي بدقة < 0.1 جنوبا على نطاق مكاني يبلغ 10 كم، والتسليم السريع (التوافر في غضون ساعة واحدة). وفي المناطق الساحلية، يلزم وجود كثافة أعلى (< الدقة 0.1 سا على مقياس مكاني يبلغ 1 كم). * وتنتقل حاليا أدوات الاستشعار عن بعد من المرحلة التجريبية إلى الأدوات التشغيلية. وهناك حاجة إلى تقييد هذا المتغير القائم على الحالة على السطح حيث تكون التقلبية هي الأكبر، ومعروف أن الزوابير الكتلية بها أخطاء كبيرة. * وستساعد التحسينات في دقة السواتل SSS (وكذلك SST) في مناطق المياه الضحلة على تحسين أداء التنبؤ بالمحيطات. | المحطات العائمة لجمع البيانات (Aquarius)، وSMOS، و SMAP، وTSG، والمحطات العائمة الثلاثية الترايتون، والاستشعار عن بعد، وصور الموجات الصغرية منخفضة التردد | المحطات العائمة المنساقة  (CIMR) | ويعاني الاستشعار عن بعد بواسطة السواتل في المنطقتين القطبيتين من ضعف حساسية الإشارة المقيسة للتغيرات في الملوحة. وإضافة إلى ذلك، يسبب الجليد البحري تقديرات منحازة. ويلزم تحسين دقة استعادة السواتل الخاصة بالسواتل في المناطق القطبية، على سبيل المثال من خلال الخوارزميات المنقحة، ودمج رصدات (ساتلية) مختلفة، وتوفير عدد أكبر من الرصدات الموقعية الأكثر نضجا.  تعزيز نظام رصد الملوحة الفضائي القاعدة لزيادة أخذ العينات والحد من عدم اليقين، لا سيما في المحيطات القطبية. |
| الغطاء الثلجي وعمق الثلج والمكافئ المائي للثلج؛ | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وحذفت العديد من رسائل SYNOP رصدات لعمق الثلج عندما لا تكون الثلوج موجودة على الأرض وفي المناطق الكبيرة، وتظهر البلدان محطات الرصد السطحية (SYNOP) الشحيفة للغاية التي تبلغ عن عمق الثلج؛ * وسيكون من المفيد جدا إتاحة البيانات الوطنية عن الثلوج لأوساط التنبؤ العددي بالطقس (NWP)؛ * لا تزال هناك ثغرات في بعض بلدان نصف الكرة الشمالي وفي معظم نصف الكرة الجنوبي؛ * وتوفر الصور الساتلية المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء معلومات ذات استبانة ودقة أفقية وزمنية جيدة بشأن نطاق الغطاء الثلجي (ولكن ليس على الكتلة الثلجية) نهارا في المناطق الخالية من السحب. توجد فجوة كبيرة في نظام رصد الغلاف الجليدي نظرا لأن أيا من الأدوات الحالية لا يمكن أن يوفر تقديرا موثوقا للمكافئ المائي للثلج من الفضاء؛ * كما أن الغطاء الثلجي فوق الجليد البحري يطرح مشاكل في تفسير البيانات. وستكون المهام الساتلية المستقبلية التي لديها القدرة على قياس المكافئ المائي للثلج مهمة للغاية لتطورات التمثل المتقارنة، وستستفيد باستمرار من تمثل البيانات السطحية وبيانات الغلاف الجوي في نظم التنبؤ العددي بالطقس؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وتقيس المحطات السطحية الغطاء الثلجي باستبانة زمنية جيدة ولكن باستبانة أفقية ودقة هامشية (ويرجع ذلك في المقام الأول إلى مشاكل المعاينة المكانية)؛ * ويوفر التصوير بالسواتل المرئية/ القريبة من الحمراء معلومات ذات استبانة ودقة أفقية وزمنية جيدة بشأن الغطاء الثلجي (ولكن ليس على المحتوى المائي المكافئ له) نهارا في المناطق الخالية من السحب؛ * وتتيح الصور بالموجات الدقيقة إمكانية الحصول على مزيد من المعلومات عن محتوى مياه الثلوج (باستبانة منخفضة ولكنها تظل جيدة) ولكن من الصعب تفسير البيانات. * كما أن الغطاء الثلجي فوق الجليد البحري يطرح مشاكل في تفسير البيانات، ولكن ذلك أقل أهمية للتنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة من التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي بسبب النماذج القليلة جدا التي تغطي هذه المناطق.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * نفس متطلبات الفريق الاستشاري (SOG) للتنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة   **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * ورصدات عمق الثلوج والأحوال الجوية ذات الطقس الفضائي غير كافية (ضعيفة) لغرض تهيئة تنبؤات دون موسمية إلى موسمية. على الرغم من أن محطات SYNOP السطحية تبلغ عن قياسات لعمق الثلج المحلي بدقة عالية، فإن تغطية محطات SYNOP التي تبلغ عن عمق الثلج ليست كافية (ضعيفة) (انظر أيضا SoG للتنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي). وينطوي التصوير بالموجات الدقيقة أيضا على إمكانية تحسين تقييم الكتلة الثلجية في تحليل الأراضي.   **الهيدرولوجيا:**   * ويمكن أن يكون وصول المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) إلى بيانات المشروع (SWE) صعبا لأن المشروع (SWE) كثيرا ما تقاسه وكالات إقليمية مسؤولة عن التنبؤ الهيدرولوجي أو إدارة المياه، أو من خلال شركات الطاقة الكهرمائية. ويمكن أن تتألف بيانات المشروع SWE أيضا من مسوح يدوية للثلوج لا تتوافر بالضرورة في الوقت شبه الحقيقي. ويتأثر الطقس الفضائي من المحطات الأوتوماتية أيضا بمحدودية التمثيل المكانية (مثل عمق الثلج، انظر التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة الخاص بالطقس (SOG)). * توفر الصور الساتلية المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء معلومات ذات استبانة ودقة أفقية وزمنية جيدة على الغطاء الثلجي والألبيدو السطحي في النهار في المناطق الخالية من السحب. ولا يمكن لأي من الأدوات الحالية على متن الساتل أن يوفر تقديرا موثوقا لمجال الطقس الفضائي SWE. وتتوافر عمليات الاستعادة الحالية لمواس الطقس والمياه في الجبال من أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الصغرية باستبانة منخفضة ولا يمكن أن توفر تقديرا دقيقا لماء الطقس SWE في المناطق الجبلية المنبع. * ويمكن أن توفر المراصد المحمولة جوا، التي تستخدم أجهزة ليدار المسح ومقياس الطيف التصويري، قياسات دقيقة لعمق الثلج والألبيدو. ويمكن دمج هذه المعلومات مع معلومات النموذج للحصول على تقدير المشروع SWE وانصهار الثلج. بيد أن هذه الطريقة مقصورة على مستجمعات جبلية صغيرة. * تعديل الدورة الهيدرولوجية والأنظمة الهيدرولوجية، والمدخلات الخاصة بإدارة المياه والفيضانات والجفاف من خلال النظام (HydroSOS) من بين أدوات أخرى. | المحطات السطحية، وصور السواتل بالأشعة تحت الحمراء، وصور الموجات الصغرية، والأشعة تحت الحمراء AMSR/ SSM/I بالموجات الصغرية السلبية، وأجهزة تصوير عالية الاستبانة متعددة الطيف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وصور متعددة الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرار سريعة، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهار/ ليلة، وصور بالموجات الصغرية،  مقاييس التشتت، ورادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، ومقاييس الارتفاع العالية والمائلة والعالية الدقة لقياس الارتفاعات، وأجهزة تصوير بالموجات الصغرية منخفضة التردد،  مهام قياس عاكسات النظام العالمي للرصد (GNSS-R)، والموجات الصغرية السلبية؛ يمكن تركيب أجهزة التصوير بالرادار ذي الفتحة التركيبية (SAR) ورادارات قياس الارتفاع (الليزر والرادار)، وليدار (طول موجي واحد) - على أجهزة قياس الارتفاع UAVs، ورادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، ومقياس الارتفاع المائل والعالي الدقة لقياس الارتفاعات؛  مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة للتغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية)،  مهام قياس المناخ،  الأجهزة المركبة على الجليد، والرصدات الموقعية للطفو الجليدي، ورصدات المحطات العائمة الجليدية؛  تطور رسم خرائط انصهار الثلج استنادا إلى بيانات صور الرادار SAR في عدة أيام. تسطيح التضاريس اللازم لإزالة تأثيرات التظليل في الجبال (تعتمد على نماذج الارتفاع الرقمية) | رصدات السفن  الجمع بين تغطية رادارات الثلج ونماذج الارتفاع الرقمية الجديدة عالية الدقة لسطوح الأنهار الجليدية (من أجهزة ليدار محمولة جوا أو منصات ساتلية)؛  رسم خرائط عمق الثلوج بالأشعة تحت الحمراء ذو الفتحة التركيبية باستخدام بيانات النطاق L التداخلي المستمدة من SAOCOM-1 A، وبيانات النطاقين L وS المشتركة من الأشعة تحت الحمراء القريبة من الأشعة تحت الحمراء القريبة (NISAR) (التي تطورها الإدارة الوطنية NASA/ ISRO)  قياس الارتفاع بالليزر في المستقبل/ قياس ارتفاع رقعة التداخل من أجل التسجيل الرأسي لصور الأنهار الجليدية، لأغراض تقديرات التوازن الكتلي؛  البعثة الكندية المزمعة لكتلة الثلج الأرضي على النطاق Ku (TSMM) للحصول على تقدير SWE عالي الاستبانة | قياسات للغلاف الجوي المنخفض والمنطقة لا يمكن قياسها باستخدام الطائرات بدون طيار؛  زيادة استخدام كاميرات الفيديو لدعم التنبؤ المحلي.  وإلى جانب الجيل الجديد من مصدات الجليد، هناك مجال لنظام قياسي (شبه) آلي يجري إعداده للغطاء الثلجي فوق الجليد البحري ورصدات الخصل الجليدي.  الثلج من العوامات الجليدية، والثلج على الجليد البحري - الذي لا يزال فجوة؛  التقدم المحرز في معالجة الغلاف الجليدي في المناطق الجبلية العالية، الذي يجمع بين التصوير الضوئي/ الراداري،  قياس الارتفاعات وقياس المناخ؛ وDEM يختلف عن البيانات البصرية المجسمة.  ولا تزال رقعة الثلوج ورسم خرائط الأنهار الجليدية تعتمد إلى حد كبير على مقاييس بصرية تبلغ نحو 10 أمتار، ومجموعات بيانات عالمية عقدية ويمكن الوصول إليها بحرية/مفتوحة من Landsat و ASTER و Sentinel-2، تكملها ress مكانية عالية (<10 م)، وصور بصرية ذات تغطية محدودة (وبيانات مجسمة) من SPOT، وPleiades، و Cartosat-I، وما إلى ذلك.  التنسيق المتعدد الوكالات أو كوكبات السواتل اللازمة لإعادة النظر في التردد لتلبية احتياجات خدمات تشغيل جريان الثلج؛  وفي الوقت الحالي، لا يمكن قياس الهطول الصلب أو عمق الثلج أو المشروع SWE بدقة في الجبال. عدم وجود ناتج تشغيلي يلتقط معلومات الطقس الفضائي بصورة مرضية على النطاقات المكانية المناسبة؛ |
| رطوبة التربة | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * تبلغ بعض المحطات السطحية عن رطوبة التربة بشكل روتيني (مثلا، شبكة تحليل مناخ التربة (SCAN) في الولايات المتحدة) ولكن التغطية محدودة، وتتطلب البيانات إعادة معايرتها بانتظام؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * ودقة قياس مقاييس الإشعاع بالموجات الدقيقة، وكذلك الاستبانة الزمنية، تكون جيدة عموما، في حين أن الاستبانة الأفقية لا تزال هامشية في أفضل الأحوال.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتكون دقة قياس مقاييس التشتت (ASCAT) وكذلك الاستبانة الزمنية مقبولة، في حين أن الاستبانة الأفقية تظل هامشية في أفضل الأحوال.   **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وفي الوقت الحاضر لا يوفر سوى المسح شبكة من المقاطع الرأسية الآنية لرطوبة التربة وتغطيتها يقتصر على منطقة الولايات المتحدة بأكملها. وستكون شبكة من القياسات المماثلة تغطي المجال العالمي مفيدة جدا. والناتج التشغيلي الحالي لرطوبة التربة من السواتل ASCAT له استبانة مكانية مقبولة ولكن دقة هامشية. التصوير بالموجات الصغرية السلبية على نطاق L، مثل SMOS و SMAP لديه إمكانات كبيرة.   **الأرصاد الجوية الزراعية:**   * يتطلب الرصد الأمثل لرطوبة التربة إجراء قياسات في الموقع لأعماق تبلغ 20 و50 و100 سم كل 5 إلى 7 أو 10 أيام، باستبانة أفقية أفضل من 100 متر.   **الهيدرولوجيا:**   * وتوفر معظم أدوات الموجات الدقيقة النشطة والسلبية بعض معلومات رطوبة التربة للمناطق ذات الغطاء النباتي المحدود. غير أن بيانات الاستشعار عن بعد غير كافية في ظل ظروف كثيرة، ولا تزال المعلومات المتعلقة بعمق الرطوبة بعيدة المنال. وللأسف، لا توفر أي من الأدوات مزيجا مرضيا من الاستبانة المكانية ووقت الدورة التكرارية (يومان إلى ثلاثة أيام). وتقترب بيانات المحطات AMSR من توفير معلومات عن رطوبة التربة أو الرطوبة الأرضية قد تكون مفيدة بشكل هامشي لنماذج النطاق المتوسط، ولكن دقة توقيت هذه البيانات تظل صعبة. | أجهزة التصوير بالموجات الدقيقة السلبية على نطاق L (مثل SMOS، و SMAP)  مقاييس التشتت النشطة بالموجات الدقيقة (ASCAT)،  التصوير بالموجات الدقيقة، وصور الموجات الصغرية منخفضة التردد، مسبار الموجات الصغرية، والصور في المدارات المائلة،  التصوير بال SAR ومقياس الارتفاع،  مهام قياس عاكسات النظام العالمي للرصد (GNSS-R)؛ والموجات الصغرية غير السلبية؛ ريال | أجهزة استشعار رطوبة التربة بالأشعة الكونية - نطاق المجال: [essd-12-2289-2020.pdf (copernicus.org)](https://essd.copernicus.org/articles/12/2289/2020/essd-12-2289-2020.pdf) |  |
| درجة حرارة الهواء قرب السطح، عادة عند 2 متر | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو منعدمة على مساحات كبيرة من الأرض. وفوق اليابسة، تقاس المحطات السطحية باستبانة أفقية وزمنية تكون جيدة في بعض المناطق وهامشة في مناطق أخرى؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * ودقة القياس جيدة عموما، وإن كان من الصعب استخدام ذلك في الحالات التي تكون فيها التضاريس السطحية غير مسطحة، بسبب حساسية القياسات إزاء التقلبية المحلية التي لا تزال نماذج التنبؤ العددي بالطقس عالية الاستبانة تحلها بدقة أكبر من النماذج العالمية.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * التغطية هامشية أو منعدمة على مساحات كبيرة من الأرض * ولا ترصد الأجهزة الساتلية هذه المتغيرات القريبة من السطح مباشرة؛ | السفن، المحطات العائمة، المحطة السطحية،  التصوير متعدد الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرارية سريعة، ومسابير فائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتنفيذ شريط النهار/ الليل، وصور الموجات الصغرية، ومسابير الستراتوسفير العلوي والميزوسفير المتقاطع مع الموجات الصغرية،  مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة من أجل تغطية قطبية مستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية) |  |  |
| بالقرب من السطح، عادة عند 2 متر. | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * التغطية هامشية أو منعدمة على مساحات كبيرة من الأرض. وفوق اليابسة، تقاس المحطات السطحية باستبانة أفقية وزمنية تكون جيدة في بعض المناطق وهامشة في مناطق أخرى؛   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * التغطية هامشية أو منعدمة على مساحات كبيرة من الأرض * ولا ترصد الأجهزة الساتلية هذه المتغيرات القريبة من السطح مباشرة؛ | السفن، والمحطات العائمة، والمحطة السطحية، والمسابير ذات الطيفية الفائقة بالأشعة تحت الحمراء، ومسابير الأشعة فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة، والاحتجاب الراديوي للنظام GNSS (الكوكبة الأساسية)، وكوكبة سبر الموجات الصغرية ذات الترددات الزمنية العالية، المسابير فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء/ الأشعة تحت الحمراء/ الموجات الصغرية |  |  |
| درجة حرارة سطح الجليد على اليابسة | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وتتأثر الدقة بمشاكل الكشف عن السحب وعدم يقين انبعاثية السطح، ويكون تفسيرها صعبا بسبب الطبيعة غير المتجانسة للسطح الذي ينبعث من أنواع سطحية كثيرة. * ولا يتم عادة أخذ عينات من الدورة النهارية لدرجة الحرارة السطحية إلا فيما يتعلق بأجهزة الاستشعار الموجودة على متن السواتل الثابتة بالنسبة للأرض (مثل SEVERI على متن الساتل MSG) التي لا يمكن أن توفر تغطية عالمية؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وتطبق مسائل مماثلة للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي؛ | التصوير المسابير الساتلية بالأشعة تحت الحمراء والموجات الدقيقة |  |  |
| درجة حرارة سطح الجليد في البحيرات | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وتتأثر الدقة بمشاكل الكشف عن السحب وعدم يقين انبعاثية السطح، ويكون تفسيرها صعبا بسبب الطبيعة غير المتجانسة للسطح الذي ينبعث من أنواع سطحية كثيرة. * ولا يتم عادة أخذ عينات من الدورة النهارية لدرجة الحرارة السطحية إلا فيما يتعلق بأجهزة الاستشعار الموجودة على متن السواتل الثابتة بالنسبة للأرض (مثل SEVERI على متن الساتل MSG) التي لا يمكن أن توفر تغطية عالمية؛   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وتطبق مسائل مماثلة للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي؛   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتطبق مسائل مماثلة للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي؛ | التصوير المسابير الساتلية بالأشعة تحت الحمراء والموجات الدقيقة |  |  |  |
| نوع الغطاء النباتي، والغطاء، NDVI | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * والحد من استخدام البيانات المتاحة بكفاءة هو ضرورة إعادة تقييم النماذج المتقارنة (تفاعلات الطبقة السطحية – المتاخمة) عندما يتطور نوع الغطاء النباتي أو خصائصه (مثل LAI)؛   **الهيدرولوجيا:**   * وفي بعض الحالات، قد لا تكون منتجات NDVI ونوع الغطاء النباتي قابلة للتداخل بسبب وجود نطاقات طيفية تختلف اختلافا طفيفا. | التصوير الساتلي من القنوات المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة، و MODIS، وصور متعددة الطيف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرار سريعة، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهار/ ليلي، وصور ضيقة النطاق أو فائقة الطيفية، وبعثة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة للتغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية)، والرادار، واليدار لرسم خرائط الغطاء النباتي؛ |  |  |  |
| الغيوم  الغطاء السحابي وكذلك ارتفاع السحب وقاعدة السحاب ودرجة حرارة قمم السحب.  بارامترات السحب | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وتقدر المحطات السطحية الغطاء السحابي وقاعدة السحب باستبانة ودقة زمنيتين مقبولتين ولكن الاستبانة الأفقية هامشية في بعض المناطق وتفتقد في معظم أجزاء الأرض. * وفي الوقت الحاضر، لاتكون المشكلة الرئيسية في رصدات السحب نفسها بل في تمثلها، الناشئة عن مشاكل التمثيل ومواطن الضعف في طرائق تمثل البيانات وفي بارامترات الظواهر الجوية المائية السحابية وغيرها من جوانب الدورة الهيدرولوجية في إطار نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP).   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * وتعطي القياسات الساتلية المرئية/ تحت الحمراء دقة هامشية بسبب سوء العلاقات بين درجة حرارة قمم السحب والسحب الأساسية وفيزياء الهطول؛ * وتتأثر قياسات الموجات الدقيقة بالحساسية لانبعاثية سطح اليابسة وبالخصائص البصرية المماثلة للمياه السحابية وسقوط الأمطار الخفيفة. ولذا، وبالنسبة لنماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) عالية الاستبانة، توفر أجهزة التصوير المسابير بالموجات الدقيقة معلومات عن السحب ذات الدقة الحدية، الاستبانة الأفقية والزمنية.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتفتقد بيانات السواتل الثابتة بالنسبة للأرض لخطوط العرض المرتفعة حيث توفر السواتل القطبية المدار رصدات قيمة بتردد مقبول نتيجة لتقارب المسارات المدارية.   **الأرصاد الجوية للطيران:**   * ولا ترصد حاليا بشكل مباشر معلومات عن حجم قطرات السحب للتنبؤات بالثلج. * وتكون الرصدات من السواتل عند قمة طبقة السحاب، ثم فقط عندما تكون هذه الطبقة قابلة للرؤية من الفضاء. ولا يمكن أن يوفر سوى بيانات المسابير الراديوية وبيانات الطائرات الاستبانة الرأسية المقبولة لهذه البارامترات، ولكن فترات الدورة واستبانة الأفقية هامشية إلى بيانات ضعيفة. ورادارات الطقس ثنائية الاستقطاب، لا سيما إذا كانت تعمل في النطاق X، تبشر مرة أخرى بدقة مقبولة في تحديد كمية وتوزيع قطيرات SLW، ولكن في حين أنها شائعة الآن في بعض البلدان لا تزال نادرة جدا بحيث لا يكون لها أثر عالمي كبير. * ويمكن أن يكون التحديد الأوتوماتي لكمية السحب/ ارتفاع قاعدة السحب من قياسات مقياس ارتفاع السحب صعبا في المواقع ذات التضاريس المعقدة (مثل الوديان، والمحطات الساحلية، والمدن الكبيرة ذات الحمولة العالية للهباء الجوي). | المحطات السطحية، وأجهزة التصوير بالأشعة تحت الحمراء، المسابير، والضوئية النشطة (الليدار) والموجات الدقيقة (الرادار)، وأجهزة السواتل الثابتة بالنسبة للأرض، السواتل القطبية المدار، وصور متعددة الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرار سريعة، ومسابير فائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، ومسابير UV/VIS/NIR، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتنفيذ نطاق نهار/ ليلة، وصور بالموجات الصغرية، وأجهزة تصوير بالأشعة تحت الحمراء ثنائية الزاوية، ورادارات السحب، والصور دون المليمتر، ومسابير الحافة بالأشعة فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء/ الموجات الصغرية، مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة لأغراض التغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية)، ومقياس الطيف الخاص بالأشعة تحت الحمراء القريبة، وأجهزة استشعار الموجات الصغرية الفائقة الطيفية | رادارات السحب الفضائية القاعدة (Baggatalia وآخرون 2020)؛  رادار السحب الأرضي القاعدة التابع للموجات الصغرية (FMCW) | رادار السحب الأرضي القاعدة. وتتيح تقنية الموجات الصغرية FMCW حساسية عالية مع طاقة أقل من رادار النبضة. متاحة تجاريا. (ديلانويه 2016) |
| هطول الامطار  النوع والكمية (خلال فترة زمنية معينة، عادة 24 ساعة) | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وتكون الاستبانة الأفقية ضعيفة في أجزاء كبيرة من العالم، وحيثما تكون التغطية جيدة، غالبا لا تكون البيانات متاحة للتبادل الدولي. * وتقيس الرادارات الأرضية القاعدة الهطول الآني باستبانة أفقية وزمنية جيدة ودقة مقبولة، ولكن فوق عدد قليل من المناطق البرية فقط؛ * وتقدم أجهزة التصوير بالأشعة تحت الحمراء الثابتة بالنسبة للأرض بعض المعلومات باستبانة زمنية أعلى بكثير من خلال ارتباط الهطول السطحي بخصائص قمة السحب، ولكن الدقة هامشية بسبب الطبيعة غير المباشرة لهذه العلاقة.   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * رادار الطقس بدقة تعتمد على تردده وعلى شدة المطر. * تجعل تشويشات البحر الرصدات التي تجريها المسحات على الارتفاعات المنخفضة صعبة الاستغلال فوق البحر. * وكثيرا ما تشكل انسداد الحزمة أيضا مشكلة في المناطق الجبلية والمناطق المكتظة بالسكان بسبب المباني.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * والتصوير السريع (في ترتيب الدقائق) أمر بالغ الأهمية للتنبؤ الآني، ولكنه لم يوفر بعد من جميع السواتل الثابتة بالنسبة للأرض؛ * والكشف عن الهطول هامشي بالنسبة لأجهزة التصوير بالموجات الصغرية، ويفيد بالنسبة لمقاييس التشتت، تبعا للطول الموجي للجهاز، ما يتراوح بين الهطول والضعف؛   **الهيدرولوجيا:**   * وتجري رصدات أرضية ولكن الوصول العالمي الشامل إلى بيانات المياه الجوفية (معدلات إعادة التغذية والتجريد على وجه الخصوص) محدود للغاية. وقد جمع المركز الدولي لتقييم موارد المياه الجوفية (IGRAC) معلومات على المستوى العالمي عن موارد المياه الجوفية. تتوفر تقنيات رصد المناخ (من غريس مثلا) بالنسبة لمسطحات المياه الجوفية الكبيرة جدا ولكنها لم تثبت بالكامل بعد في الظروف التشغيلية. ويجري استكشاف استخدام بيانات الفريق (GOCE). * وفيما يتعلق بالتقدير الكمي للهطول القائم على السواتل، يلزم وجود آلية لإعداد نواتج أمامية ونواتج عامة للهطول من أجل الاستخدام العملي اليومي في المرافق الوطنية للهيدرولوجيا على أساس طويل الأجل. | المحطات السطحية، والرادارات الأرضية القاعدة، وأجهزة التصوير المسابير بالموجات الدقيقة، أجهزة التصوير بالأشعة تحت الحمراء الثابتة بالنسبة للأرض، قياس الاستقطاب الراداري، التصوير بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء متعددة الأطياف مع دورات تكرار سريعة، المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، التصوير بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، تحقيق نطاق نهار/ ليلة، التصوير بالموجات الصغرية، المسبار والصور بالموجات الصغرية في مدارات مائلة، مهمة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة للتغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية، أنتاركتيكا)، الاحتجاب الراديوي للسواتل GNSS؛ كوكبة إضافية لتعزيز عمليات سبر الغلاف الجوي/ الأيونوسفير (بما في ذلك قياس الاستقطاب)، بما في ذلك الاحتجاب الراديوي للمدار المنخفض بالنسبة للأرض بالنسبة للترددات الإضافية المحسنة لسبر الغلاف الجوي، ورادارات الهطول الساتلية القاعدة، ورادارات السحب؛ | توهين إشارة الهاتف المحمول بالمطر.  وستحصل رادارات التكيف الناشئة التي تعمل بالمسح الإلكتروني (المصفوفة تدريجيا) على البيانات بطرق غير تقليدية، مما يستلزم التكيف من خلال البنية الأساسية لتبادل البيانات ومعالجتها. | ويتطلب ذلك تعاونا مع مقدمي الهواتف المحمولة، ويمكن أن يكون ذلك مفيدا جدا في البلد المزود بشبكات رادارات طقس احتياطية للغاية. (تركو 2020)  وتوسيع نطاق رادارات دوبلر ورادارات الطقس الاستقطابية إلى البلدان النامية، بما في ذلك التدريب على المعالجة والتفسير، وتطوير القدرات للتعامل مع الكميات الكبيرة للغاية من البيانات.  وتوسيع نطاق الشبكات غير التابعة للمرافق الوطنية (NMHSs)، بما في ذلك شبكات المتطوعين والقطاع الخاص، مع التوزيع/ الجمع الآلي لمراكز المحفوظات الوطنية. |
| الاوزون  التركيز، في المجال ثلاثي الأبعاد | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * ومع ذلك، للحفاظ على توزيعات رأسية واقعية للأوزون في نماذج التنبؤ العددي بالطقس، يلزم معلومات عن الأوزون التي تم تحليلها رأسيا. * وتناضل نتائج مستنردات الأوزون من أجل تقديم رؤى هامة إحصائيا بسبب قلة عدد الصور الجانبية المتاحة، لأن بعض هذه البيانات لا توزع دوليا. | المسابير التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء العالية الاستبانة وأجهزة التشتت الشمسي المرتد الأكثر دقة، مسابير الحافة (مثل MLS)، مسابير الحافة بالموجات الصغرية (SMLS)، المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، مسابير الأشعة فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، كوكبة السبر بالموجات الصغرية ذات التردد العالي، مسابير الحافة بالأشعة فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء/ الموجات الصغرية، أجهزة الاستشعار الفائقة الطيفية بالموجات الصغرية، |  |  |
| ارتفاع الأمواج واتجاهها وفتراتها | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * والمحطات العائمة وأجهزة الاستشعار المركبة على منصات النفط تغطي تغطية هامشية أو منعدمة في مناطق كبيرة من الأرض. * ومقياس الارتفاع على السواتل القطبية تغطية أفقية وزمنية محدود. وتقدم أجهزة الرادار ذو الفتحة التركيبية معلومات عن طيف الموجات ثنائية الأبعاد بدقة مقبولة ولكن أفقية وزمنية هامشية.   **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتطبق مسائل مماثلة للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي؛ * وتقدم أجهزة الرادار ذو الفتحة التركيبية ذات الدقة الجيدة ولكن ذات الاستبانة الأفقية والزمنية الهامشية معلومات عن طيف الموجات ثنائية الأبعاد.   **تطبيقات المحيطات:**   * والتغطية الجغرافية لبيانات الأمواج الموقعية لا تزال محدودة جدا ويجري معظم القياسات في نصف الكرة الشمالي (قبالة سواحل أمريكا الشمالية وغربي أوروبا). * وقد حددت الاختلافات في الأمواج المقيسة من منصات وأجهزة استشعار ومعالجة ومحطات راسية مختلفة. وعلى وجه الخصوص، لوحظ انحياز منهجي بنسبة 10 في المائة بين المحطات العائمة الأمريكية والكندية، وهما أكبر شبكتين من شبكات المحطات العائمة الراسية. * وتوفر سواتل قياس الارتفاع معلومات عن الارتفاع الكبير للأمواج بتغطية عالمية وبدقة جيدة. ومع ذلك، فإن التغطية الأفقية/ الزمنية هامشية. والمهمة التي ستوفدها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) والمهمة المعلقة بمقياس الارتفاع ذو الرقعة العريضة ستساعد في مواجهة هذا التحدي، مع توقع إطلاقها حوالي شباط/ فبراير 2022. * ويلزم وجود عدة مقياس للاعتناء لتوفير معاينة ملائمة للمسار المتقاطع. * وتقدم أجهزة الرادار ذو الفتحة التركيبية ذات الدقة الجيدة ولكن الاستبانة الأفقية/ الزمنية الهامشية عن كثافة طاقة الموجات الطيفية ثنائية الأبعاد. الاستبانة الأفقية 100 كم مطلوبة للاستخدام في النماذج الإقليمية، مع سرعة التسليم المطلوبة (في غضون 6 ساعات). ومن المتوقع أن تكون القدرة الرادارية ذات الفتحة الحقيقية متاحة في غضون 5 سنوات. | المحطات العائمة، وأجهزة الاستشعار، ومقياس الارتفاع على السواتل القطبية، وأجهزة الرادار ذو الفتحة التركيبية، والمحطات العائمة والسفن الموقعية غير الطيفية والسفن، ورادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، ومقياس الارتفاع المائل والعالي الدقة في المدار؛ |  |  |
| تركيز الأهباء الجوية ثلاثي الأبعاد  بارامترات الهباء الجوي | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * وللصور الساتلية التشغيلية المرئية والشبه الحمراء دقة هامشية؛ | التصوير بالسواتل المرئية والشبه الحمراء، والصور المتقدمة مثل MODIS، المحطات الأرضية القاعدة التي تستخدم مقاييس للحرارة الشمسية مثل الشبكة الروبوتية للهباء الجوي (AERONET)، ومقاييس الإشعاع، ومقياس الطيف الضوئي، والصور الثابتة بالنسبة للأرض، وليدار الرياح Aeolus Doppler، وصور الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء متعددة الطيفية مع دورات تكرار سريعة، المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، المسابير فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، والصور ذات النطاق الضيق أو فائقة الطيفية،  وال SAR متعدد الاستقطاب؛ والأشعة المرئية الفائقة الطيفية، ومقياس طيف الأشعة القريبة من الأشعة القريبة؛ | رامان ليدار  صفقة HSRL  المقبض متعدد الأطوال  ليدار مستقطب  ليدار (Doppler وتشتت المرتد ثنائي/ ثلاثي التردد)، سييلومترات | وقد أدى استخدام تكنولوجيا الدايود بالليزر إلى خفض تكلفة وتشغيل جميع أجهزة الليدار. |
| وحوسبة الرياح في المجال ثلاثي الأبعاد؛ | **التنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي:**   * لا توجد حاليا قدرات موجودة أو مخططة   **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**   * ثمة حاجة لزيادة كبيرة في الاستبانة المكانية لنماذج التنبؤ العددي بالطقس عالية الاستبانة قبل أن تتمكن هذه النماذج من حل السحب وإنتاج حركة رأسية يمكن مقارنتها برصدات السرعة الرأسية لرادار Doppler (مثلا). | التصوير بالأشعة تحت الحمراء الثابتة بالنسبة للأرض أو دوبلر يتيح أجهزة الاستشعار بالموجات الدقيقة، وليدار (Doppler، والتشتت المرتد ثنائي/ ثلاثي التردد) ورادارات دوبلر، وليدار دوبلر؛ | رادار ثنائي الموجة (Radenz 2018) |  |
| الرؤيه | **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * لا ترصد فوق المحيطات عادة. وبالقرب من المطارات يمكن لنماذج الاستبانة العالية جدا 1-D أو 3-D تقدير مدى الرؤية والتنبؤ بقاعدة السحب في المركز الوطني للخدمات المناخية (NWC) ونطاق التنبؤات الراديوية المسبقة (VSRF) بدقة مفيدة. وتحتاج هذه النماذج إلى عدة محطات رصد إضافية عالية التردد. ولهذا السبب، فإنها لا تتوافر إلا في عدد قليل جدا من المطارات. * جيدة عموما في المطارات ، ولكن هامشية في مكان آخر. * ويوفر الليدار مرتسمات رأسية جيدة، ولكن أجهزة قليلة جدا تعمل في جميع أنحاء العالم.   **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وعادة ما يتطلب التحديد الأوتوماتي للرؤية السائدة وجود مجموعة من أمتار الرؤية المثبتة في مواقع مناسبة داخل/ بالقرب من المطار. وعلى الرغم من أن الإبلاغ عن النطاقات البصرية للمسار المائل (SVR) سيكون له أثر إيجابي على السلامة والكفاءة، فإنه لا يوصى بأي تكنولوجيا تشغيلية حتى الآن. فيما يتعلق بالتنبؤات أثناء الطريق بالرحلات الجوية VFR، لا تقبل الاستبانة الأفقية ووقت الدورة لمحطات الرصد القائمة التي تبلغ معلومات الطقس لأغراض الطيران بشفرة METAR إلا في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية، والفقيرة في معظم أنحاء العالم. يوصى باستخدام رصدات إضافية من محطات الطقس السينوبتيكية.   **تطبيقات المحيطات:**   * ويمكن أن يختلف هذا البارامتر كثيرا على مسافات قصيرة. والدقة مقبولة في المناطق الساحلية وفي المحيطات المفتوحة. الاستبانة الأفقية/ الزمنية ضعيفة فوق معظم المحيطات العالمية. ويستنتج مدى الرؤية عادة من مخرجات النماذج الإقليمية للغلاف الجوي (انظر التوقعات الإقليمية للتنبؤ العددي بالطقس (NWP SoG)). | الطيران، ومحطات الرصد السطحي السينوبتيكية، والليدار |  |  |
| اكتشاف البرق  (موقع التدفق المغنطيسي للبرق) | **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * قلة كفاءة الكشف عن البرق داخل البرق على البرق داخل البرق على البرق. * وعلى معظم خطوط العرض المحيطية، والأرضية والمرتفعة قليلة السكان، تكون التغطية هامشية في ما يمكن قبوله من قبل الشبكات الأرضية القاعدة على الأقل فيما يتعلق بالمعلومات الإجمالية عن البرق. وفي هذه المناطق، كثيرا ما تكون كفاءة الكشف ودقة الموقع ضعيفين فيما يتعلق بالبرق داخل السحب (IC)، بحيث تتكون TL أساسا من برق CG. | اكتشاف البرق الأرضي القاعدة (الكلي أو منفصل عن السحاب إلى الأرض وIC) في الوقت الحقيقي، وأجهزة تصوير البرق، وأجهزة رسم خرائط البرق |  |  |
| إشعاعية الموجات القصيرة الهابطة عند سطح الأرض | **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**   * وتكون الاستبانة الأفقية عادة هامشية، ولكن عندما تقترن بمعلومات تغطية السحب الساتلية يمكن تحقيق الجودة المقبولة. | معايرتها بشكل مطلق مقاييس الإشعاع عريض النطاق وإجمالي الإشعاع الشمسي ومقاييس الإشعاع الطيفي الشمسي |  |  |
| إجهاد رياح المحيطات | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتوفر المحطات العائمة الثابتة والسفن المنساقة خارج المحيط الهادئ المداري رصدات ذات تغطية وتواتر هامشيين؛ والدقة المقبولة للغرض نفسه. وعلى الرغم من أن تغطية وتواتر بيانات الرياح السطحية للمحيطات الموقعية ليست كافية (أو ضعيفة) لنظم تمثل بيانات الغلاف الجوي، فإن تمثل تلك البيانات يؤثر تأثيرا واضحا على سرعة الرياح التي جرى تحليلها، ومن ثم على مجالات إجهاد الرياح، مما يساهم في تحسين الظروف الأولية للمحيطات. والبيانات الموقعية عن الرياح السطحية ضرورية أيضا لمعايرة بيانات إجهاد الرياح الساتلية. * وبوجه عام، توفر مقاييس التشتت تغطية جيدة وترددا ودقة مقبولين، وتكمل بيانات مقياس التشتت الرصدات البحرية القاعدة. والرياح عالية الجودة التي توفرها مقاييس التشتت هي أفضل النواتج المتاحة حاليا وتحتاج إلى الصيانة التشغيلية.   **تطبيقات المحيطات:**   * ويلزم إجراء رصدات عالية الاستبانة للتنبؤات النموذجية بالرياح القريبة من الطبقات السطحية من أجل تحسين دقة التنبؤات لمستوى الماء الكلي في المناطق الساحلية ومناطق مصبات الأنهار، لا سيما أثناء ظواهر الطقس المتطرفة. وليس في حقول الرياح السطحية المستمدة من النظم الحالية لتمثل بيانات الغلاف الجوي دقة كافية للتطبيقات الساحلية ومن الأفضل تحسين الدقة عن طريق التمثل الإضافي للبيانات الخاصة ببيانات الرياح السطحية. | مقاييس التشتت، والمحطات العائمة والسفن الثابتة المنساقة والسفن، وصور الموجات الصغرية، وصور الموجات الصغرية منخفضة التردد، المسبار والصور بالموجات الصغرية في المدارات المائلة، ومهام قياس العاكسات GNSS (GNSS-R)؛ والموجات الصغرية غير السلبية؛ الرادار ذو الفتحة التركيبية، الرأسي |  | انظر "الريح السطحية" لغرض غير القسر على نماذج الدوران العام للمحيطات. |
| طبوغرافية المحيطات | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وبيانات طبوغرافية المحيطات المستمدة من السواتل مفيدة لمراقبة المحتوى الحراري للمحيطات وتيارات المحيطات، وأساسية لاستهلال المحيطات في التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا؛ * يلزم وجود التزامات طويلة الأجل لرصد الارتفاعات الساتلية؛ * وتوفير التغطية العالمية شرط مهم للنماذج المتقارنة ذات الاستبانة الأعلى (الاستبانة المحيطية 30 كم تقريبا)، حيث يوجد تمثيل جزئي والدوامترات المحيطية. * وتتطلب بيانات قياس الارتفاع الساتلية التحقق من القياسات الموقعية لمستوى سطح البحر أو المقاطع الجانبية لدرجة الحرارة والملوحة.   **تطبيقات المحيطات:**   * طبوغرافية المحيطات المستمدة من قياس الارتفاع بالسواتل هي أهم رصدة تقيد ديناميات نظم التنبؤ بالمحيطات. * ويتيح قياس الارتفاع الساتلي تقدير التيارات الجيوستروفية (انظر "تيارات المحيطات ثلاثية الأبعاد"). وتسمح الاستبانة الحالية باستبانة السمات الكبيرة من النطاق المتوسط (>150 كم). والتغطية الحالية ليست كافية للمناطق الساحلية. وستسمح الاستبانة الأعلى باستبانة أفضل للنطم المتوسط للمحيطات، فضلا عن العمليات الساحلية. ويعد الجيل التالي من مقياس الارتفاع (SWOT) لهذه الأغراض. * والمعلومات عالية الاستبانة عن هيئة الأرض ضرورية لتقدير طبوغرافية دقيقة للمحيطات ومجالات تيار مدار الأرض. والبيانات الحالية المتعلقة بهيئة الأرض التي توفرها مهمة هيئة الأرض الساتلية هامشية لحل دوامات النطاق المتوسط المحيطي، وتستخدم البيانات الحالية للمحيطات التي ترصدها المحطات العائمة المنساقة والملامح الهيدرولوجية في التنقيح. | رادارات قياس الارتفاع الساتلية (رادار النظير ورقعة)، مهمة جاذبية الساتل، |  | انظر أيضا "انظر المستوى" لرصدات مستوى سطح البحر لمراقبة مستوى سطح البحر نفسه. |
| وتدفق الحرارة السطحية، والإشعاعية، وتدفق المياه العذبة؛ | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتوفر البيانات الساتلية آفاقا للعديد من مكونات الموجات الحرارية والإشعاعية، لا سيما الإشعاع في الموجات القصيرة، ولكن لا يستخدم أي منها في الوقت الحاضر بشكل روتيني في التمثل لأغراض التنبؤات دون الموسمية إلى الموسمية، بسبب بعض الصعوبات الفنية في الاستخدام في مناطق الجليد البحري. * ولا تزال هناك أوجه عدم يقين كبيرة في تقديرات سقوط الأمطار فوق المحيطات. وإضافة إلى ذلك، ستصبح معلومات جريان المياه العذبة من الأنهار (مصبات الأنهار الكبيرة) مهمة في بعض المناطق المحيطات (مثلا خليج البنغال). وستكون البيانات الإضافية دائما مفيدة، على سبيل المثال، البيانات التي تسمح بتقدير أفضل للتدفق الحراري وP-E (الهطول ناقص التبخر) يمكن أن تساعد على إعطاء تعريف أفضل لهيكل الطبقة المختلطة، واستنساخ طبقة الحاجز. * ولا يمكن رصد العديد من مكونات التدفق الحراري بواسطة السواتل. وإضافة إلى ذلك، تتطلب الرصدات الساتلية معايرة مع الرصدات الموقعية. ولذا، فإن محطات الأرصاد الجوية البحرية العالية الجودة، التي تغطي جميع البيانات المطلوبة بشأن تقديرات تدفق الهواء - البحر (أي درجة حرارة هواء سطح البحر ورطوبته، وضغط سطح البحر، وسرعة الرياح السطحية، والإشعاعات الطويلة والقصيدة الموجة، ودرجة حرارة سطح البحر) ضرورية لتوفير بيانات تدفق الهواء - البحر بدقة كافية. والتغطية الحالية لهذه المحطات الجوية ضعيفة. وسيزيد نشر محطات الأرصاد الجوية في خطوط العرض الوسطى والمرتفعة من تعزيز هذا التطور في نطاق الأحوال الجوية التي تحدث في الوصلة البينية بين الجو والبحر.   **تطبيقات المحيطات:**   * والبيانات عالية الاستبانة عن الحرارة السطحية وتدفق المياه العذبة ضرورية لإجبار نماذج المحيطات على التنبؤات الساحلية. ومعلومات جريان المياه العذبة من الأنهار (مصبات الأنهار الكبيرة) لها تأثير كبير على نظم التنبؤ الساحلي، لا سيما بالنسبة للتنبؤات الكلية بمستوى المياه في المناطق الساحلية ومناطق مصبات الأنهار أثناء ظواهر الطقس المتطرفة. |  |  |  |
| التيارات المحيطية | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * التيارات السطحية التي تقاس بالمحطات العائمة المنساقة مقبولة من حيث الدقة الاستبانة والزمانية ولكنها هامشية في التغطية المكانية. * ورصد المحطات العائمة الراسية جيد في الدقة والتواتر ولكنه ضعيف إلى هامشي في التغطية المكانية. * المعلومات المتعلقة بتيارات سطح المحيط ضرورية لتقدير مجال دقيق لضغط الرياح.   **تطبيقات المحيطات:**   * ومن شأن توجيه عمليات نشر المحطات العائمة المنساقة في المناطق شديدة التقلبية من قبيل التيارات الحدودية والاضطرابات الجوية الأرضية في أدنى المجرى أن يساعد على تعزيز أثرها على نظم التنبؤ بالمحيطات. والمحطات العائمة الراسية جيدة في الاستبانة والدقة الزمنيتين، ولكنها هامشية أو ضعيفة بخلاف ذلك. * ويوفر جهاز دوبلر الصوتي لقياس التيارات (ADCP) رصدات للتيارات المحيطية على نطاق من الأعماق، بدقة مقبولة. والتغطية هامشية أو ضعيفة في معظم مناطق المحيطات، مع الاستبانة الرأسية الحدية لتطبيقات الخدمات البحرية، مما يتطلب بيانات عالية الاستبانة الرأسية في الطبقة المختلطة. * وترشح المراقبة متعددة النطاقات لسطح البحر (SKIM) كمهمة ساتلية مرشحة للمراقبة ESA-EE9، وهي تخطط لتوفير بيانات عن التيارات السطحية للمحيطات. ومن المتوقع أن يحسن تغطية بيانات التيارات السطحية للمحيطات بشكل هائل. * ويمكن أن توفر شبكة الرادار الأرضي العالي التردد (HF) بيانات عالية الاستبانة للتيارات السطحية. ومع ذلك، تقتصر مسافة الرصد الفعالة على الاقتراب من خطوط الشواطئ والتغطية الإقليمية محدودة جدا بسبب الترددات العالية لهذه النظم. | المحطات العائمة المنساقة، والمحطات العائمة الراسية، والمحطات العائمة لجمع البيانات (ADCP)، ورادارات قياس الارتفاع الساتلية، والرادارات HF؛ | مهارة التزحلق على البحر |  |
| أعماق البحار | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وعلى الرغم من أنه لا يزال من الصعب تقييم آثار تلك المنصات الجديدة، فإن رصدات أعماق البحار قد تكون مفيدة للتنبؤ العقدي والتوقعات المناخية، على الأقل لأغراض التحقق من صحة التنبؤات. والقياسات الراسية العميقة مفيدة للرصد المتصل بالمناخ.   **تطبيقات المحيطات:**   * الغرض من هذا النظام (OceanSITES) هو جمع وتوفير وتعزيز الرصدات الطويلة الأجل ذات التردد العالي للعمود المائي الكامل العمق (بما في ذلك بيانات أعماق البحار) في مواقع محددة. * وتتيح قياسات أعماق البحار تقدير تطور خواص المياه العميقة، فيما يتعلق بتغير المناخ. وهذه القياسات ضئيلة للغاية حاليا. | القياسات من على متن السفن، وبرنامج (Argo) السحيق، والبرنامج الدولي المتعدد المقاييس (OceanSITES) |  |  |
| الأهباء الجوية وغازات الاحتباس الحراري | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتوفر الأجهزة الساتلية من قبيل المسابير بالأشعة تحت الحمراء العالية الاستبانة والتشتت الشمسي المرتد قياسات دقيقة للأوزون الكلي للعمود. ومع ذلك، هناك حاجة لمعلومات الأوزون التي تم تحليلها رأسيا. تتمتع مسابير الحافة بالموجات الدقيقة بإمكانية تقديم دقة واستبانة رأسية جيدة. | مسابير عالية الاستبانة تعمل بالأشعة تحت الحمراء، والتشتت الشمسي المرتد، مسابير الحافة بالموجات الدقيقة؛ |  |  |
| الإشعاع الشمسي | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * ومع أن البيانات متاحة حاليا للفترة المحدودة (2004- الوقت الحاضر)، وسيكون من الصعب تقييم الدقة، يلزم إجراء رصد مستمر للإشعاع الطيفي للتنبؤات الموسمية إلى العقدية. وتشير بعض الدراسات إلى أن تحليل الإشعاع فوق البنفسجي (400-200 نانومتر) باستبانة زمنية شهرية ضروري للتنبؤات الموسمية إلى العقدية. | أجهزة مراقبة الإشعاع الطيفي (SIM) وSSLar STellar STellar Irradiance Experiment (SOLSTICE) على متن مهمة السواتل التابعة لتجربة الإشعاع الشمسي والمناخ (SORCE)، ومعايرة مقاييس الإشعاع عريضة النطاق على الإطلاق وإجمالي الإشعاع الشمسي ومقاييس الإشعاع الطيفي الشمسي، |  |  |
| بيانات الغلاف الجوي | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * على غرار تلك الخاصة بتطبيق التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على نطاق العالم. * ومن المتطلبات العامة للتنبؤ دون الموسمي إلى الموسمي توافر مجموعات بيانات رصد تاريخية متسقة فضلا عن توفير بيانات رصد دقيقة باستمرار في المستقبل. | التصوير متعدد الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرارية سريعة، المسابير الفائقة الطيفية بالأشعة تحت الحمراء، المسابير فوق البنفسجية/ الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة، النظير والأطراف |  |  |
| موجات الجاذبية | **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وسيكون من المفيد استهداف الرصدات من خلال طلب بيانات صعود/ هبوط الطائرات من نظام إعادة بث بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات (AMDAR)/ ADS-B/ الوضع S فضلا عن الاستبانة الكاملة في مرتسمات المسابير الراديوية. ويجب اعتبار أوقات الدورة وتوافر المسابير الراديوية مباشرة في أعلى المجرى من السلاسل الجبلية مقبولة فقط في عدد قليل من المناطق المكتظة بالسكان وفي أماكن أخرى ضعيفة. | التصوير الساتلي لبخار الماء من السواتل الثابتة بالنسبة للأرض، وقياسات الاحتجاب الراديوي للنظام العالمي لتحديد المواقع (GNSS) |  |  |
| الأهباء الجوية للرماد البركاني | **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وتوجد براكين كثيرة في مناطق نائية ونادرة السكان، حيث لا يمكن الكشف عن الانفجار الذي يمكن الاعتماد عليه وتحديد طبيعة الانفجار إلا على أساس أساليب الاستشعار عن بعد. * وتكون النواتج الساتلية أكثر فائدة حيثما توجد تركيزات كبيرة للرماد البركاني، وإن كان قد تم اكتشاف إشارات واضحة في بعض المراحل من الظاهرة الحالية على مدى بعيد في اتجاه الريح بسهولة. * ويلزم إجراء مزيد من البحوث في مجال التطبيقات الساتلية لتحديد تقييمات كمية أكثر دقة لمستويات تركيز أعمدة الرماد البركاني. * ويمكن أن تتأثر النواتج الساتلية بوجود السحب الكامنة، أو التي تحجب أو تحجب، ولا سيما السحب الجليدية. * وتقنيات 'النمذجة العكسية' الساتلية لتحسين تقييد مصطلح مصدر الثوران لا تتوافر حاليا إلا في نمط البحوث اللاحقة للحدث. | السواتل، وأجهزة استشعار الأهباء الجوية عن بعد، وأجهزة LIDARs، وأجهزة قياس ارتفاع السحب، وموقع البرق، ومسابير الأهباء الجوية على متن الطائرات UAV، ومسابير الهباء الجوي السدود، وصور متعددة الطيف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرارية سريعة، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهار/ ليلي، ورادارات الهطول ورادارات السحب، وبعثة الأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء القريبة/ الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة لأغراض التغطية القطبية المستمرة (المنطقة القطبية الشمالية، أنتاركتيكا)؛ |  |  |
| الأهباء الجوية الرملية والترابية | **الأرصاد الجوية للطيران:**   * وفي حين أن الكشف عن هذه الظواهر بمعناه النوعي يبدو ناضجا في الصور الساتلية المرئية، فإن الكشف الأوتوماتي خارج ساعات ضوء النهار يظل مسألة مسألة، والرصدات السطحية في المناطق المعرضة للمعاناة من هذه الظواهر نادرة. * ويجري استكشاف مدى الرؤية، لا سيما العمق البصري للهباء الجوي (AOD) وسرعة/ هبوب الرياح باعتبارها بارامترات إرشادية في غياب أي قياسات لأحمال الهباء الجوي. ومن المتوقع أن تكون المحطات ABO، بالاقتران مع النواتج المخصصة المستمدة من الصور الساتلية، واعدة للغاية. | تصوير متعدد الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء مع دورات تكرارية سريعة، وصور بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء، وتحقيق نطاق نهاري/ ليلي |  |  |
| لون المحيط، والكلوروفيل، والنترات، والسليكات، وتركيز الفوسفات | **التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا:**   * وتتحكم المكونات البصرية النشطة للمحيطات ('a'، والجسيمات الدقيقة المعلقة، والمواد العضوية الذائبة الملونة) في اختراق الموجات القصيرة إلى المحيط الداخلي، ومن ثم، يمكن أن تؤثر على احترار واستقرار المناطق القريبة من السطح، مما يولد تعليقات فيزيائية حيوية للغلاف الجوي يمكن أن تؤثر على التنبؤات بدورة المياه، وظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO)، وغيرها من الإشارات المناخية. ومن المرجح أن تكون الاستبانة والتواتر كافيتين للتنبؤات، ولكن يلزم تطوير النماذج واستيعاب البيانات لاستخدام البيانات.   **تطبيقات المحيطات:**   * وثمة حاجة إلى قياسات في الموقع لتكملة رصدات تركيز الكلوروفيل الساتلية. وينبغي أن تكون هذه القياسات مصحوبة برصدات يومية في الوقت الحقيقي لدرجة حرارة المحيطات، والرياح السطحية، والمغذيات (أي الفوسفات، والنترات، والنيتريت، والأمونيوم، والسليكات). * والأكسجين الذائب هو كاشف مهم للعمليات الفيزيائية (مثل التهوية) والجيوكيميائية الحيوية (مثل التمثيل الضوئي والنتح). وهي تقاس الآن بشكل روتيني عن طريق أجهزة استشعار أوتوماتية تنشر على منصات eulerian و lagrangian مع تحسين جودتها. ويمكن استيعاب الأكسجين في النماذج لتحسين التنبؤات البيولوجية الكيميائية وإعادة التحليل. * وبالنسبة للمحيطات القلنسواتية، لا يمكن الحصول على تركيز النترات إلا عن طريق اختبار كيميائي في المختبر. * وتوفر القياسات الساتلية بيانات عالية الاستبانة بشأن الكلوروفيل. وهناك حاجة إلى تقييد هذا المتغير القائم على الحالة على السطح حيث تكون التقلبية هي الأكبر. والدقة في البحر المفتوح مقبولة لتمثلها بواسطة نماذج النظم الإيكولوجية للمحيطات وفي الخدمات البحرية. ومع ذلك، فإن بيانات الكلوروفيل على طول المنطقة الساحلية ضعيفة وتحتاج إلى تقييد بالبيانات الموقعية العالية الجودة (مثل بيانات مراكز التنبؤ بالهيكل الأحيائي (HPLC)). * وتوفر السفن بيانات عن تركيز الكلوروفيل والنترات والسليكات والفوسفات ذات الاستبانة المكانية - الزمنية الرديئة في مناطق كثيرة. وهذه المنتجات ضعيفة من حيث حسن التوقيت اللازم لتطبيقات الخدمات البحرية. * ويمكن استخدام الرصدات من السواتل في النطاق L لتقدير الملوحة المحيطية بالقرب من السطح وتوفير معلومات قيمة للتحقق من صحة نظم التنبؤ. | أجهزة التصوير الساتلية (مثل SGLI وGOCI وVIIRS) وأجهزة قياس طيف السواتل (مثل MODIS و OLCI) والمحطات العائمة الراسية وأجهزة التحليل الآلية لجودة المياه على الإنترنت؛ |  |  |
| درجة حرارة التربة | **الأرصاد الجوية الزراعية:**   * وينبغي أن تشمل جميع فئات محطات الأرصاد الجوية الزراعية أيضا قياسات درجة حرارة التربة. وينبغي أن تشمل المستويات التي ترصد فيها درجات حرارة التربة الأعماق التالية: 5 و10 و20 و50 و100 سم. وعلى المستويات الأعمق (50 و100 سم)، حيث تتغير درجات الحرارة، تكون القراءات اليومية كافية عموما. وعندما تقاس درجات حرارة التربة في غابة، ينبغي الإشارة بوضوح إلى المستوى المرجعي لقياس العمق: ما إذا كان السطح العلوي للترتر أو الركام أو طبقة الكتلة يعتبر عند 0 سم؛ أو ما إذا كانت الوصلة البينية لرطوبة التربة تعتبر صفرا مرجعيا. وعندما يكون سطح الأرض مجمدا أو مغطى بالثلج، يكون من الأهمية بمكان معرفة درجة حرارة التربة تحت الثلج غير المشتت وعمق الثلج وعمق الصقيع في التربة. | المحطات السطحية |  |  |
| تصريف المياه السطحية | **الهيدرولوجيا:**   * ولم تحدد جودة هذه الرصدات بالكامل بعد، والرصدات الموقعية من أجل المعايرة أساسية. ويتوافر عدد من الأساليب الساتلية عند الطلب لرسم خرائط لنطاق الفيضانات في السهول الفيضية أو في نظم الأنهار الكبيرة فضلا عن مدة الفيضانات، بما في ذلك أجهزة الاستشعار المرئية والأشعة تحت الحمراء والرادارات. غير أن الرصدات الهيدرولوجية المتأتية من المركبات الفضائية غير متاحة عموما لأي مكان على أساس يومي بسبب هندسة مدارات المركبات الفضائية. وفي معظم الحالات، قد لا يتسنى الحصول على البيانات إلا مرة واحدة كل أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع في موقع محدد يشكل قيدا خطيرا. * وتصريف الأنهار هو بيانات رئيسية لإنتاج خدمات هيدرولوجية لإدارة المياه، بما في ذلك الفيضانات والجفاف، وتحليل المناخ، وتقاسم المياه العابرة للحدود وفهم دورة المياه بأكملها. لا تزال الرصدات الهيدرولوجية متفرقة للغاية في العديد من البلدان. وثمة تحديات فيما يتعلق بتركيب المعدات وصيانة وتشغيل المحطات الهيدرولوجية. ويرجع ذلك من ناحية إلى الافتقار إلى التمويل الوطني المستدام وإلى نقص المهنيين من ناحية أخرى. * وتتطلب المعلومات الساتلية الناشئة رصدات في الموقع من أجل المعايرة والتحقق/ التحقق. ويتوافر عدد من الأساليب الساتلية عند الطلب لرسم خرائط لنطاق الفيضانات في السهول الفيضية أو في نظم الأنهار الكبيرة فضلا عن مدة الفيضانات، بما في ذلك أجهزة الاستشعار المرئية والأشعة تحت الحمراء والرادارات. غير أن الرصدات الهيدرولوجية المتأتية من المركبات الفضائية غير متاحة عموما لأي مكان على أساس يومي بسبب هندسة مدارات المركبات الفضائية. وفي معظم الحالات، قد لا يتسنى الحصول على البيانات إلا مرة واحدة كل أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع في موقع محدد يشكل قيدا خطيرا. لا يوجد قياسات ساتلية القاعدة للسرعات السطحية والتصريف المطبقة تشغيليا. ويمكن تحقيق ذلك من خلال أساليب سرعة السطح (القائمة على الصور، والرادارات) أو من خلال تمثل ارتفاع سطح الماء وميله في النماذج الهيدروديناميكية. ولا يزال النهجان في مرحلة إثبات المفهوم فقط ويقتصران على الأنهار الكبيرة إلى الكبيرة جدا بسبب حدود الاستبانة فقط. | ويمكن اختبار النهج الناشئة، بما في ذلك أجهزة الاستشعار المنخفضة التكلفة، وأفلام الفيديو، وعلم المواطنين، وبرامج السواتل الجديدة (مثل، برنامج SWOT)، والحلقة الدراسية الدولية المعنية برصد المحيطات للغلاف الجوي (IoT)، وما شابه ذلك، في إطار العديد من مشاريع المنظمة (WMO).  أجهزة الاستشعار الموقعية، والبصرية، والأشعة تحت الحمراء، والرادار، وأجهزة استشعار الموجات الصغرية الفائقة الطيفية، وقياس دوبلر الصوتي، ومحطات المراقبة التقليدية ذات معدلات أخذ العينات دون اليومية (طرائق قياس المنسوب والتصريف والسرعة القياسية)؛  في الموقع: مرحلة رصد المحطات الهيدرومترية (أحيانا الانحدار وسرعة المؤشر)، ومنحنيات تقدير المنسوب والتصريف التي تتم معايرتها باستخدام قياسات عرضية للمرحلة والتصريف (قياسات)؛ | قياس حجب الصورة (IV)  قياس التصريف باستخدام الطائرات بدون طيار بالاقتران مع النمذجة الهيدروديناميكية؛  القياسات الساتلية: أجهزة الاستشعار المرئية، والأشعة تحت الحمراء، والرادارات، وأجهزة الاستشعار بالموجات الصغرية الفائقة الطيفية؛  تكنولوجيات قياس التصريف ومراقبته منخفضة التكلفة ومفتوحة المصدر ويسهل استخدامها؛ | والرابع فعال من حيث التكلفة للقياسات المباشرة والمراقبة المستمرة والآمنة في العمليات كما أنه لا يتطلب نشر القوارب في المجاري المائية.  وتوفر المحطات الهيدرومترية التقليدية سلاسل زمنية للتصريف ذات تغطية مكانية محدودة ولكنها ذات استبانة زمنية عالية جدا وتحيز أدنى بفضل قياسات قياس المجرى. ويلزم استمرارية السلاسل الزمنية للتصريف على المدى الطويل، مع تجنب الثغرات والانحراف/ التعطل. والتقديرات الساتلية القاعدة قد توفر تغطية مكانية موسعة ولكنها تحتاج إلى رصدات أرضية للمعايرة/ التحقق، ومن ثم يجب اعتبارها امتدادا وليس بديلا عن الشبكات الهيدرومترية.  وفي العديد من البرامج والشبكات، يمكن أن تكون المعدات الحديثة (أجهزة رسم المقاطع الرأسية الصوتية المائية، والاتصالات الساتلية، وما إلى ذلك) مشكلة في التشغيل المتواصل بسبب تعقيدها، وتكلفة الصيانة، وانخفاض المتانة. وينبغي النظر في هذه الحالات في التقنيات الأساسية، بما في ذلك الحلول المنخفضة التكلفة والميكانيكية والقائمة على المشغلين. |
| تخزين المياه السطحية | **الهيدرولوجيا:**   * وثمة مسألة مشابهة إلى حد ما تتعلق بخزن المياه في قنوات الأنهار، والسهول الفيضانية، والمصبات الكبيرة التي تمثل تحديا أكبر للقياس المستمر. * وعموما، لا تتوافر الرصدات حتى الآن فيما يتعلق بالأراضي الرطبة والسهول الفيضية والسهول الفيضية الكبيرة والمصبات. وقد يتغير ذلك مع تحسن بيانات الارتفاعات الرقمية. * ولا يزال هناك العديد من أوجه عدم اليقين المتعلقة بالرصدات فيما يتعلق بالاحتفاظ بالتدفق في السدود، والخزانات، والبحيرات، والأراضي الرطبة؛ وفقدان المياه التبخرية من أسطح الخزن؛ والتسرب إلى مستودعات المياه الجوفية. | الرصدات الأرضية ورصدات قياس الارتفاعات، وأجهزة استشعار الموجات الصغرية الفائقة الطيفية |  |  |
| تخزين المياه الجوفية | **الهيدرولوجيا:**   * وتجري رصدات أرضية ولكن الوصول العالمي الشامل إلى بيانات المياه الجوفية (معدلات إعادة التغذية والتجريد على وجه الخصوص) محدود للغاية. وقد جمع المركز الدولي لتقييم موارد المياه الجوفية (IGRAC) معلومات على المستوى العالمي عن موارد المياه الجوفية. تتوفر تقنيات رصد المناخ (من غريس مثلا) بالنسبة لمسطحات المياه الجوفية الكبيرة جدا ولكنها لم تثبت بالكامل بعد في الظروف التشغيلية. ويجري استكشاف استخدام بيانات الفريق (GOCE). | IGRAC، و GRACE، وGOCE، ومهمات قياس الجاذبية |  |  |
| التبخر والتبخر - النتح | **الهيدرولوجيا:**   * والرصدات المباشرة متفرقة، ومعظم قيم التبخر هي في الواقع تقديرات مستمدة. يشير التبخر في سياق التوصيف SOG إلى القياسات "المباشرة" للتبخر الفعلي. وحتى القياسات المباشرة هي تقديرات بسبب طرائق الرصد. وتنخفض القياسات الأرضية على نطاق عالمي من حيث التغطية المكانية في وقت يتوقف فيه إلى حد كبير الرصدات الموقعية التقليدية، مثل أحواض التبخر ومقاييس التناقص. * ومع ذلك، فإن إمكانية الوصول إلى التبخر النتحت المشتقة من الأيصال آخذة في التزايد، مع ذلك، فقد انخفض توافر بيانات السبر على الأرض انخفاضا كبيرا مع مرور الوقت. ومن حيث الاستبانة المكانية، لا تكون مصادر البيانات الحالية دائما كافية لتحليلات الأحواض الصغيرة، خاصة من حيث استخلاص خسائر التبخر من المستودعات الكبيرة. | استخدام أحواض التبخر وطرائق قياس الترسب، وأبراج التدفق، والارتباط المتأفق وتقنيات نسبة القوس، |  |  |
| التربة الصقيعية (مثل سمك الطبقة النشطة، ودرجة حرارة الأرض، وسرعة زحف الأنهار الجليدية الصخرية) | **مراقبة المناخ: مراقبة الغلاف الجليدي.**   * زيادة منهجية مراقبة التربة الصقيعية كشراكة بين وكالات البحوث والوكالات التشغيلية، على الصعيدين الوطني والإقليمي، توحيد البيانات وتبادلها دوليا؛ * وتلزم استدامة محطات البحوث على المدى الطويل، لتيسير توافر سجلات مناخية. * الفجوة - اتساق عمليات الحيازة في نظام INSAR بأنماط عالية الاستبانة لتغير التضاريس   **الهيدرولوجيا:** | الرصدات الساتلية: أجهزة تصوير عالية الاستبانة متعددة الأطياف بالأشعة المرئية/ الأشعة تحت الحمراء؛ التصوير بالرادار SAR ومقياس الارتفاع (ليزر) والرادار)؛ المهام العاكسة للنظام GNSS (GNSS-R)، والموجات الصغرية السلبية، وال SAR  الرصدات السطحية القاعدة (زيادة عدد المحطات، والمدى الطويل، وتبادل البيانات) |  | القدرة الحالية على التصوير غير ملائمة لمراقبة الأنهار الجليدية الصخرية في التربة الصقيعية الجبلية  من الصعب للغاية الحصول على مرتفعات متجاورة وموسمية وخالية من السحب. والصور الساحلية البصرية (للتربة الصقيعية الساحلية) - للتمكين من الفسيفساء في انحسار خطوط الشواطئ؛  درجات الحرارة المرتفعة الموسمية - البيانات اللازمة لفهم العمليات من أجل: ذوبات الغطاء النباتي؛ الأنهار الجليدية الصخرية؛ أحواض الجليد (برك صغيرة)  لا توجد أداة مناسبة لمراقبة الأنهار الجليدية الصخرية في التربة الصقيعية - الاختبار المستقبلي للنطاق L INSAR المتوخى (JAXA PALSAR-2 غير متاح)  تحد للحصول على أوقات زمنية مستمرة ومتعددة الزمان في جميع البقع الباردة  صور فائقة الطيفية (فينولوجيا) ذات فائدة محتملة، مثل PRISMA |
| الأنهار الجليدية (مثلا، توازن الكتلة، وارتفاع خط التوازن، والتصريف، والسمك)؛ | **مراقبة المناخ: مراقبة الغلاف الجليدي.**   * وستنشأ أنشطة أكثر منهجية لمراقبة الأنهار الجليدية مع وجود شراكة بين وكالات البحوث والوكالات التشغيلية، على الصعيدين الوطني والإقليمي، وتوحيد البيانات وتبادلها دوليا؛   **الهيدرولوجيا:** | الرصدات الساتلية: رادارات قياس الارتفاع ذات الرقعة العريضة، ومقياس الارتفاع المائل والعالي الدقة في المدار؛ والرادار ذو الفتحة التركيبية المتعددة الاستقطاب، والأشعة المرئية الفائقة الطيفية؛ مهام قياس المناخ  الرصدات المحمولة جوا: أجهزة الليدار  الرصدات والاستقصاءات السطحية القاعدة | دون طيار  رادار اختراق الأرض (GPR)  سبر الصدى الراديوي (RES) - حجم الأنهار الجليدية | وتلزم استدامة محطات البحوث على المدى الطويل، لتيسير توافر سجلات مناخية.  ولا تزال رقعة الثلوج ورسم خرائط الأنهار الجليدية تعتمد إلى حد كبير على مقاييس بصرية تبلغ نحو 10 أمتار، ومجموعات بيانات عالمية عقدية ويمكن الوصول إليها بحرية/مفتوحة من Landsat و ASTER و Sentinel-2، تكملها ress مكانية عالية (<10 م)، وصور بصرية ذات تغطية محدودة (وبيانات مجسمة) من SPOT، وPleiades، و Cartosat-I، وما إلى ذلك. |
| الصفائح الجليدية | **مراقبة المناخ: مراقبة الغلاف الجليدي.**   * الخلف التشغيلي للساتل CryoSat-2 المطلوب كجزء من التطور في مهمة كوبرنيكوس (بعثة التضاريس الجليدية والثلجية CRISTAL) لارتفاع سطح الجليد عند > 82 درجة في المطل؛ * الحساب الموحد لعجلة جرف الجليد/ تدفق الجبال الجليدية * ضرورة التتبع المستمر لهجرة الخطوط الأرضية؛ * وأهم مصدر متبق لعدم اليقين في ارتفاع مستوى سطح البحر هو شبه جزيرة المنطقة القطبية الجنوبية؛   **تطبيقات المحيطات:** | الاحتجاب الراديوي للنظام GNSS (الكوكبة الأساسية)،  التصوير بالرادار SAR ومقياس الارتفاع (ليزر) والرادار  المهام العاكسة للنظام GNSS (GNSS-R)، والموجات الصغرية السلبية، وال SAR  رصدات الغلاف الجليدي – سطحية القاعدة |  | الحاجة إلى تغطية في المنطقة القطبية الجنوبية (INSAR) الناظرة إلى اليسار في وسط المنطقة القطبية الجنوبية - من المقرر أن تلبيها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA)/ الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ISRO) NISAR (رادار ذو النطاق L) في المستقبل؛  الفجوة في استمرارية المواعيد الزمنية لموازنات كتلة الصفائح الجليدية المغطاة بالغطاء الجليدي – يواصلها حاليا نظام GRACE-FO  الحاجة إلى التجديد المنتظم ل DeMs الصفحة الجليدية في المناطق الدينامية (الفاصل الزمني يحدد فيما بعد) |
| جبال الجليد (مثلا الموقع، الحجم، التركيز، المسودة) | **التنبؤ الآني والتنبؤ VSRF:**  **التنبؤ بالمحيطات:**   * وستسمح زيادة المرور العابر في المناطق القطبية، بما في ذلك السفن السياحية، وسفن محطات الأرصاد الجويةالأوة المستقلة (AWS) بإجراء رصدات للجليد في الوقت المناسب (مثلا، المنطقتين القطبيتين، والمحيط الجنوبي). | الرصدات قرب السطح فوق المحيطات: رصدات السفن  قياس الارتفاع الساتلي (CryoSat2)، التصوير (MODIS) | صور ENVISAT ASAR  والرقعة الكبيرة الإضافية من الرادار ذو الفتحة التركيبية؛ المرصد العريض للتداخل (IWS) | بيانات عالية الاستبانة وعالية الدقة من سفن البحوث توزع في الوقت الحقيقي.  قياسات للأشعة تحت الحمراء أكثر منهجية من السفن من أجل التحقق من السواتل. |
| جليد البحيرات والنهر | **التنبؤ العددي بالطقس العالي الاستبانة:**  **الهيدرولوجيا:** | رصدات الهيدرولوجيا والغلاف الجليدي  الرصدات الطوعية لتواريخ تجمد الجليد في البحيرات/ الأنهار – |  | القياس الآلي لتساقط الثلوج/ عمق الثلج.  وتوسيع نطاق القياسات الأوتوماتية لرطوبة التربة/ درجة الحرارة؛  الرصدات الطوعية لتواريخ تجمد الجليد في البحيرات/ الأنهار – المنشورة دوليا والمحفوظة. |
| استخدام المياه | **الهيدرولوجيا:**   * ولا تتوافر في الوقت الحاضر سوى معلومات محدودة عن هذا المتغير غير المتجانس إلى حد كبير في الجودة والتوافر (إداري ومكاني وزمني). وفي حين أن المعلومات القطاعية (ومعظمها تقديرات) متاحة على أساس الحكومة الوطنية والمحلية، فإن المعلومات الموحدة العالمية عن استخدام المياه لا تتوافر، كما أن معظم المعلومات القائمة مستخرجة أو مستمدة من عدد قليل نسبيا من مصادر البيانات التي يمكن الوصول إليها. * وينبغي أن تتيح البلدان المعلومات عن استخدام المياه على الصعيد الدولي. | نظام AQUASTAT |  |  |  |
| قياسات التدفق الكهرمغنطيسي: تدفق الأشعة الشمسية EUV، وتدفق الأشعة السينية، والانبعاثات الراديوية؛ | **الطقس الفضائي:**   * وتستخدم قياسات التدفق عند 2800 ميغاهرتز (10.7 سم) لرصد التقلبية الشمسية الطويلة الأجل وتغذية النماذج العددية للبيئة الفضائية والغلاف الجوي. وهي لا توفر حاليا إلا عن طريق التلسكوب الراديوي Penticton. وينبغي ضمان استمرارية واتساق سلسلة البيانات هذه على المدى الطويل. * وتتطلب هذه القياسات التي يتم الحصول عليها من خلال البنية التحتية الأرضية مساهمات المراصد في جميع أنحاء العالم من أجل تحقيق تغطية 24 ساعة. وتوجد شبكات تجمع هذه البيانات من جميع أنحاء العالم ولكنها لا تضمن في الوقت الحالي توافر البيانات التي تستوفي المعايير المذكورة أعلاه. تغطي شبكة التلسكوب الشمسي الراديوي (RSTN) التي تشغلها القوات الجوية الأمريكية العالم في الوقت الحقيقي ولكن ليس كل الأطياف في الوقت الحقيقي متاحة للجمهور. والبيانات المستمدة من شبكة eCallisto متاحة للجمهور ولكن قلة من المحطات تساهم في الوقت الحقيقي. * وينبغي تقييم توفير تدفق الVV الشمسي، وتدفق الأشعة السينية، وبيانات الانبعاثات الراديوية باعتبارها هامشية إلى مقبولة. * ينبغي أن تعد النظم الأرضية القاعدة الرئيسية المصممة للعلوم نمطا في الوقت الحقيقي لتطبيقات الطقس الفضائي وأن تنسق على مستوى عالمي لضمان استمرارية الرصدات والمعايرة البينية الجيدة. | السواتل التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)/ الساتل GOES، والمرصد الشمسي الدينامي (SDO)، وPROBA2/LYRA، والمنظار الراديوي Penticton، وRSTN، وeCallisto، وطيف الأشعة السينية في المدار الثابت بالنسبة للأرض؛ |  |  |  |
| الصور الشمسية: الأشعة السينية، الأشعة الأوتوماتية (EUV)، H-Alpha، الكالسيوم-K، الضوء الأبيض، المجال المغناطيسي | **الطقس الفضائي:**   * والكثير من رصدات الشمس الأرضية القاعدة تحظى بدعم شبه تشغيلي، مع مستوى ما من الاستمرارية الطويلة الأجل، وإن كانت تفتقر إلى خدمات الوقت الحقيقي، في حين أن الرصدات الفضائية القاعدة، من قبيل مرصد SOlar والهليوسفير (SOHO) (الأكثر استخداما في خدمات الطقس الفضائي التشغيلية)، SDO، والرصدات الفضائية القاعدة من قبيل مرصد SOlar والهيلوسفير (SOHO) (الأكثر استخداما في خدمات الطقس الفضائي التشغيلية)، والرصدات SDO، والرصدات الفضائية القاعدة PROBA-2، هي مهام بحثية. وهي لا تصمم عموما للوفاء بمتطلبات حسن التوقيت التشغيلي، وأهمها أنه ليس من الواضح ما إذا كان سيتم استبدال قدراتها وكيفية ذلك. * توفير الصور الشمسية: الأشعة السينية، والأشعة الأوتوماتية الحرارية، وH-Alpha، والكالسيوم- كل، والضوء الأبيض، وبيانات المجال المغناطيسي باعتبارها بيانات هامشية. * ينبغي أن تعد النظم الأرضية القاعدة الرئيسية المصممة للعلوم نمطا في الوقت الحقيقي لتطبيقات الطقس الفضائي وأن تنسق على مستوى عالمي لضمان استمرارية الرصدات والمعايرة البينية الجيدة. | GONG, قريبا, SOHO, SDO, المرصد للعلاقات الشمسية الأرضية (STEREO), PRoject عن الحكم الذاتي على متن الطائرة-2 (PROBA-2), وآخرون, أطياف الأشعة السينية في GEO |  |  |  |
| صور الإكليل الشمسي | **الطقس الفضائي:**   * وينبغي تقدير تقديم صور الإكليل الشمسي على أنها سيئة. * ومن الشواغل الخاصة في هذا المجال ضمان استمرارية بيانات الإكليل من أجل تقدير بارامترات بدء نمذجة التنبؤ بالطقس الفضائي (CME)، التي لها تأثير عميق على قدرات التنبؤ بالطقس الفضائي. * ينبغي أن تعد النظم الأرضية القاعدة الرئيسية المصممة للعلوم نمطا في الوقت الحقيقي لتطبيقات الطقس الفضائي وأن تنسق على مستوى عالمي لضمان استمرارية الرصدات والمعايرة البينية الجيدة. | زاوية كبيرة وأداة رصد الأحوال الجوية الطيفية (LASCO) على متن الساتل SOlar Heliosphere Orbiter، وأداة دراسة اتصال الشمس الإكليلي والهليوسفير (SECCHI) على متن الساتل STEREO، والإكليل الشمسي، والمطياف الراديوي عند L1؛ |  |  |  |
| سرعة الرياح الشمسية الإجمالية، وكثافة الرياح ودرجة حرارتها | **الطقس الفضائي:**   * وللأسف، تظهر بارامترات الرياح الشمسية الإجمالية التي يوفرها هذان الساتلان اختلافات كبيرة في بعض الأحيان بسبب الاختلافات في الأجهزة. ومعلمات الرياح الشمسية الإجمالية (باستثناء صندوق النقد الدولي) متاحة أيضا (ليس في الوقت الحقيقي) من SOHO (الموجودة في النقطة L1)، ومن بعثات بحوث الرياح. ويمكن تقدير الوضع الحالي بتوفير البيانات بشأن بارامترات الريح الشمسية الإجمالية وصندوق النقد الدولي على أنها حالة هامشية. | ACE (مستكشف التكوين المتقدم)، وDSCOVR (مرصد مناخ الفضاء السحيق، NOAA)، والرياح الشمسية، والبلازما الموقعية، والجسيمات النشطة والمجال المغنطيسي في L1 |  |  |  |
| تدفق جزيئات الطاقة الشمسية | **الطقس الفضائي:**   * وللأسف، فإن DSCOVR، لا يمتلك أجهزة للجسيمات النشطة. * لا تتوافر حاليا قياسات الإلكترونات العالية الطاقة عند المستوى L1 بشكل روتيني. * ومن ثم، ينبغي تعريف التوافر الحالي للبيانات المتعلقة بالجسيمات الشمسية النشطة من قياسات الرياح الشمسية بأنه بيانات ضعيفة. | السواتل ACE، وSOSHO (الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء ESA)، والرياح (NASA)، وإيقاف L1 تقاس الجسيمات النشطة عن طريق أحد سواتل STEREO، والرياح الشمسية، والبلازما الموقعية، والجسيمات النشطة، والمجال المغنطيسي عند L1 |  |  |  |
| صور للهليوسفير | **الطقس الفضائي:**   * وقد توقف أحد السواتل مؤخرا عن توفير الرصدات. وينبغي تقدير تقديم البيانات على أنه ضعيف. | التصوير التجسيمي والإكليل الشمسي والهليوسفيري، سواء على خط الأرض- الشمس أو خارجه (عند L5 مثلا) |  |  |  |
| التدفق الاتجاهي التفاضلي الإلكتروني (GEO، و MEO، و LEO) | **الطقس الفضائي:**   * وتغطية الإلكترونات منخفضة الطاقة (< 100 كيلو إلكترون فهرنهاتش) ضعيفة، وكذلك توافر البيانات. زيادة عدد المواقع في المدار الثابت بالنسبة للأرض والمدار المنخفض بالنسبة للأرض حيث تقاس هذه الإلكترونات ويلزم إتاحة البيانات في الوقت الحقيقي. ومن اللازم أيضا زيادة توفر قياسات الإلكترونات عالية الطاقة في كل من المدار الثابت بالنسبة للأرض والمدار المنخفض بالنسبة للأرض، وكذلك زيادة توافر الإلكترونات عالية الطاقة في المدار المنخفض بالنسبة للأرض. ومن شأن القياسات الإلكترونية الإضافية في مدارات الهيو أن تحسن القدرة على تحديد مستويات التدفق الإلكتروني في جميع أنحاء الغلاف المغنطيسي. هامشيه. |  |  |  |  |
| التدفق النيوتروني للأشعة الكونية (سطحي القاعدة) | **الطقس الفضائي:**   * ولا يوفر في الوقت الحقيقي سوى عدد محدود من المواقع بيانات عالية الجودة. وتحسين جودة البيانات في الوقت الحقيقي وإدراج هذه البيانات في النماذج العالمية يمكن أن يساهما في تحسين تقديرات مستويات الإشعاع على متن الطائرات. هامشيه. | أجهزة رصد النيوترونات الأرضية القاعدة، وأجهزة الكشف عن الميونات، |  |  |  |
| معدل جرعة الإشعاع (على متن الطائرات) | **الطقس الفضائي:**   * لا تتوفر قياسات معدل جرعة الإشعاع بشكل روتيني على متن الطائرات. وينبغي وضع خط أساس لهذه القياسات التي يمكن استخدامها لتطوير قدرات أولية للخدمات (بما في ذلك التحقق من النماذج) وبعد ذلك لتنقيح متطلبات القياس. الفقراء. |  |  |  |  |
| المحتوى الإلكتروني الكلي (TEC) | **الطقس الفضائي:**   * والحالة أسوأ مع توافر البيانات فوق المحيطات، التي تعد رصدات النظام العالمي للسواتل لأغراض الرصد (GNSS) الفضائية القاعدة وسيلة ممكنة لسد الفجوات. وتوفر الخدمة الدولية للنظام العالمي للرصد (IGS) بيانات النظام العالمي للرصد (GNSS) الأرضية من شبكة من المواقع الموزعة عالميا، بما في ذلك النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) والنظام العالمي للأقمار الصناعية العالمية (GLONASS)، ويمكن في المستقبل توسيع نطاقها لتشمل BeiDou (كان اسمها سابقا COMPASS) و GALILEO و GNSSs أخرى. وبشكل عام، يكون توفير البيانات في أجهزة استقبال النظام العالمي للرصد الأرضية مقبولا في بعض المناطق (مثلا في الولايات المتحدة، واليابان، وأوروبا) ولكنه يكون ضعيفا على الصعيد العالمي (المشاكل لا سيما في التوقيت المناسب). * ستتحسن الاستبانة الأفقية والتغطية لرصدات GNSS-RO بإطلاق كوكبة COSMIC-II GNSS-RO (2017-2020)، فيما يقدر كمونها بحوالي 45 دقيقة. وهذا في حدود العتبة ولكنه لا يزال ضعيفا مقارنة بالهدف. ومن ثم، فإن تقدير الرصدات التي يوفرها النظام العالمي للرصد والالمراقبة العالمية للأحوال المناخية (GNSS-RO) ضعيف (المشاكل لا سيما في حسن التوقيت). | الاحتجاب الراديوي (الكوكبة الأساسية) والاحتجاب الراديوي للنظام GNSS؛ كوكبة إضافية لتعزيز عمليات سبر الغلاف الجوي/ الآيونوسفير (بما في ذلك قياس الاستقطاب)، بما في ذلك الاحتجاب الراديوي للمدار المنخفض بالنسبة للأرض بالنسبة للترددات الإضافية المحسنة لسبر الغلاف الجوي، |  |  |  |
| الوميض (S4 وϬφ) | **الطقس الفضائي:**   * وفيما يتعلق بقياسات الومضات، هناك حاجة إلى زيادة عدد أجهزة استقبال التلألاء الأرضية القاعدة التابعة للنظام العالمي للسواتل لأغراض الرصد (GNSS)، لا سيما في المناطق القطبية والاستوائية التي تحدث فيها الظواهر في معظم الأحيان، من أجل تحقيق تغطية أكثر تجانسا وتلبية للمتطلبات. وينبغي البحث عن حلول مبتكرة لتغطية مناطق المحيطات لدعم الأنشطة البعيدة عن الشاطئ. وينبغي حتى الآن تعريف توفير البيانات على أنه "ضعيف". |  |  |  |  |
| الاعداء | **الطقس الفضائي:**   * ويمكن اعتبار توفير البيانات لمراقبة الخصائص المذكورة أعلاه في منطقتي واو وهاء في الآينوسفير مقبولا في بعض المناطق (مثلا في وسط أوروبا) ولكن يكون ضعيفا على الصعيد العالمي (مشاكل في حسن التوقيت). |  |  |  |  |
| امتصاص المنطقة D | **الطقس الفضائي:**   * وبوجه عام، فإن توافر رصدات الامتصاص في المنطقة D يكون ضعيفا. ومن شأن توافر بيانات إضافية وحسن توقيتها، لا سيما من مقياس شدة الريح العلمي، أن يحسنا مواصفات الآينوسفير في الظروف المتطرفة. |  |  |  |  |
| درجة الحرارة (الفضاء) | **الطقس الفضائي:**   * تقييم الثغرات: درجة الحرارة في الطبقة السفلى من الغلاف الحراري: هامشية - تتوافر بيانات نظام OSIRIS، ولكنها لا تغطي النطاق الرأسي الكامل ولا يكون توقيتها ضعيفا. * تقييم الثغرات: درجة حرارة الغلاف الحراري العلوي: ضعيفة – لا تتوافر سوى قلة قليلة من رصدات المؤشر FPI. سوء التوقيت. | أداة ساتلية تابعة لنظام OSIRIS، مبادرة الواجهة FPI |  |  |  |
| كثافة الغلاف الجوي | **الطقس الفضائي:**   * تقييم الثغرات: كثافة الغلاف الحراري السفلي - أقل من هامشية/ هامشية - قد يلبي كل من SSUSI وSSULI المتطلبات، ولكن لا تتوافر معلومات عن الدقة ودورة الرصد والتوقيت. * تقييم الثغرات: كثافة الغلاف الحراري العلوي - الحدية - المستنقعات يستوفي معظم المتطلبات، بصرف النظر عن دقة التوقيت الاستبانة الرأسية. ويمكن معالجة هذه المهمة من خلال إدخال مهام جديدة مثل DANDE و GRACE متابعة SSUSI وSSULI قد تلبي المتطلبات، ولكن لا تتوافر معلومات عن الدقة ودورة الرصد وحسن التوقيت. |  |  |  |  |
| الرياح الأفقية | **الطقس الفضائي:**   * تقييم الثغرات: رياح الطبقة السفلى من الغلاف الحراري - سيئة - لا توجد رصدات حالية. في انتظار مهمة الأيقونة في عام 2017. * تقييم الثغرات: رياح الطبقة العليا من الغلاف الحراري - سيئة - عدد قليل فقط من رصدات المؤشر FPI الضالة. سوء التوقيت. وتتوافر في رياح مقياس التسارع أخطاء كبيرة للغاية لاتكون مفيدة. |  |  |  |  |
| الرصدات الأرضية القاعدة للمجال المغنطيسي الأرضي | **الطقس الفضائي:**   * لا تتحقق متطلبات التوزيع المكاني (100 كم) في عدة مناطق استنادا إلى عدم الانتظام الحالي في مواقع الرصدات المغنطيسية الأرضية لشبكة INTERMAGNET في جميع أنحاء العالم. وهي الأكثر كثافة في أوروبا وأقلها كثافة في أفريقيا وأمريكا الجنوبية والجزء الآسيوي من روسيا. ولا تستوفي الشبكات التعاونية الأخرى مقاييس المغنطيسية الأرضية المتطلبات المتعلقة ببارامترات أكثر من بارامترات الشبكة (INTERMAGNET). * وتلبي بيانات الشبكة (INTERMAGNET) المتطلبات الهدفية لدورة الرصد (ثانية) وعدم اليقين (0.1 نات). وفي الوقت نفسه، يكون بث بيانات الشبكة المشتركة بين المغناطيسية (INTERMAGNET) في غضون 72 ساعة من الحصول على البيانات، ومن ثم لم يتم استيفاء عتبة التوقيت البالغة 60 دقيقة. * وبصفة عامة، ينبغي اعتبار توافر البيانات، ومعدل أخذ العينات، وجودة البيانات المغنطيسية الأرضية القاعدة هامشية (في بعض الأماكن) للجيدة، في حين أن التوقيت لا يزال ضعيفا. |  |  |  |  |
| الرصدات الفضائية القاعدة (المدار المنخفض بالنسبة للأرض والمدار الثابت بالنسبة للأرض) للمجال المغنطيسي الأرضي | **الطقس الفضائي:**   * ويمكن اعتبار أن متطلبات رصد المجال المغنطيسي الأرضي في المدارات ذات المدارات الثابتة بالنسبة للأرض والمدار المنخفض بالنسبة للأرض مستوفية عند مستوى هامشي مع عدم تلبية هدف الاستبانة الأفقية بشأن المدار الثابت بالنسبة للأرض والمدار المنخفض بالنسبة للأرض وكذلك في الوقت المناسب للمدار المنخفض بالنسبة للأرض. ولكن، كما أشير، فإن هذه المواقع لا تمثل الحالة العامة للغلاف المغنطيسي الدينامي، لا سيما عند خطوط العرض المرتفعة من الغلاف المغنطيسي (التي يمكن ملؤها في المستقبل من خلال مهمة مائلة عالية الاختزال HEO). ومن ثم، فإن التغطية المكانية الإجمالية الاستبانة الزمنية لبيانات المجال المغنطيسي للمجال المغنطيسي على نطاق عالمي تحتاج إلى التحسين وينبغي تصنيفها في حالتها الراهنة على أنها سيئة. |  |  |  |  |

**مراجع:**

Aberle, J., Rennie, C., Admiraal, D. and Muste, M. (2017). الهيدروليكيات التجريبية: أدوات وتقنيات القياس، صحافة الصليب الأحمر، تايلور و فرانسيس، لندن، المملكة المتحدة، ISBN: 978-1-138-03815-8؛ 410 ع.

Battaglia A, Pavlos Kollias Ranvir Dhillon Richard Roy Simone Tanelli Katia Lamer Mircea Grecu Matthew Lebsock Daniel Watters Kamil Mroz Gerald Heymsfield Lihua Li Kinji Furukawa: رادارات السحب والهطول المحمولة في الفضاء: الحالة والتحديات والطرق المستقبلية، 2020، استعراض فيزياء الأرض. <https://doi.org/10.1029/2019RG000686>

بارلو, J. F., Dunbar, T. M., Nemitz, E. G. Wood, C. R., Gallagher, M. W. , Davies, F., O'Connor, E., Harrison, R. M.: ديناميات الطبقة الحدية فوق لندن، المملكة المتحدة، كما رصد باستخدام ليدار Doppler أثناء REPARTEE-II, Atmos. Chem. Phys., 11, 2111-2125, <https://doi.org/10.5194/acp-11-2111-2011>, 2011.

برينوت، ه.، نيميغير، جي، ديلوببي، L., Clerbaux, N., De Meutter, P., Deckmyn, A., Delcloo, A., Frappez, L., Van Roozendael, M. (2013) العلامات الأولية لاستهلال الحمل الحراري العميق من قبل GNSS, Atmos. Chem. Phys., 13, 5425-5449, <https://doi.org/10.5194/acp-13-5425-2013>

Delanoë, J., Protat, A., Vinson, J., Brett, W., Caudoux, C., Bertrand, F., Parent du Chatelet, J., Hallali, R., Barthes, L., Haeffelin, M., دوبونت, J. (2016). BASTA: رادار Doppler FMCW لدراسات السحب والضباب، *مجلة تكنولوجيا الغلاف الجوي والمحيطات*، *33*(5)، 1038-1023، من <https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/33/5/jtech-d-15-0104_1.xml>

كاواباتا ت. ويوشينوري شوجي (30 أيار/ مايو 2018). تطبيقات بيانات تأخير المسار المائل للنظام العالمي لل الملاحة (GNSS) بشأن الأرصاد الجوية على نطاقات العواصف، والتشغيل المتعدد الوظائف وتطبيقات النظام العالمي لتحديد المواقع ( GPS)، وS6am B. Rustamov وعارف م. هاشموف، IntechOpen، DOI: 10.5772/intechopen.75101. يمكن الحصول عليه من: <https://www.intechopen.com/books/multifunctional-operation-and-application-of-gps/applications-of-gnss-slant-path-delay-data-on-meteorology-at-storm-scales>

Küchler, N., S. Kneifel, U. Löhnert, P. Kollias, H. Czekala, T. Rose, 2017: نظام راداري - راديوي ذي نطاق W لرصد السحب والهطول مراقبة دقيقة ومستمرة، *وJ. Atmos. Oceanic Tech.* ، [https://doi.org/10.1175/JTECH-D-17-0019.1](https://ofcsg2dvf1.dwd.de/fmlurlsvc/?fewReq=:B:JV07MDQwOyd3PDMvMSdoZTwxMDsxMCdyaGZvYHV0c2Q8NjM1MzNlMjkwMjFgNTQzNWQ5NjljNDgyNjZlMDdlMWdiNDc3YDYyYCd1PDA3MjQ5NTEwMzIncGhlPDBAMzkzMlBoMTExNDg4LDBAMzkzMlBrMTExNDg4J3NicXU8V25tamRzL01kaWxgb29BZXZlL2VkJ2I8NDMnaWVtPDE=&url=https%3a%2f%2fdoi.org%2f10.1175%2fJTECH-D-17-0019.1)

Lange, D., A. Behrendt, V. Wulfmeyer, 2019: ضغط بخار الماء التروبوسفيري التطبيقي ودرجات الحرارة Raman Lidar باستبانة الاضطراب. حروف البحوث الجيوفيزيائية 46، 14844-14853. DOI: 10.1029/2019GL085774, 2019

Leuenberger D، وA Haefele، وN Omanovic، وMn Fengler، وG Martucci، وB Calpini، وO Fuhrer، وA Rossa "تحسين التنبؤ العددي بالطقس شديد التأثير مع رصدات ليدار وطائرة بلا طيار". النشر على الإنترنت: 17 جول 2020 مطبوعا: 01 جول 2020؛ DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0119.1> الصفحة (الصفحات): E1036-E1051

Li Z، "أثر رياح الاستيعاب بالأسلوب S EHS في مكتب الأرصاد الجوية" لنشره في Met App 2021

Mariani, Z., Stanton, N., Whiteway, J., Lehtinen R. "حملة المقارنة بين بخار المياه تورنتو ليدار"، رسالة الاستشعار عن بعد، 2020

Newsom, R. K., D. D. Turner, R. Lehtinen, C. Münkel, J. Kallio, R. Roininen, 2020: "Evaluation of a Compact Broadband absorption Lidar for Routine Water Vapor profiling in the atmospheric boundary layer". J. Atmos. Oceanic Technol., 37, 47-65, DOI: <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-18-0102.1>

Radenz, M., Bühl, J., Lehmann, V., Görsdorf, U. و Leinweber, R.: الجمع بين رادارات السحب وراسمات الرياح الرادارية من أجل تقدير القيمة المضافة لحركة الهواء الرأسية وسرعة الجسيمات في محطة السحب، Atmos. Meas. Tech., 11, 5925-5940, <https://doi.org/10.5194/amt-11-5925-2018>, 2018.

Roininen, R., وC. Münkel, 2017: نتائج من رسم المقاطع الرأسية المستمرة للطبقة المتاخمة للغلاف الجوي باستخدام أداة مدمجة للاتصالات الراديوية المحلية (DIAL). النقط الثامنة على تطبيقات ليدار للغلاف الجوي، بيني، ووا، عامر. Soc., 12.3, <https://ams.confex.com/ams/97Annual/webprogram/Paper301717.html>.

روي، ر. ج.، ليبوك، م.، ميليان، L.، كوبر، K. B. (2020). اعتماد رادار سحب الامتصاص التفاضلي في النطاق G لاستشعار الرطوبة عن بعد، *مجلة تكنولوجيا الغلاف الجوي والمحيطات*، *37*(6)، 1102-1085، من <https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/37/6/jtechD190122.xml>

Schnitt, S., U. Löhnert, R. Preusker, 2020: إمكانات الرادار الثنائي التردد وتآزر الأشعة الدقيقة لنمذجة بخار الماء في بيئة الرياح التجارية الغائمة، مجلة تكنولوجيا المحيطات والغلاف الجوي، 37(11)، 1986-1973، <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-19-0110.1>

Spuler, S. M., Hayman, M., Stillwell, R. A., Carnes, J., Bernatsky, T., Repasky, K. S. S. [طبعة مسبقة]، <https://doi.org/10.5194/amt-2021-41>، قيد الاستعراض، 2021

Stillwell, R. Scott M. Spuler, Matthew Hayman, Kevin S. Repasky, و Catharine E. Bunn, "إيضاح الامتصاص التفاضلي المشترك والاستبانة الطيفية العالية ليدار لتحديد جانبيات درجة حرارة الغلاف الجوي," Opt. Express 28, 71-93 (2020). <https://doi.org/10.1364/OE.379804>.

تركو، ماكسيم وغوست، مريلي وبوفييه، كريستوف وشاهينيان، أند والكوبا، ماتياس وكاكو، متواضع ويابي، أبولاين. (2020). قياس سقوط الأمطار من شبكة الاتصالات المتنقلة والفائدة المحتملة للهيدرولوجيا الحضرية في أفريقيا: إطار محاكاة لتحليل انتشار عدم اليقين. وقائع الرابطة الدولية للعلوم الهيدرولوجية. 383. 237-240. 10.5194/piahs-383-237-2020.

Yeung, W.L., Chan, P.W., Lehtinen, R., Roininen, R., Münkel, C. and Chiu, Y.Y. (2020)، رصد الطقس دون المداري عن طريق نموذج أولي لبيدار بخار الماء في مرصد هونغ كونغ. الطقس، 75: 244-251. <https://doi.org/10.1002/wea.3663>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**المرفق 3**

**الإجراءات الرئيسية لخطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد (EGOS-IP) التي يجب أن يضطلع بها الأعضاء**

مرفق القرار 40 (Cg-18)

يشجع الأعضاء على التركيز على الإجراءات الرئيسية في خطة تنفيذ النظام العالمي للرصد (EGOS-IP) (انظر وثيقة خطة تنفيذ تنفيذ النظام العالمي للرصد (EGOS-IP) بلغات المنظمة (WMO):  [إجراءات EN](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ETeDnDonmulOiJu9zkzieu4Bp7thwbeKXXfCq1G8nxjjQA?e=KokUlQ)، [وES](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZWZcp0fuphPqjejJkPOBxYBFN6n9aBU7gVl5z2RnhhQ-A?e=zQnoR6)، و [FR](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EVRItRhG7OVCibWplVTp8U4BoxwVpJ02saZ9szskDLAueA?e=vrcmdh)، و [RU](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ERL2_7-DqEBMmfcUhLGtdBsB8u0za8LwyXpWZ140Lb_R-Q?e=yaCr0E)، [وZH](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EaZir2WZg25DlK61b8knNkMBEz-AjoQQziP17creMJp2yA?e=TNWVI3)) الواردة في الجدول أدناه، وتقديم تعليقات بشأن كيفية تنفيذها على المستوى الوطني. ومع ذلك، فإن الإجراءات المتبقية هامة أيضا وينبغي أن تعالجها الجهات الفاعلة المحددة في تنفيذ تنفيذ النظام (EGOS-IP).

| **رقم الإجراء** | **العمل** | **مؤشر الأداء** |
| --- | --- | --- |
| جيم - 3 | معايير نظام معلومات المنظمة - كفالة التزام جميع المشغلين المنتجين للرصدات بمعايير نظام معلومات المنظمة. | مدى تطبيق معايير نظام معلومات المنظمة. |
| جيم - 4 | مشاورة المستخدمين - يلزم الإعداد بعناية قبل إدخال نظم رصد جديدة (أو تغيير النظم القائمة). ويلزم تقييم التأثير من خلال مشاورات مسبقة ومستمرة مع مستخدمي البيانات وأوساط المستخدمين بشكل عام. كما يلزم تزويد مستخدمي البيانات بتوجيهات بشأن البنية الأساسية لاستقبال البيانات/ الحصول عليها ومعالجتها وتحليلها، وتوفير البيانات غير المباشرة، وتوفير برامج التعليم والتدريب. | مدى تأثر شواغل دوائر المستخدمين. |
| جيم - 7 | إجراءات "إدارة التغيير" - كفالة الاستمرارية الزمنية والتداخل للمكونات الرئيسية لنظام الرصد وسجلات بياناتها، وفقا لمتطلبات المستخدمين، من خلال إجراءات ملائمة لإدارة التغيير. | استمرارية واتساق سجلات البيانات. |
| جيم - 8 | مبادئ تبادل البيانات - بالنسبة لنظم الرصد التابعة للمنظمة (WMO) ونظم الرصد التي تشارك المنظمة في رعايتها، كفالة مواصلة الالتزام بمبادئ المنظمة (WMO) لتقاسم البيانات، بغض النظر عن مصدر البيانات، بما في ذلك البيانات المقدمة من كيانات تجارية. | التوافر المستمر لجميع بيانات الرصد الأساسية لجميع أعضاء المنظمة (WMO). |
| C12 | الترددات الراديوية - كفالة المراقبة المستمرة للترددات الراديوية اللازمة للمكونات المختلفة للنظام WIGOS من أجل التأكد من توافرها وتوافر مستوى الحماية اللازم لها. تقديم أي معلومات جديدة بشأن التطبيقات أو المعدات الجديدة باستخدام الترددات الراديوية. | نطاقات تردد الرصد متاحة/ غير متاحة بمستوى الحماية المطلوب. |
| G2 | تبادل البيانات كل ساعة - كفالة التبادل العالمي، قدر الإمكان، للبيانات التي تستخدم كل ساعة في التطبيقات العالمية، والمستخدمة على النحو الأمثل لموازنة متطلبات المستخدمين في مواجهة القيود الفنية والمالية. | مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على نطاق العالم. |
| G4 | معايير النظام WIGOS - كفالة تبادل الرصدات من نظام رصد الغلاف الجوي والمحيطات والأرض، وفقا لمعايير النظام WIGOS. تنظيم مستويات مختلفة من الرصدات المعالجة مسبقا، إذا لزم الأمر، من أجل تلبية مختلف متطلبات المستخدمين. | إحصاءات عن البيانات التي تتاح لكل تطبيق. |
| G7 | المسابير الراديوية في المناطق التي تشح فيها البيانات - توسيع محطات المسابير الراديوية، أو إعادة تنشيط محطات المسابير الراديوية الصامتة، في المناطق التي تشح فيها البيانات في الأقاليم الأول والثاني والثالث التي تعاني أشد تغطية بالبيانات. وبذل جميع الجهود الممكنة لتجنب إغلاق المحطات القائمة في هذه المناطق التي تشح فيها البيانات، حيث يمكن حتى لعدد صغير جدا من محطات المسابير الراديوية أن يقدم منافع أساسية لجميع المستخدمين. | مؤشرات المراقبة المعيارية المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس. |
| G13 | توافر بيانات المسابير الراديوية - تحديد محطات المسابير الراديوية التي تجري قياسات منتظمة (بما في ذلك المسابير الراديوية التي تعمل أثناء الحملات فقط)، ولكن التي لا تنقل بياناتها في الوقت الحقيقي. اتخاذ إجراءات لإتاحة البيانات. | عدد محطات المسابير الراديوية المذكورة أعلاه التي توفر بيانات للنظام العالمي للاتصالات (GTS)، بالإضافة إلى مؤشرات المراقبة المعيارية بشأن توافر بيانات المسابير الراديوية وحسن توقيتها. |
| G14 | بيانات المسابير الراديوية العالية الاستبانة - كفالة التوزيع المناسب التوقيت لقياسات المسابير الراديوية ذات الاستبانة الرأسية العالية، إلى جانب المعلومات الموضعية والزمنية لكل معلومة، وما يرتبط بذلك من بيانات شرحية أخرى. | عدد مواقع المسابير الراديوية التي توفر جانبيات عالية الاستبانة. |
| G17 | المحطات الإقليمية لسبر المقاطع الرأسية بالاستشعار عن بعد - إقامة شبكات محطات رسم المقاطع الرأسية للاستشعار عن بعد على النطاق الإقليمي لاستكمال نظم الرصد بالمسابير الراديوية ونظم الرصد من الطائرات، وذلك أساسا على أساس احتياجات المستخدمين الإقليمية والوطنية والمحلية (وإن كان جزء من البيانات المقيسة سيستخدم عالميا). | عدد محطات رسم المقاطع الرأسية التي توفر بيانات مقيمة الجودة في الوقت الحقيقي إلى نظام معلومات المنظمة (WIS)/ النظام العالمي للاتصالات (GTS). |
| G18 | معالجة وتبادل بيانات راسمة المقاطع الرأسية - كفالة المعالجة المطلوبة لبيانات راسمة المقاطع الرأسية وتبادلها، إلى أقصى حد ممكن، من أجل الاستخدام المحلي والإقليمي والعالمي. عندما يمكن إنتاج بيانات راسمة المقاطع الرأسية على نحو أكثر تواترا من ساعة واحدة، يمكن تبادل مجموعة بيانات تحتوي على رصدات كل ساعة فقط على الصعيد العالمي وفقا لمبادئ نظام معلومات المنظمة (WIS). | عدد محطات رسم المقاطع الرأسية التي يتم تبادلها عالميا. |
| G40 | البيانات الشرحية ومدى تمثيلية المحطات الخاصة - كفالة تبادل الرصدات، والبيانات الشرحية ذات الصلة، إلى أقصى حد ممكن في الوقت الحقيقي، بما في ذلك قياس مدى تمثيلية المحطات السطحية القاعدة التي تخدم تطبيقات محددة (النقل البري، والطيران، والأرصاد الجوية الزراعية، والأرصاد الجوية الحضرية، وما إلى ذلك). | النسبة المئوية للرصدات من المحطات المذكورة آنفا، المتبادلة في الوقت الحقيقي، إقليميا وعالميا. |
| G45 | رادارات الاستقطاب الثنائي - زيادة نشر ومعايرة واستخدام رادارات الاستقطاب الثنائي في المناطق التي تكون مفيدة فيها. | التغطية بالبيانات التي يتم الحصول عليها من هذا النوع من الرادارات في كل منطقة. |
| G47 | رادارات الطقس للبلدان النامية الحد من مخاطر الكوارث – بالنسبة للمناطق في البلدان النامية الحساسة للعواصف والفيضانات، يجب بذل جهد خاص لإنشاء محطات رادارات الطقس وصيانتها. | عدد محطات رادارات الطقس العاملة في المناطق المذكورة أعلاه. |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**المرفق 4**

**عرض عام لمتطلبات الشبكة GBON (يجب/ ينبغي)**

(استنادا إلى أحكام الشبكة GBON في مرجع النظام WIGOS، مطبوع المنظمة رقم 1160، طبعة 2021)

|  | **تقوم بما يلي** | | | | | **ان** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **نوع الشبكة** | **المتغيرات** | **الاستبانة الأفقية** | **الاستبانة الزمنية** | **الاستبانة الرأسية** | **تبادل البيانات** | **الاستبانة الأفقية** | **المتغيرات[[20]](#footnote-21)** | **الاستبانة الزمنية** | **الاستبانة الرأسية** |
| **المحطات السطحية الأرضية** | * الضغط الجوي * درجة حرارة الهواء * الرطوبه * الرياح الأفقية * هطول الامطار * عمق الثلج (حيثما ينطبق ذلك) | 200 كم | الساعه | - | الوقت الحقيقي على الصعيد العالمي/ قرب الوقت الحقيقي | < 100 كم | * الضغط الجوي * درجة حرارة الهواء * الرطوبه * الرياح الأفقية * هطول الامطار * عمق الثلج * والرصدات المتاحة الأخرى؛ | < = كل ساعة؛ | - |
| **محطات الهواء العلوي**  **على اليابسة** | * درجه الحراره * الرطوبه * الرياح الأفقية | حتى 30 هكيلوباسكال أو أعلى من ذلك: 500 كم | 2x / يوم أو أكثر تواترا | 100 متر | الوقت الحقيقي على مستوى العالم/ قرب الوقت الحقيقي | حتى 30 هكتشباسكال: 200 كم أو أكثر  المجموعة الفرعية: تصل إلى 10 هكتباسكال أو أكثر: 1000 كم أو أكثر | * درجه الحراره * الرطوبه * الرياح الأفقية * والرصدات المتاحة الأخرى؛ | حتى 30 هيك تيراباسكال: 2/يوم أو أكثر تواترا  حتى 10 هكتاجباسكال أو أكثر: 1/d أو أكثر تواترا | 100 متر |
| **محطات الهواء العلوي**  **فوق المحيطات** | * درجه الحراره * الرطوبه * الرياح الأفقية | حتى 30 هكيلوباسكال أو أعلى من ذلك: 1000 كم | 2x / يوم أو أكثر تواترا | 100 متر |  |  |  |  |  |
| **المحطات السطحية البحرية** | * الضغط الجوي * درجة حرارة سطح البحر | 500 كم | الساعه |  | الوقت الحقيقي على مستوى العالم/ قرب الوقت الحقيقي |  |  |  |  |
| **رصد الأحوال الجوية على متن الطائرات**  **عمليات الصعود**  **والهبوط** |  |  |  |  | الوقت الحقيقي على مستوى العالم/ قرب الوقت الحقيقي |  | * درجه الحراره * [رطوبة] * الرياح الأفقية * والرصدات المتاحة الأخرى؛ | كل ساعة أو أكثر تواترا | 300 متر أو أكثر |
| **رصد الأحوال الجوية على متن الطائرات**  **مستوى الطيران** |  |  |  |  | الوقت الحقيقي على مستوى العالم/ قرب الوقت الحقيقي | < = 100 كم | * درجه الحراره * [رطوبة] * الرياح الأفقية * والرصدات المتاحة الأخرى؛ |  |  |
| **جهاز رسم المقاطع الرأسية للاستشعار عن بعد** |  |  |  |  | الوقت الحقيقي على مستوى العالم/ قرب الوقت الحقيقي |  | * [درجة الحرارة] * [رطوبة] * الرياح الأفقية * والرصدات المتاحة الأخرى؛ | الساعه | 100 متر أو أكثر |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**المرفق 5**

**الخدمات الحضرية المتكاملة للإرشادات الرفيعة المستوى بشأن النظام (WIGOS)**

**مقدمه**

بحلول عام 2050، سيكون 80 في المائة من سكان العالم في المراكز الحضرية (ICLEI، 2020). وإذا كان التوسع الحضري جيد التخطيط والإدارة جيدا، فإنه يمكن أن يكون أداة قوية للتنمية المستدامة لكل من البلدان النامية والبلدان المتقدمة النمو. تمثل أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (الهدف 11) وجدول الأعمال الحضري الجديد للأمم المتحدة رؤية مشتركة لمستقبل أفضل وقادرة على الصمود وأكثر استدامة وصحة للمدن (الأمم المتحدة، 2016؛ الأمم المتحدة 2019). استجابت المنظمة (WMO) بالترويج لمفهوم الخدمات الحضرية المتكاملة (القرار 68 للمؤتمر العالمي للأرصاد الجوية، القرار 68)؛ Cg-18، القرار 32 و61؛ الدورة الثامنة والستين للمجلس التنفيذي، المقرر 15؛ الدورة التاسعة والستين للمجلس التنفيذي، المقرر 41؛ الدورة السبعون للمجلس التنفيذي، المقرر 7، المرفق 1 و2؛ الخطة الاستراتيجية للمنظمة (WMO) للفترة 2023-2020).

والهدف من هذه الوثيقة هو توضيح المتطلبات والأولويات الرفيعة المستوى للمراقبة والرصد في الخدمات المتكاملة كجزء من الدليل الرفيع المستوى للنظام WIGOS لعام 2040 الذي ستنفذه المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) في السنوات الخامسة القادمة (2025-2021).

ونظرا إلى وجود أنشطة متزامنة في توفير التفاصيل والإرشادات بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة، فإن الخدمات الحضرية المتكاملة (فريق الدراسة المعني بالخدمات الحضرية المتكاملة (SG-URB)، عام 2021)، تستخدم وجهات النظر الموجزة هنا كل من الوثائق القائمة ومشروع الوثائق التي استعرضها الفريق SG-URB والخبراء الآخرون. وستتطور التوجيهات المقدمة من الخبراء في الخدمات الحضرية الدولية، وتحتاج إلى إضفاء الطابع الرسمي عليها، ولكن هناك اتفاقا عاما على الآراء والأولويات المعرب عنها في هذه الوثيقة.

الخدمات الحضرية المتكاملة ليست مجال تطبيق قائم في النظام WIGOS (AA) وإن كانت مرتبطة ارتباطا وثيقا بمجال التطبيقات الأضيق نطاقا "توفير معلومات تكوين الغلاف الجوي لدعم الخدمات في المناطق الحضرية والمأهولة بالسكان" التي تقتصر على التنبؤ بجودة الهواء. ونظرا للطبيعة والمسائل المميزة للرصدات الحضرية (مثل التنوع، والسطح المتغير، والارتفاع، والموقع الافتراضي (مواقع متعددة)، والاستبانة المكانية والزمنية العالية والتوقيت المناسب، وانخفاض الكمون، والشراكات المطلوبة، وجودة البيانات، والتمثيل، والتكامل، والمسائل الهامة المتعلقة بالبيانات الشرحية) واستخدامها المباشر من قبل المستخدمين وصانعي القرارات في قرارات الإنذار المبكر، قد تكون هناك حاجة للنظر في ألف جديد للنظام WIGOS لمراقبة الخدمات الحضرية المتكاملة. ونظرا لإدراجه في وثيقة الإرشادات الرفيعة المستوى للنظام WIGOS هذه، وأيضا استنادا إلى النقاش مع الفريق SG-URB، يعرض هنا تحليل الثغرات والأولويات بافتراض أن الرصدات الداعمة للخدمات الحضرية المتكاملة يمكن اعتبارها AA متميزة، وأن إضفاء الطابع الرسمي على الأهداف والأهداف والنطاق والمتطلبات سيتبعها طوال الوقت.

**مفهوم الخدمات الحضرية المتكاملة**

الحاجة إلى الخدمات الحضرية: كثافة السكان، وتنوع البيئة الحضرية (مثل كثافة المباني، وارتفاعات المباني، والسطح، والنفاذية، والانبعاثات البشرية المنشأ)، وتركيز البنى التحتية الاصطناعية الحيوية (مثلا، الكهرباء، والاتصالات، والطرق، والمجاري) تؤدي إلى حساسية محسنة للأخطار الناجمة عن الطقس والمناخ وجودة الهواء والهيدرولوجيا. وآثار الأخطار مترابطة وهناك تأثير متسلسلة غير خطية بعيدة المدى في أسفل المجرى (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2019؛ المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2021، ICLEI، C40). واحتياجات الخدمات الحضرية والبنية التحتية الجارية لا تدفعها احتياجات التأهب لمواجهة الأخطار على المدى القصير فحسب، بل أيضا احتياجات التخطيط والتكيف الطويلة الأجل.

التخطيط الحضري للمدن الصحية (نوعية الهواء، والإيكولوجيا، ونوعية الحياة، والمجاعة)، مع مراعاة تغير المناخ، متعدد الجوانب ويشمل اعتبارات إعادة تصميم المدن (المساحات الخضراء، والمساحات الزرقاء أو المائية)، والهياكل الحضرية (الأسطح الخضراء، ومواد البناء، ومصادر المياه اللازمة لعمليات تخزين الحرارة أو التبريد)، والإيكولوجيا/ التنوع البيولوجي (الحياة النباتية، والأنواع، والنباتات، والحيوانات) ونوعية الحياة (النقل الفعال، والهواء النظيف، والمياه النظيفة، وغازات الاحتباس الحراري).

فمساحات التكاثف كبيرة لدرجة أن الأخطار وما يرتبط بها من إنذارات/ آثار في موقع واحد قد لا تؤثر على مواقع أخرى وخدمات الطوارئ (نشر فرق الإنقاذ في الفيضانات في المناطق المنخفضة، وظروف الرياح القوية، والدخول إلى المستشفيات في حالات الطوارئ، والإعداد، وتوفير الموظفين المناسبين) فضلا عن الخدمات اليومية.

ضرورة التكامل: تتطلب هذه المسائل المتعددة الجوانب معلومات محددة ومتسقة ودقيقة عالية الاستبانة وتكامل خدمات للتخطيط الاستراتيجي الطويل الأجل العقدي وللاستجابة التكتيكية للطوارئ وللإنعاش. وثمة حاجة أيضا إلى التكامل على نطاق المجالات للاستفادة بأقصى قدر من الكفاءة من الموارد لدعم البنية التحتية للرصد. وتتطلب خدمات الطقس والمناخ والبيئة والماء بيانات مشتركة عن الأرصاد الجوية، وتبادل بيانات خاصة بالخدمات لتمكين القدرات الجديدة باستبانة مكانية عالية، بكفاءة ودون ازدواجية. وإمكانية التشغيل البيني (المعايير، وأنساق التبادل، والوصول إلى البيانات، والبيانات الشرحية) أمر أساسي وكذلك معرفة اختلافات المعالجة، وحسن التوقيت، والوصول إلى البيانات، وكمونها. وتتطلب الاستبانة المكانية عالية الكثافة، وخصوصية وتكلفة الرصدات الحضرية خبرة متخصصة لا يمكن تحقيقها إلا من خلال الشراكات والتكامل. التكامل أساسي وحاسم الأهمية للتنبؤ المستمر، ونمذجة نظام الأرض، وسلسلة القيمة، والبحوث السريعة إلى العمليات والعمليات إلى عناصر نقل تكنولوجيا الخدمات في الخطة الاستراتيجية والتشغيلية للمنظمة (WMO) للفترة 2023-2020 (Brunet et al., 2015؛ و(Grimmond et al., 2015; المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2021؛ وذهبت، 2021).

نطاق الخدمات الحضرية المتكاملة: صاغت المنظمة WMO مفهوم الخدمات الحضرية المتكاملة (WMO, 2019 (G1)؛ المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2020 (G2)؛ و Grimmond وآخرون، 2020؛ وRen and McGregor، 2021؛ SG-URB, 2021) ويشمل المجالات التالية:

1. الطقس - الإنذارات الخطرة (المحددة بدرجة أكبر)، وخدمات الطوارئ، والحرارة الزائدة؛
2. المناخ – قوانين البناء، والتصميم الحضري، وتغير المناخ (غازات الاحتباس الحراري، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، 2018)؛
3. المياه – إدارة المجاري، والفيضانات الحضرية (الساحلية، النهرية)؛
4. البيئة[[21]](#footnote-22) – تكوين الغلاف الجوي فضلا عن الصحة والإيكولوجيا (الحشرات والنباتات والحيوانات) وجودة المياه وغيرها؛

أساليب التكامل: تتضمن المنهجية التي وضعتها المنظمة (WMO) عدة أساليب مختلفة للتكامل:

1. التكامل على مستوى الخدمة؛
2. التكامل على مستوى المنتج/ مستوى ما بعد المعالجة؛
3. التكامل على مستوى النمذجة؛
4. التكامل على مستوى الرصد

ويمثل تكامل البنية التحتية للرصد الجانب الأكثر أهمية في الخدمات الحضرية المتكاملة فيما يتعلق بهذا البيان بالذات. رهنا بالخدمة والاستخدام المحددين، ستكون للرصدات الحضرية متطلبات مختلفة تتعلق بالمعالجة وتحديد المواقع والكثافة يتعين مراعاتها عند دمج مصادر مختلفة للرصدات ويجب إدراج هذه المتطلبات في البيانات الشرحية (مثلا، تحديد متوسط الوقت، والدقة والدقة، والتغطية؛ وحوسبة البيانات الحضرية، والبيانات الشرحية النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WMO)، 2021). وتتطلب الخدمات الحضرية المتكاملة تدفق المعلومات/ البيانات/ البيانات الشرحية أو إدماجها طوال سلسلة القيمة (Golding, 2021؛ والمطبوع (WMO HIW, 2021)) لاستخدام/ تفسير بواسطة نظم دعم القرار (مثل نظم التصوير البصري للبيانات والنواتج التي قد تشمل معالجة "البيانات الكبيرة" لتحليلات البيانات؛ وسيشمل أيضا خبراء في المجالات) وصانعي القرار (مثل رؤساء بلديات المدن). ومن ثم، يمكن إنشاء نواتج متكاملة تدعم هذه الخدمات باستخدام أجهزة استشعار فردية (مثل السلاسل الزمنية لفرادى مقاييس تقدير الهطول مسبارا)، أو شبكات مراقبة متنوعة من تكنولوجيات رصد متجانسة (مثلا، خرائط هطول الأمطار من مقاييس المطر، أو الرادار) أو غير متجانسة (مثل خرائط هطول الأمطار من المقاييس والرادارات والساتل). وقد تكون المعالجة متطورة جدا وقد تشمل استخدام نماذج الطقس العددية (مثل إعادة التحليل).

**التراث**

مبادرات المنظمة (WMO): وافق المؤتمر/ المجلس التنفيذي للمنظمة (WMO) على المفهوم وطلب وضع مواد إرشادية بشأن التعليم المتكامل.

1. يوافق المؤتمر على مفهوم وحدة الدعم الدولي (IUS) (القرار 68، CG 17، 2015؛ المقرر 15، EC 68، 2016؛ المقرر 41، المجلس التنفيذي 69، 2017)؛
2. الخطة الاستراتيجية والتشغيلية للمنظمة (WMO) للفترة 2023-2020؛
3. إرشادات بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة في مجال الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخ والبيئة، المجلد الأول: تمت الموافقة رسميا على المفاهيم والمنهجيات وقبولها (2019)؛
4. الإرشادات بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة في مجال الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخ والبيئة، المجلد الثاني: تمت الموافقة رسميا على المدن الإيضاحية وقبولها (2021)؛
5. يجري إعداد إرشادات بشأن الجزر الحرارية الحضرية (الإصدار 2022)؛
6. وتم تشكيل فريق دراسة معني بالخدمات الحضرية المتكاملة (SG-URB) (2020)؛
7. ويجري الفريق SG-URB إعداد ممارسات جيدة بشأن النمذجة عالية الاستبانة في إطار اللجنة (IUS)؛
8. الممارسة الجيدة للتقييم القائم على الرصد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المناطق الحضرية (WMO-IG3IS, 2021)

تتوافر مواد إرشادية قائمة للمنظمة (WMO):

1. إرشادات أولية بشأن الرصدات الحضرية (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2006)؛
2. مواد إرشادية بشأن مسائل الجودة والمياه والتنميم العددي بالطقس ووثائق لجنة أدوات وطرق الرصد (WMO, 2018)؛

الاخري

1. مجلس البحوث الوطني، الولايات المتحدة الأمريكية، 2012؛
2. ومؤسسة HIW (Golding، 2021)؛
3. كتاب المدن الصحية (Ren and McGregor, 2021)

دور/ ولاية المدن: الخدمات/ الإنذارات الحضرية هي عموما ولاية المدن التي نظمت نفسها (بدعم وطني وعالمي) لمعالجة قضايا الاستدامة الحضرية المحلية وتؤدي دورا هاما في تحديد المتطلبات والأولويات والإجراءات.

1. تشكلت اللجنة الدولية الحكومية لتوحيد المنظمات (ICLEI) – الحكومات المحلية من أجل الاستدامة، التي تشكلت في عام 1990، بدعم من الأمم المتحدة، كمنظمة غير حكومية لتقديم المساعدة الفنية للحكومات المحلية لدعم أهداف الاستدامة.
2. C40، التي تشكلت في عام 2005، عبارة عن مجموعة من 97 من المدن الضخمة ملتزمة باتخاذ إجراءات مناخية جريئة من أجل مستقبل صحي ومستدام.
3. العهد العالمي لرؤساء البلديات

دور المرافق الوطنية (NMHSs): كانت رسالة رئيسية من الإرشادات بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة هي أن المرافق الوطنية (NMHSs) في وضع جيد ومن المتوقع أن تقود تطوير الخدمات الحضرية المتكاملة (Rogers، 2013؛ C40, 2020) بسبب:

1. القدرة، لا سيما في النمذجة الحضرية عالية الاستبانة (من النطاق العالمي، إلى الإقليمي، والمحلي، وعلى النطاقات الدقيقة بما في ذلك نمذجة التشتت فيما يتعلق بمخاطر المواد الكيميائية أو البيولوجية أو الإشعاعية أو النووية والمتفجرات (CBRNE)؛
2. الاختصاصات المتعلقة بالقدرات، والولايات القائمة المتعلقة بالهواء والمناخ والبيئة والماء على كل من النطاق العالمي والوطني، فضلا عن المسارات القائمة للإبلاغ بالتحذيرات.
3. والتراث، والدور في نظم الإنذار المبكر بالأخطار المتعددة، والحد من مخاطر الكوارث، وتغير المناخ؛
4. صوت رسمي، وخبير معترف به، وقيادة في أحكام الإنذار والدور الأساسي في عمليات صنع القرار

الخدمات المتكاملة والرصدات: تقدم المنظمة (WMO) في الوقت نفسه إرشادات بشأن مستقبل النظام العالمي للرصد من خلال رؤية النظام العالمي للرصد لعام 2040 (رؤية النظام العالمي للرصد (W2040). وتتسق مفاهيم رؤية النظام WIGOS مع مفاهيم رؤية النظام المتكامل للرصد (IUS)، ولا سيما:

1. نظم الرصد المتكاملة؛
2. الرصدات من أجهزة الاستشعار والمنصات غير التقليدية؛
3. وإدارة البيانات والوصول إليها؛
4. خدمات شديدة التأثير وسلسة؛
5. التركيز على البيانات الشرحية؛ و
6. الشراكات.

وتشمل المسائل، من بين أمور أخرى:

1. التركيز على مصادر الرصد غير التقليدية وإدراج محطات "مرجعية" في تصميم الشبكات؛
2. تحليل أجهزة الاستشعار/ شبكات الرصد غير المتجانسة من أجل مراقبة الجودة؛
3. التركيز على الرصدات المحلية/ الدقيقة والتمثيلية على نطاقات مختلفة؛
4. بيانات غير متعلقة بالأرصاد الجوية لأغراض التحقق شديد التأثير

**معلومات أساسية/ حالة من الفن**

1. وتتأثر الخدمات المتكاملة للطقس (IUS) بنظم النطاقين العالمي والإقليمي للطقس والمناخ، مثل تغير المناخ والنظم السينوبتيكية وخارج المناطق المدارية فضلا عن أعاصير الهاريكين/ أعاصير التيفون. وتتأثر المدن بالعمليات على جميع النطاقات، ومن ثم فإن **التوجيهات الخاصة بالرصدات العالمية أو الإقليمية مهمة لرصدات الخدمات (IUS**).
2. وهناك  **عمليات وآثار محلية (نطاق المدينة أو التقاء الأحياء)، وعمليات وآثار صغيرة (كتل المدينة)، والعائق (فرادى المباني).** وتكون التقاءات كبيرة بما يكفي بحيث تؤثر الأخطار على موقع واحد ولكن ربما لا تؤثر على مكان آخر وتشرع الأخطار أو تحدث في موقع بعيد عن المكان الذي تحدث فيه آثار. ومع توافر قدرة رصد جديدة، وتحسين كثافة الرصد، والنمذجة، وعملية صنع القرار المستهدفة، ستتطور العمليات التشغيلية المتكاملة من المناطق المحلية أو الصغيرة أو العائقة.
3. وعلى الرغم من وجود ارتباط وثيق بين النطاقات المكانية والزمانية للطقس، توجد تطبيقات الخدمات الحضرية المتكاملة (مثل التخطيط الحضري) حيث يلزم وجود معلومات على نطاقات مكانية صغيرة على نطاقات زمنية (مناخية) أطول. وبالنسبة لتطبيقات الطقس ونوعية الهواء، تؤدي الطبيعة **ثلاثية الأبعاد** لطبقات الظلة الحضرية المختلفة (حوالي 100 متر إلى نحو 2 كم) أدوارا كبيرة في توصيف العملية والنمذجة العددية. وتختلف العمليات الكيميائية للغلاف الجوي وتوزيع المكونات عند نطاقات رأسية أدق (WMO-UHI, 2022؛ والفريق SG-URB، 2021).
4. تخضع الخدمات الحضرية عموما لولاية البلديات التي تدعمها الحكومات الإقليمية (الحكومية) والوطنية. **والخدمات الحضرية موجودة بالفعل،** ويتم ذلك في أغلب الأحيان على "مستوى الخدمات" حيث تجمع المعلومات والخبرات المتباينة من مجموعة متنوعة من المصادر يدويا من أجل صانعي القرار كما هو الحال في عمليات إدارة الطوارئ المدنية. وهناك مثال آخر للخدمات الحضرية الحالية يتمثل في وضع قوانين بناء/ بناء من البيانات المناخية (باستخدام سلاسل زمنية طويلة من معلومات الطقس). وفي الوقت نفسه، هناك فجوة واضحة في دمج هذه الخدمات التي تقدمها المنظمات المختلفة.
5. وتعتمد الخدمات المناخية التقليدية على رصدات من **موقع ريفي** (غالبا ما يكون مطارا) **ومكيفة أو تفسر للمواقع** /البيئات الحضرية باستخدام علاقات إحصائية مستمدة من "معدلات مدتها 30 عاما". ومع ذلك، يحتاج المخططون الحضريون إلى تنبؤات صغيرة (وربما عقبة) على نطاق الطقس ونوعية الهواء والمياه في إطار سيناريوهات تغير المناخ والتنمية الحضرية (Amorin وآخرون، 2018). وفي كثير من الأحيان، تفقد الرصدات الحضرية التي يمكن استخدامها مباشرة لدعم الخدمات الحضرية المتكاملة، أو تجريها منظمات مختلفة بطريقة متفرقة.
6. وبغض النظر عن مستوى التكامل، **سيكون مستوى الخدمات دائما جزءا من "الميل النهائي"** نظرا للتعقيد والمعارف اللازمة لتفسير المعلومات المتباينة وتنمية الثقة لدى صانعي القرارات (مثل رؤساء البلديات). والرصدات لازمة مباشرة للتحقق من النواتج المنتجة ولتمكين الثقة طوال سلسلة القيمة.
7. وبوجه عام، **فإن البيئة الحضرية غير ممثلة تمثيلا جيدا** في الجيل الحالي من التنبؤ العددي بالطقس التشغيلي حتى في الحالات التي تتسم فيها النماذج العالمية أو الإقليمية (للتنبؤ بالطقس والمناخ) باستبانة شبكية على نطاق الكيلومتر (عادة 2-4 كم). فالمدن ممثلة ببساطة أو لا تمثل على الإطلاق (أي تعامل على أنها ريفية) في مثل هذه النماذج. وتتمثل إحدى الفوائد الرئيسية للنماذج عالية الاستبانة في أنها تلتقط عمليات النطاق الواسع (حوالي O(100 كم) بشكل أفضل (هياكل أكثر دقة والتنبؤ بشكل أفضل بالكثافة) التي تحسن في حد ذاتها التنبؤ الحضري لأنها تتنبأ بالبيئة الريفية بشكل أفضل. وتتطلب الخدمات الحضرية المتكاملة نماذج على نطاق دون الكيلومتر لحل التغيرات والعمليات البيئية الحضرية. تعمل بعض النماذج على مقياسين و3 أمتار.
8. **ولايزال تمثل البيانات للتنبؤ** العددي بالطقس العالي الاستبانة في مرحلة البحث والتطوير. ومن الضروري إحراز مزيد من التقدم في الفهم العلمي للعمليات الحضرية (التبادل السطحي) وبارامتراتها. تستهل النماذج (والخدمات) الحضرية الحالية عن طريق نماذج عالمية أو إقليمية يتم فيها تمثيل الرصدات العالمية والإقليمية. ومن ثم، فإن إدخال تحسينات على شبكة المراقبة على النطاقين العالمي والإقليمي سيفيد الخدمات الحضرية المتكاملة (IUS) و '2' أن تصميم شبكات الرصد الحضرية من أجل بدء التنبؤ العددي بالطقس يمثل أولوية في المستقبل. وتجدر الإشارة إلى أن الجيل الجديد من برامج البارامترات والاستيعاب القائمة على الذكاء الاصطناعي يسير في تطور سريع، وأن إحراز تقدم قد يتسارع تسارعا كبيرا في هذا التطور.
9. وتحدد **قدرة النطاقات الدقيقة عالية الاستبانة للنماذج الحضرية** والرصدات المتوقعة قدرات الخدمات الحضرية المتكاملة الحالية والمستقبلية. فعلى سبيل المثال، يحتاج المصممون الحضريون إلى معرفة البيئة الحضرية على نطاقات دقيقة للجمع ما بين الأخضر (**الأشجار** والحدائق والحدائق) والزرقاء (مصادر المياه لأغراض التدفئة/ التبريد، ومصرفات النفايات المنسالة لنظم إدارة المجاري من أجل الاستدامة) من أجل تصميمات حضرية جيدة (مواقع المباني والمصنع)؛ ويستون، 2021). ويشير استقصاء النماذج العددية الحضرية إلى أن نماذج النطاقات الهكترية (حوالي O(100) متر) شائعة في البحوث ومرحلة ما قبل العمليات، فضلا عن النماذج الجغرافية المكانية التي تمر باستبانة تصل إلى عشرات الأمتار. يوجد تصميم حضري للتهوية الهوائية على مقياس أخدود الشارع (Ng، 2009؛ وRen وآخرون، 2018).
10. والخطوة الأولى في النمذجة الحضرية هي تمثيل **الظروف الأولية والحدودية** (البيئة الحضرية) على النطاق المحلي والميكرو والعائق. وتبعا لمدى تأثر التطبيقات الحضرية (مثلا، المناخ)، قد يكفي تحديد "**مناطق مناخية محلية"** (Stewart and Oke, 2012) لترجمة الرصدات الريفية إلى رصدات جوية/ مناخية حضرية أو إلى مخرجات نموذجية (على النطاق المحلي).
11. ومع ذلك، فإن **تمثيل البيئة الحضرية** باستبانة عالية (أو بمئات الأمتار وأقل) **من نماذج المناطق الحضرية المحدودة** يتطلب مستوى أعلى من التفصيل حيث البنية الحضرية مثل المباني وارتفاعها وكثافتها، وعدم الدقة السطحية، والتدفئة الدقيقة/ العائق أو مصادر الانبعاثات مثل الطرق السريعة والمصانع الصناعية والطهي في الفناء الخلفي (ومن ثم نشاط بشري مثل أنماط العمل وحركة المرور، واستخدام مكيفات الهواء والطهي في الفناء الخلفي) ممثلة (Ching وآخرون، 2018).
12. وتتطور **البيئة الحضرية** بمرور الوقت بالطرق السريعة، والمنشآت الصناعية، والمباني التي يجري بناؤها، والمناطق المنخفضة المعرضة للفيضانات (مسارات تحتية)، وحيث يتم تغيير طرق المياه والسهول الفيضية إلى مناطق مستخدمة. ونظرا إلى البيئة المتغيرة باستمرار، فإن البيانات والبيانات الشرحية للبيئة التي تصفها تتطلب تحديثات وتحسينات متكررة بشأن الممارسات الحالية.
13. ويتطلب تفسير الرصدة معرفة بالبيئة التي تمثلها (أي المناطق المناخية المحلية (LCZ) أو البيئات الحضرية الصغيرة). ويؤثر طول الجلب، وحتى سرعة الرياح واتجاهها على التفسير. ومن ثم، فإن **البيانات الشرحية الحضرية بالغة الأهمية لتفسير الرصدات وينبغي أن تتضمن معلومات عن البيئة الحضرية فضلا عن تمثيلية الموقع.**
14. وفي النظم القائمة لدعم القرار، لا سيما في عصر تحليلات "البيانات الكبيرة" / الذكاء الاصطناعي، **تلزم النواتج المستمدة من الرصدات وتعامل بوصفها بيانات** لمعالجة الخدمات ودعمها عند أدنى المجرى. فعلى سبيل المثال، يمكن معالجة الهطول أو اشتقاقه أو مراقبة جودته من أجهزة استشعار متعددة (المقاييس، أو الرادار، أو السواتل، أو المصادر الحاشدة، أو من إعادة التحليل) وقد يكون مصدر الرصد الأصلي غير ذي أهمية.
15. **وتعزز المشاريع الإنمائية والإيضاحية**، ونماذج الاختبار وغيرها من المشاريع البحثية، وتسرع **وتيرة البحوث إلى العمليات** **والعمليات إلى الخدمات**  **والخدمات المقدمة إلى عمليات نقل التكنولوجيا التي تتخذ القرارات** وفقا للأهداف الاستراتيجية الطويلة الأجل للمنظمة (WMO) ودعمها.

**الرصدات الحضرية المتكاملة/ تصميم الشبكات**

1. **فالحجم الواحد لا يلائم الجميع.** وستتطور احتياجات الرصد/ المراقبة تبعا لمتطلبات وتطبيقات الخدمات الحضرية المتكاملة وستكون خاصة بكل تكاتف. ستؤدي الجغرافيا دورا كبيرا في تصميم الخدمات الخدمات المناخية المتكاملة ولكن هذه الخدمات تغطيها في المقام الأول النظم العالمية (والإقليمية) لرصد المناخ. ومع ذلك، هناك القواسم المشتركة بين المدن فيما يتعلق بالخدمات المحلية/ الصغيرة النطاق فيما يتعلق بمخاطر الطقس ونوعية الهواء، للتصدي لتأثيرات تغير المناخ، والفيضانات المحلية، والتخطيط الحضري التي تتطلب رصدات عالية الاستبانة.
2. **المتغيرات الأساسية** لمجموعة كبيرة من المتغيرات التي يلزم قياسها. والمعلومات الأساسية عن الأرصاد الجوية (مثل درجة الحرارة، والرياح، والهطول) شائعة في جميع مجالات الخدمات البحرية الدولية. وقد تدعو الحاجة أيضا إلى رصدات خاصة بمجالات من قبيل القنوات النابعة من المياه، والانبعاثات، ومستويات المياه، وغير ذلك من البارامترات الأخرى من قبيل كمية/مستويات المياه في الأحواض/ مياه المجاري الحضرية لأغراض المعايرة أو التحقق أو تقدير الأثر. فالرصدات المتعددة القطاعات ستمكن من اقتران النماذج، واستحداث علم جديد، وخدمات جديدة وأفضل. وقد يشمل ذلك مقاييس نجاح المستخدم (مثل دخول المستشفيات أو البيانات الوبائية) من أجل تقييم تأثير الخدمات الصحية الدولية تقييما سليما.
3. **تحديد المواقع:** هناك مبادئ قائمة لتصميم الشبكات ومبادئ توجيهية للبيانات الشرحية (WMO-WIGOS, 2021; النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS)، 2019). ومع ذلك، تختلف الرصدات الحضرية اختلافا جوهريا **عن** الرصدات الريفية بسبب ما يلي: '1' يمكن إزاحة أجهزة الاستشعار المكونة من محطة حضرية أفقيا و/أو رأسيا على حد سواء، '2' يتغير السطح السفلي و'3' ارتفاع الرصد خاصة بالنسبة إلى الطبيعة ثلاثية الأبعاد للمظلة الحضرية. وأشارت الإرشادات السابقة بشأن الرصدات الحضرية التي ركزت على المناخ الحضري (النطاق المحلي، والتطور اللاحق لمفهوم المنطقة المناخية المحلية) إلى أن أجهزة الاستشعار التي تتكون من "محطة" قد تتعرض للتشريد المادي. ويمكن قياس درجة الحرارة في موقع واحد، ولكن يمكن قياس الرياح في عدة مبان بعيدا لتهرب من آثار تدفق العوائق. ولم يكن من المحبذ إجراء رصدات على أسطح المنازل فيما يتعلق بالخدمات المناخية الحضرية، ولكنها ضرورية إذا اعتبرت مكونات بالغة الأهمية للجزيرة الحرارية أو كانت جزءا من فيزياء النمذجة الحضرية (SG-URB، PA15). ويمكن جمع الرياح في موقع مختلف و/أو على ارتفاعات مختلفة فوق الأرض داخل الطبقة المتاخمة للمناطق الحضرية (طبقة الظلة الحضرية، والطبقة الفرعية للخشونة، والطبقة الفرعية بالقصور الذاتي، UHI 2021).
4. **الحاجة إلى الرصدات المكثفة**: هناك حاجة إلى رصدات عالية الاستبانة لمجموعة من الأسباب: من تطوير الفهم العلمي، ووضع بارامترات للعمليات في النماذج، وتطوير العلاقات المناخية/ الإحصائية (تتطلب مراقبة طويلة الأجل)، والتنبؤات الآنية الدقيقة وإعداد الإنذارات المبكرة (حسن التوقيت/ الكمون المنخفض، واستبانة مكانية/ زمنية عالية، والحفاظ على الوعي بالحالة، وإعداد الإنذارات)، ووضع شروط أولية وحدودية للنماذج، وللتحقق (التحقق من صحة افتراضات معالجة النماذج/ النواتج)، واستخدام نظم اتخاذ القرارات في المراحل النهائية (مثلا، الاستخدام في نظم "البيانات الكبيرة"/"الذكاء الاصطناعي") والتحقق (التحقق من صحة التنبؤات من أجل تطوير الثقة) في عملية صنع القرار. وبالنسبة للإنذارات الشديدة التأثير، ينبغي أن تشمل بيانات التحقق أيضا مقاييس وبارامترات تتعلق بتأثير الظاهرة (مثل ارتفاع الفيضانات، والمنطقة، والدخول إلى المستشفيات، والبارامترات الإيكولوجية). وقد لا تكون هذه البيانات الأخيرة متاحة بسهولة للمجتمع العلمي ولكنها ستكون لازمة لإثبات نجاح الخدمات وفوائدها من حيث التكلفة.
5. **الفجوة في شبكة الرصد الحضري المتكاملة. ولا**  يوجد سوى عدد قليل من المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) محطات حضرية بينما قامت وكالات بيئية كثيرة بنشر محطات عالية الجودة للهواء مزودة بأجهزة استشعار للأرصاد الجوية؛ ونشرت بعض **البلديات** شبكات محطات طقس مدمجة وأجهزة استشعار للتكوين الجوي؛ ويجري قياس معظم الأنهار وكذلك بعض شبكات المجاري في المناطق الحضرية؛ وأرست البحوث والمشاريع الإيضاحية وقاع الاختبار شبكات من الاستشعار عن بعد والتكنولوجيات الموقعية (الرادار، والليدار، ومقياس ارتفاع السحب)؛ وللمركبات المتنقلة (السيارات أو الدراجات) أجهزة استشعار للأرصاد الجوية أو تكوين الغلاف الجوي (Google, 2021)، عندما يمكن أن توفر مجتمعة رصدات أساسية ومرجعية للمستوى. وتشمل تكنولوجيات المصادر الحاشدة أبراج الموجات الصغرية للهواتف المحمولة، وتكنولوجيات المركبات (درجة الحرارة، وأجهزة الكشف عن الهطول لتفعيل الممسحات، وأجهزة الليدار، والرادارات، والكاميرات لمساعدة السائق)، والهواتف المحمولة (درجة الحرارة، والضغط، والأشعة فوق البنفسجية)، وتطبيقات المصادر الحاشدة (تقارير الطقس، نشاط تويتر، إنستغرام) يمكن أن توفر رصدا شاملا للمستوى على طول سلسلة القيمة للتحقق من الخدمات التقنية المتكاملة شديدة التأثير (Elmore et al., 2014؛ و Smith et al., 2015; McNicholas و Mass, 2021). ومع تزايد خدمات الخدمات الخاصة بالخدمات المتكاملة، سيكون هناك توقع بزيادة المهارات وسيتطلب ذلك رصدا إضافيا لعوامل إرباك إضافية (مثل تراكم الحطام في المجاري) حيث ستوضع تكنولوجيات جديدة. ومن خلال الشراكات،  **سيمكن إنشاء شبكات متكاملة لرصد المناطق الحضرية** من بناء قدرات جديدة، وزيادة القدرات، والحد من الازدواجية وتكاليف الرصدات الحضرية.
6. **فجوة معلومات البيئة الحضرية:** تستخدم الرصدات (والتنبؤات) الريفية، فيما يتعلق بالتطبيقات المناخية، بطريقة إحصائية للتطبيقات الحضرية. والاستخدام الأكثر شيوعا هو تقدير الزيادة في درجة الحرارة الناجمة عن تأثير جزر الحرارة الحضرية على النطاق المحلي أو المدينة حيث يفترض تأثير مكاني شبه غاوسي. وفيما يتعلق بالنطاقات المحلية، تتوافر إرشادات أولية توفر متطلبات الأدوات والموقع في بيئة حضرية (WMO, 2006؛ وSWWS, 2006؛ وSWW, 2006؛ وSWW, 2006؛ و2006؛ و2006؛ و2006؛ و2006؛ و2 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2019). وبالنسبة للاعتصام، تكون التمثيلية مغلفة لاعتبارات استشاب تتطلب توحيد البيئة الحضرية على مقياس 500 متر أو أكثر. وفي الآونة الأخيرة، باستخدام مفهوم تصنيف المناطق المناخية المحلية (مثلا، ارتفاع المباني، والكثافة، ونوع السطح) وبافتراض الطابع العالمي، يمكن تطبيق رصدات المراقبة الحضرية عبر الحدود للحد من متطلبات مراقبة الشبكة الحضرية (Stewart and Oke، 2012). وبالنسبة للنماذج والخدمات الحضرية، هناك حاجة إلى تفاصيل عن البيئة الحضرية على نطاق صغير كما هو الحال في الإنذارات بالطقس القاسي أو الفيضانات أو نوعية الهواء أو حيث تشكل مصادر المياه جزءا من مفاهيم التصميم الأخضر الأزرق وتنفيذه. ومعرفة **البيئة الحضرية**، من أجل التفسير السليم للرصدات والشبكات الحضرية، أمر **أساسي لجميع الخدمات الحضرية المتكاملة، ولذا فهي أول فجوة يجب معالجتها**. والبوابة العالمية للبيانات الحضرية والوصول إليها (WUDAPT) هي جهد مجتمعي دولي لجمع البيانات والوصول إلى البيئات الحضرية المحلية والميكروية النطاق (Ching وآخرون، 2018).
7. **الفجوة في المحطة المرجعية:** نظرا لاتساع نطاق المسائل بما في ذلك عدم تجانس أجهزة الاستشعار، وأنواع الرصد، والمعالجة وغيرها من مسائل إدارة الجودة، هناك حاجة إلى محطات مرجعية لمعايرة أو مراقبة الجودة التي توفرها الخدمات (IUS). ويتعين إنشاء كل من المحطات الريفية والحضرية في المناطق المناخية المحلية المنطبقة أو (أو في مخطط تصنيف آخر) أو في مناطق الانبعاثات كجزء من تصميم الشبكة. وهذه ثغرة كبيرة.
8. **الثغرة في البيانات الشرحية الحضرية:** بما أن الرصدات تحتاج إلى استيفاء استخدامات متعددة، يجب أن تتضمن البيانات **الشرحية** معلومات كافية لدعم استخدام الرصدة (التفسير "ليلائم التطبيق"). والبيئة الحضرية جانب لا بد من إدراجه لأن عمليات الرصد ستتأثر بالعقبات وهياكل النطاق الجزئي (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2006). ونظرا إلى التجديد المستمر للبيئة الحضرية، أوصي بتحديث هذا التحديث سنويا في البيانات الشرحية (WMO, 2006؛ و Grimmond and Ward، 2021؛ و Muller وآخرون، 2013). ثمة حاجة إلى تحديد مواصفات معيار البيانات الشرحية للرصدات الحضرية.
9. **فجوة إدارة البيانات:** إن معرفة البيانات المتاحة، وآليات تبادل البيانات، وأنساق البيانات، **وخوارزميات** معالجة الإشارات/ البيانات ومراقبة الجودة، مسائل معترف بها تتطلب القيادة والقدرات الفنية وتبين فوائد متبادلة قبل أن تزدهر الشراكات. وسيتطلب التبادل الفعال للبيانات احترام الخصوصية وحقوق الملكية الفكرية. يمثل تبادل البيانات بين مقدمي فرادى مكونات نظام الرصد ثغرة كبيرة. وإدارة البيانات الشرحية أمر بالغ الأهمية. **وثمة حاجة إلى مشاريع إيضاحية في كل وحدة من هذه الشبكات ومختبرات وتبادل للمعارف**. وقد تكون سياسة البيانات المفتوحة للمنظمة (WMO) المعتمدة حديثا بمثابة رافعة لتحسين تبادل بيانات الرصد في المناطق الحضرية ومواءمة أنساق وبروتوكولات تبادل البيانات.
10. **تقييم الثغرات:** توجد أمثلة للخدمة المتكاملة المنفذة بالكامل، لا سيما في ولايات المدن الصغيرة (Baklanov وآخرون، 2020)، وإن كانت هناك ثغرات كبيرة في توفير الخدمات الحضرية المتكاملة على نطاق العالم.

**أولويات المنظمة الدولية للتوحيد العام (IUO)**

1. والأولوية القصوى والأساسية لجميع تطبيقات الخدمات الحضرية المتكاملة هي **المعلومات المتعلقة بالبيئة الحضرية** (النسيج، والقوام، وارتفاع البناء، ونفاذية السطح). ومن المهم على وجه الخصوص ما يلي: '1' تفسير الرصدات الحضرية من أجل تمثيليتها، '2' تصميم شبكات الرصد. وقد وضع هذا في المفاهيم المتعلقة بالخدمات المناخية الحضرية على النطاق المحلي مثل المركز LCZ. وستتطلب الخدمات الحضرية الصغيرة النطاق التي تحدث فيها تقلبية أكبر معلومات عالية الاستبانة عن البيئة الحضرية. وسيتيح وضع واعتماد معايير تصنيف مشتركة على نطاقات مختلفة إمكانية تحويل النتائج والتقييم الدقيق للمخاطر والآثار، مما يحد من الازدواجية والتكاليف.
2. وتتمثل أعلى أولوية ثانية في **إنشاء محطة (محطات) مرجعية في النظام (IUS).** نظرا للاختلاف مع متطلبات القياس الريفية (تحديد المواقع، وتقلبية السطح والارتفاع، والمتغيرات الأساسية)، هناك حاجة إلى محطة مرجعية (محطات) مرجعية في الخدمات المتكاملة (IUS) لدعم (المعايرة، وتفسير) مفهوم المستوى للنظام WIGOS للشبكات الأساسية والمرجعية والشاملة. وفي كثير من الحالات، تكون المحطات الحضرية غير موجودة في كثير من الأحيان ويستند النظام المتكامل للحرارة بشكل غير عادي إلى مفاهيم بسيطة لجزيرة الحرارة، وفي هذه الحالة البسيطة، قد يكون التمييز بين المحطات الأساسية والمحطات المرجعية عتيجا أو يستند إلى الشمولية لمجموعة من المتغيرات المقيسة. ويمكن نشر مستويات مختلفة من التطور: '1' ستوفر محطة مرجعية واحدة تمثل عملية التقاء كاملة محطة مرجعية أساسية مستندة إلى أدلة، '2' محطات مرجعية لكل محطة LCZ ممثلة، '3' محطات مرجعية لكل محطة LCZ في التقاء.
3. والأولوية الثالثة هي **وضع وإيضاح مفاهيم شبكات الرصد** الخاصة بالمرافق (IUS ) من أجل '1' تسريع تطويرها، '2' وضع معايير واختبارها، لا سيما فيما يتعلق بالبيانات الشرحية، '3' وإظهار منافع هذه الشبكات وآثارها بالنسبة للأعضاء، '4' إقامة الشراكات وإقامة قواعد الاختبار، وتبادل البيانات والوصول إليها، '5' التعجيل بتطوير وإيضاح الشبكات الشاملة بما في ذلك حشد الموارد، التكنولوجيات الجديدة، واستخراج المعلومات، وعمليات مراقبة الجودة، '6' توفر التدريب على القدرات وفرص بناء القدرات للأعضاء من بين آخرين. وثمة حاجة إلى مشاريع إيضاحية منسقة ذات متطلبات وشراكات مختلفة بشأن الخدمات لاختبار الطابع العالمي للمعايير والعمليات والشراكات المقترحة، وطرائق التكامل وتطوير الخدمات المتكاملة.

**مراجع**

|  |
| --- |
| Amorim JH, Asker C, Belusic D, Carvalho AC, Engardt M, Gidhagen L, Hundecha Y, Körnich H, Lind P, Olsson E, Olsson J, Segersson D, Strömbäck L, Joe P, Baklanov A (2018) خدمات حضرية متكاملة للمدن الأوروبية: حالة استكهولم. نشرة المنظمة (WMO)، 67(2): 40-33 |
| Baklanov, A., B. Cárdenas, T. Lee, S. Leroyer, V. Masson, L.T. Molina, T. Müller, C. Ren, F.R. Vogel, J. Voogt, (2020) خدمات حضرية متكاملة: تجربة من أربع مدن في قارات مختلفة، والمناخ الحضري، 32، https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100610 |
| Ching J، Mills G، Bechtel B، انظر L، Feddema J، Wang X، Ren C، Brousse O, Martilli A, Neophytou M, Mouzourides P, Stewart I, Precision A, Ng, Foley M, Alexander P, Aliaga D, Niyogi D, Shreevastava A, Bhalachandran P, Masson V, Hidalgo J, Fung J, Andrade M, Baklanov A, Dai W, Milcinski G, Demuzere M, Brunsell N, Pesaresi M, Miao S, Mu Q, Chen F, Theeuwes N, 2018: قاعدة البيانات الحضرية العالمية وبوابة الوصول (WUDAPT): بنية تحتية للنمذجة في المناطق الحضرية الخاصة بالطقس والمناخ والبيئة من أجل الأنثروبوسين. Bull Am Meteorol Soc 99 (9): 1907-1924. doi:10.1175/bams-d-16-0236.1. |
| Elmore, K.L., Z.L. Flamig, V. Lakshmanan, B. T. Kaney, V. Farmer, H. D. Reeves, L. P. Rothfusz, 2014: MPING: Crowd-Sourcing Weather Reports for Research, BAMS, https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00014.1. |
| Golding, B. (محرر)، 2021: نحو الإنذار "المثالي" بالطقس: سد الفجوات التأديبية من خلال الشراكة والاتصال، Springer Nature، سويسرا. |
| Google، 2021: التوعية بالأرض، جودة الهواء، https://www.google.com/earth/outreach/special-projects/air-quality/. (تم الوصول إليها في 27 سبتمبر 2021.) |
| Grimmond C, G Carmichael, H Lean, A Baklanov, S Leroyer, V Masson, K Schluenzen, B Golding, 2015: نظم التنبؤ البيئي على النطاق الحضري. التنبؤ المتواصل بنظام الأرض: من دقائق إلى أشهر (Eds Brunet G, Jones S. Ruti P) (Chap 18) - مطبوع المنظمة رقم 1156، 347-370. |
| (غريمموند س)، (بوشيت الخامس)، مولينا LT, Baklanov A, Tan J, Schluenzen KH, Mills G, Golding B, Masson V, Ren C, Voogt J, Miao S, Lean H, Heusinkveld B, Hovespyan A, Teruggi G, Parrish P, Joe P, 2020: الخدمات الحضرية المتكاملة في مجالات الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخ والبيئة: المفهوم والمنهجية والرسائل الرئيسية. المناخ الحضري: 100623. doi:10.1016/j.uclim.2020.100623. |
| Grimmond S. وH.C. Ward، 2021: القياسات الحضرية وتفسيرها. في: Foken T (ed.)، كتيب قياسات الغلاف الجوي. Springer Nature، سويسرا، 1425-1393. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52171-4\_52. |
| ICLEI, 2020: تقرير الشركة ICLEI 2018-2019. https://worldcongress2018.iclei.org/wp-content/uploads/Corporate%20Report%202018-2019.pdf. (تم الوصول إليه في 8 شباط/ فبراير 2020.) |
| Smith, L., Q. Liang, P. James and W. Lin, 2015: تقييم فائدة وسائل التواصل الاجتماعي كمصدر بيانات لإدارة مخاطر الفيضانات باستخدام إطار نمذجة في الوقت الحقيقي، J. of Flood Risk Management, DOI: 10.1111/jfr3.12154, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jfr3.12154. (تم الوصول إليها في 27 سبتمبر 2021.) |
| McNicholas, C. and C.F. Mass, 2021: تصحيح الانحراف، وتخفي هوية وتحليل رصدات ضغط الهواتف الذكية باستخدام التعلم الآلي وKriging متعدد الاستبانة، WAF، https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0222.1. |
| Muller C.L., Chapman L., Grimmond C.S.B, Young D.T., Cai X-M (2013) نحو بروتوكول موحد للبيانات الشرحية لشبكات الأرصاد الجوية الحضرية. Bull Am Meteorol Soc 94 (8): 1161-1185. doi:10.1175/BAMS-D-12-00096.1.  Ng, E., 2009: سياسات ومبادئ توجيهية فنية للتخطيط الحضري للمدن ذات الكثافة السكانية العالية – تقييم التهوية الهوائية (AVA) في هونغ كونغ. البناء والبيئة، 44(7)، 1478-1488.  Ren, C., Ng, E., و Katzschner, L. (2011). دراسات الخرائط المناخية الحضرية: استعراض. المجلة الدولية لعلم المناخ، 31(15)، 2233-2213. Doi: 10.1002/joc.2237  Ren, C. and G. McGregor (محررون)، 2021: علم المناخ الحضري لتخطيط المدن الصحية، Springer Nature، سويسرا. |
| Rogers D.P. وV.V. Tsirkunov، 2013: المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا. في: Rogers DP, Tsirkunov VV (eds) القدرة على الصمود في مواجهة الطقس والمناخ: التأهب الفعال من خلال المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا. البنك. https://doi.org/10.1596/9781464800269\_Ch03. (تم الوصول إليه في 10 شباط/ فبراير 2020.) |
| SG-URB، 2021: فريق الدراسة المعني بالخدمات الحضرية المتكاملة، https://community.wmo.int/activity-areas/sercom/sg-urb. (تم الوصول إليها في 29 سبتمبر 2021.) |
| Stewart I., T. Oke, 2012: Local climate zones for urban temperature studies Bulletin of the American Meteorological Society 93(12), 1879-1900. https://dx.doi.org/10.1175/bams-d-11-00019.1. |
| الأمم المتحدة، 2016: جدول أعمال حضري جديد - الموئل الثالث. http://habitat3.org/the-new-urban-agenda. (تم الوصول إليه في 2 آذار/ مارس 2020.) |
| الأمم المتحدة، 2019: أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals. (تم الوصول إليه في 8 شباط/ فبراير 2020.)  ويستون, ف. , 2021: الشوارع الخضراء, في صحيفة الغارديان الأسبوعية, 205 (16), المملكة المتحدة, 22-23.  النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS)، 2019: مرجع النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS)، المرفق الثامن للائحة الفنية للمنظمة (WMO)، https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=10145 (الوصول إليه في 28 اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (SEP 2021))  المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2006: توجيهات أولية للحصول على رصدات جوية تمثيلية في المواقع الحضرية، المطبوع الفني للمنظمة رقم 1250; تقرير المنظمة الدولية للهجرة رقم 81 https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9286. (تم الوصول إليها في 9 شباط/ فبراير 2020.) |
| المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2019: توجيهات بشأن الخدمات الحضرية المتكاملة في مجال الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخ والبيئة. المجلد الأول: المفهوم والمنهجية. مطبوع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية: 1234، https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9903. (تم الوصول إليها في 26 جول 2021.) |
| المنظمة (WMO)، 2021: توجيهات بشأن خدمات الأرصاد الجوية الهيدرولوجية والمناخية والبيئية الحضرية المتكاملة. المجلد الثاني: المدن الإيضاحية. مطبوع المنظمة رقم: 1234، https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=105547 (تم الوصول إليه في 22 جول 2021).  WMO-IG3IS, 2018: خطة تنفيذ العلوم التي اعتمدتها الدورة السبعون للمجلس التنفيذي.  WMO-IG3IS, 2021: نظام المعلومات العالمي المتكامل لغازات الاحتباس الحراري، https://ig3is.wmo.int/en/events/towards-international-standard-urban-ghg-monitoring-and-assessment، (تم الوصول إليه في 1 تشرين الثاني/ نوفمبر 2021). |

**المرفق 6**

**متغيرات تكوين الغلاف الجوي الداعمة لتطبيقات المراقبة والتنبؤ**

حددت المتغيرات التالية كأولوية:

**التنبؤ بتكوين الغلاف الجوي (واو)؛**

1. جميع المتغيرات العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (مثلا، الطبقة المتاخمة للأرض (PBL) + ارتفاع التروبوبوز)؛
2. الأهباء الجوية (كتلة الهباء الجوي، وتوزيع الحجم (أو على الأقل كتلة عند ثلاثة أجزاء حجمها: 1 و2.5 و10 ميكرون)، والطيف والتكوين الكيميائي، والعمق البصري للهباء الجوي عند أطوال موجية متعددة، والعمق البصري لامتصاص الهباء الجوي (AAOD)، ومحتوى المياه، ونسبة الكتلة إلى العمق البصري للهباء الجوي، والتوزيع الرأسي للانطفاء).
3. إجمالي الأوزون، والأوزون الجانبي، والأوزون السطحي، NO، وNO2 (السطح، والعمود، والمرتسم)، وال PAN، وHNO3، وNH3، و CO، و VOC (isoprene، terpenes, الكحول, aldehydes, ketones, alkanes, alkenes, قلنسوات, العطرية), SO2 (السطح والعمود), CH4, CO2, N2O, HCHO, HOX, Clx, ClO, BrO, OClO, ClONO2, HDO, CFCs, HCFCs, HFCs, Rn, SF6.
4. البعض الآخر: التدفق الإكتينوغرافي، والقدرة الإشعاعية للحرائق، وبراعات اليابسة، والبرق، والترسب الجاف والمبلل، وطلع (الأنواع الرئيسية)، وOCS.

**مراقبة تكوين الغلاف الجوي (M)**

1. جميع المتغيرات العالمية للتنبؤ العددي بالطقس (مثل الطبقة الحدية الحدية للهطول (PBL) وارتفاع التروبوبوز) وغير ذلك من متغيرات الأرصاد الجوية/ المناخ (مثل درجات حرارة سطح البحر، ودرجة حرارة أعماق المحيطات، والتقلبية الشمسية، والألبيدو، واستخدام الأراضي، ورطوبة التربة، والهطول، وغطاء الجليد البحري، والغطاء الثلجي، وحدوث السحب الستراتوسفيرية القطبية (PSC).
2. الأهباء الجوية (كتلة الأهباء الجوية، وعددها، وحجمها/ توزيعها السطحي (1، 2.5، 10 ميكرون)، والطيف والتركيب الكيميائي، الهباء الجوي الهباء الجوي عند الأطوال الموجية المتعددة، التذبذب القطبي للهباء الجوي (AAOD)، ومحتوى المياه، ونسبة الكتلة إلى الهباء الجوي (AOD)، والتوزيع الرأسي للانطفاء)، ومعامل التشتت المرتد للهباء الجوي الستراتوسفيري، وتكوين PSC، وتركيز الفلزات، والتركيب الكيميائي ل PM (الكبريتات، والنترات، والأيميونيوم، وBC، وOC، وOM، والغبار، وملح البحر، وBS، SOA) ومؤشر الأهباء الجوية، معامل الانكسار، تكوين كيمياء الهطول، Hg، الملوثات العضوية الثابتة (POPs)، الجسيمات البيولوجية الرئيسية.
3. إجمالي الأوزون، الأوزون الجانبي، الأوزون السطحي، NO، NO2 (السطح، العمود، الجانبيات)، PAN، HNO3، NH3، CO، VOC (isoprene، terpenes، الكحول، aldehydes، ketones، alkanes، الرموز، القلنسوات، العطرية)، SO2 (السطح، العمود)، والميثان، وثاني أكسيد الكربون، وأكسيد النتروجين، وأكسيد النتروجين، وثاني أكسيد الكبريت (N2O)، وN2O، وN2O، وN2O، وN2O، وN2O، وCCS، وHCFCs، وHFCs، والهالونات، والميثان، وCH3Br، وCH3Cl، و BrONO2، وRn، وSF6، وglyoxal، والميثيل الكلوروفور، وH2O، وH2O2، H2, O2/N2 نسبة, كبريتيد الميثيل (DMS), حامض الميثانيسلفونيك (MSA), OCS.
4. والنظائر المكونة من ثاني أكسيد الكربون (CO2) والميثان (CH4) وأكسيد النيتروجين (N2O) وثاني أكسيد الكربون (CO) (D, 13C, 14C, 17O, 18O, 15N) أيضا في مرحلة الهباء الجوي.
5. التدفق الأكتيني، القدرة الإشعاعية للحرائق، بقع الأرض، البرق، الترسب الجاف والمطير، حبوب اللقاح (الأنواع الرئيسية)، لون المحيط، الكلوروفيل-A، دليل كثافة الغطاء النباتي (LAI)، الإشعاع النشط في التمثيل الضوئي (PAR)، جزء PAR (fPAR)، الفلورسنت، خرائط الغطاء النباتي، خرائط استخدام الأراضي، المناطق المحترقة، الضوء الليلي، عدد الحرائق، الأراضي الرطبة، مسارات السفن، جرد الغابات، كثافة الكتلة الأحيائية، أراضي المحاصيل.

وتجدر الإشارة إلى أن قائمة المتغيرات هذه تمثل بالأحرى قائمة رغبة وأن برنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) لا يقدم سوى إرشادات بشأن العدد المحدود للمتغيرات المذكورة. ومتطلبات المستخدمين في قاعدة بيانات الأداة OSCAR توثق أيضا لمجموعة فرعية فقط من هذه المتغيرات ذات الأهمية الرئيسية.

**المختصرات**

الاشتراك الرصدات من على متن الطائرات

النظام (AMDAR) ترحيل بيانات الأرصاد الجوية الصادرة من الطائرات

امف متجهات حركة الغلاف الجوي

ارغو برنامج الملامح العائمة

الصراف الالي إدارة الحركة الجوية

الحدب خدمة كوبرنيكوس لمراقبة الغلاف الجوي

اللجنة (CGCM) نموذج الدوران العام المتقارن

الفريق CGMS فريق تنسيق السواتل الخاصة بالأرصاد الجوية

منظمه التضامن المسيحي الدوليه مبادرة الدعم القطري

الحد من مخاطر الكوارث الحد من مخاطر الكوارث

المتغيرات المناخية المتغيرة (EC متغير مناخي أساسي

EGOS-IP خطة تنفيذ تطوير النظم العالمية للرصد

شبكة الأرصاد الجوية الأوروبية (EUMETNET) الشبكة الأوروبية لخدمات الأرصاد الجوية

المبادرة (FSOI) تأثير الرصد على أساس حساسية التنبؤ

المراقبة العالمية للغلاف الجوي (G المراقبة العالمية للغلاف الجوي

الشبكة (GBON) شبكة الرصد الأساسي العالمية

النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) النظام العالمي لرصد المناخ (المنظمة (WMO)، واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لليونسكو، والاللجنة الدولية للعلوم (ISC)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة)

المراقبة العالمية للغلأرصاد الجوية (GCW) المراقبة العالمية للغلاف الجليدي

نظام البيانات والتوقعات المناخية (GDPFS) النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ

الاحجار الكريمه مطياف مراقبة البيئة الثابت المدار بالنسبة للأرض

غازات الدفيئه غازات الاحتباس الحراري

Gnss النظام العالمي لسواتل الملاحة

الكلب النظام العالمي للرصد

النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS) النظام العالمي لرصد المحيطات (لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) والاللجنة الدولية للعلوم (ISC) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (ENVIRONMENT))

زوجه الجزء العلوي المرجعي للنظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)- الشبكة الجوية

GSRN الشبكة المرجعية السطحية للنظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)

Gts النظام العالمي للاتصالات التابع للمنظمة (WMO)

الذواقه بحوث الأرصاد الجوية في بيئات المناطق الحضرية التابعة للمراقبة العالمية للغلاف الجوي

منظمه الطيران المدني الدولي منظمة الطيران المدني الدولي

لجنة البنية التحتية (INFCOM) لجنة الرصد والبنية التحتية ونظم المعلومات التابعة للمنظمة (WMO)

برنامج أدوات وطرق الرصد (IMOP) برنامج أدوات وطرق الرصد

IPET-OSDE سابقا فرقة الخبراء المشتركة بين البرامج والمعنية بتصميم نظم الرصد وتطويرها التابعة للجنة النظم الأساسية (CBS)

و البنيه التحتيهالاحمر

JET-EOSDE فرقة الخبراء المشتركة المعنية بتصميم نظم رصد الأرض وتطويرها التابعة للجنة البنية التحتية (INFCOM)

اقل البلدان نموا أقل البلدان نموا

المرفق الوطني (NMHS) المرفق الوطني للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا

NRT قربفي الوقت الحقيقي

التنبؤ العددي بالطقس التنبؤ العددي بالطقس

لا إحصاءات مخرجات النماذج

ميغاواط ميكروويف

قصائد نظام تمثل بيانات المحيطات

الفريق المفتوح العضوية المعني بالمجال البرنامجي للجنة الدولية الحكومية لنظم الرصد ( الفريق المفتوح العضوية المعني بالمجال البرنامجي الخاص بنظم الرصد المتكاملة (OPAGs) السابق التابع للجنة النظم الأساسية

اوسكار أداة تحليل واستعراض قدرات نظم الرصد (OSCAR)

Ose تجارب نظم الرصد

قليلا جهة الاتصال

البرنامج (PWPP) خطة مرحلة ما قبل تشغيل النظام WIGOS لعام 2016–2019

ريال عماني الاحتجاب الراديوي

الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR الاستعراض المستمر للمتطلبات

المركز الإقليمي RWC المركز الإقليمي للنظام WIGOS

اللجنة الدائمة (SC-MINT) اللجنة الدائمة للقياسات والأدوات والتتبع (الدائمة للقياسات والأدوات والتتبع) التابعة للجنة البنية التحتية (INFCOM)

اللجنة الدائمة (SC-ON) اللجنة الدائمة لنظم رصد الأرض وشبكات مراقبة الأرض التابعة للجنة البنية التحتية (INFCOM)

جنيه هدف الأمم المتحدة الإنمائي المستدام

لجنة الخدمات (SERCOM) لجنة خدمات وتطبيقات الطقس والمناخ والماء والخدمات والتطبيقات البيئية ذات الصلة التابعة للمنظمة (WMO)

الفريق (SG-DIP) فريق الدراسة التابع للجنة البنية التحتية (INFCOM) والمعني بمسائل وسياسات البيانات

كذا البحر- تركيز الجليد

Sids الدول الجزرية الصغيرة النامية

الجلوس البحرسمك الجليد

جيش تحرير السودان الشذوذ في مستوى سطح البحر

شربت مرفق تمويل الرصد المنهجي (منهجي)

تحتي بيان التوجيه

سوب فترة الرصد الخاص

SST درجة حرارة سطح البحر

SSLP التنبؤات دون الموسمية إلى التنبؤات الأطول أمدا

لهم المكافئ المائي للثلج (ومحتوى المياه الناتج عن ذوبان الثلوج المتراكمة؛)

النظام (TAMDAR) الإبلاغ عن بيانات الأرصاد الجوية المحمولة جوا في التروبوسفير

Trl مستوى الاستعداد الفني

Uas نظام الطائرات غير المصنفة

VSRF التنبؤ على المدى القصير جدا

نظام WAFS النظام العالمي للتنبؤ بالمناطق

النظام (WDQMS) نظام مراقبة جودة بيانات النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS)

النظام (WHOS) نظام الرصد الهيدرولوجي التابع للمنظمة (WMO)

البرنامج التعاوني (WICAP) البرنامج التعاوني المشترك بين المنظمة (WMO) والبرنامج (IATA) للنظام (AMDAR)

النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS)

نحن مصدر معلومات النظام (WIGOS)

Wis نظام معلومات المنظمة

مطبوع المنظمة (WUDAPT) قاعدة البيانات الحضرية العالمية وأدوات بوابة الوصول

Www المراقبة العالمية للطقس

YOPP سنة التنبؤات القطبية

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. تقدم الخطة الاستراتيجية للمنظمة (WMO) للفترة 2023-2020 نهج نظام الأرض للمنظمة (WMO) الذي سيقترن به المحرك الرئيسي لخدمة تنفيذ المكونات الرئيسية لصنع السياسات واتخاذ إجراءات على الصعيدين الوطني والدولي، من قبيل خطة التنمية المستدامة لعام 2030، واتفاق باريس بشأن تغير المناخ، وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث، التي ستتطلب بشكل متزايد معلومات وخدمات موثوقة يمكن اتخاذ إجراءات بشأنها ويسهل الوصول إليها بشأن الحالات المتغيرة على نطاق العالم بأكمله؛ نظام الأرض. تعتبر الأرض في هذا السياق نظاما متكاملا للغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الجليدي والغلاف المائي والغلاف الحيوي والمحيط الأرضي، تستنير به السياسات والقرارات استنادا إلى فهم أعمق للتفاعلات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والبشرية التي تحدد حالات الأرض في الماضي والحاضر والمستقبل. [↑](#footnote-ref-2)
2. أساسه معنى التنبؤ العددي بالطقس (NWP) العالمي الذي يوفر مخرجات لتطبيقات المنظمة (WMO) الأخرى، مما يتيح لأعضاء المنظمة (WMO) أن يتناولوا مجموعة واسعة من الفوائد الاجتماعية الاقتصادية. [↑](#footnote-ref-3)
3. وقد حددت هذه الدوافع الرئيسية باعتبارها مفتاح هذه الوثيقة أثناء اجتماع فرقة العمل المشتركة بين المحطات (JET-EOSDE)، وهذه القائمة ليست قائمة شاملة. [↑](#footnote-ref-4)
4. وترد في إطار https://space.oscar.wmo.int/spacecapabilities معلومات مفصلة عن البرامج والأدوات الساتلية؛ [↑](#footnote-ref-5)
5. بما في ذلك الالتزامات المحددة في [*اتفاق باريس لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ* (2015)](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement) واتفاقية [*فيينا لحماية طبقة الأوزون* (1985).](https://ozone.unep.org/treaties/vienna-convention/vienna-convention-protection-ozone-layer) [↑](#footnote-ref-6)
6. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، التقييم العلمي لاستنفاد الأوزون: 2018، المشروع العالمي لبحوث الأوزون ومراقبته – التقرير رقم 58، 588 صفحة، جنيف، سويسرا، 2018. [↑](#footnote-ref-7)
7. Shaddick, G.; سالتر، ج. م. Peuch, V.-H.; ركبيري, ز.; (توماس)، (M.L.)؛ Mudu, P.; تاراسوفا، أو. Baklanov, A.; Gumy,S. Global Air Quality: نهج متعدد التخصصات لتقييم التعرض لعبء الأمراض يحلل. الغلاف الجوي **2021** و12 و48 https://doi.org/10.3390/atmos12010048 [↑](#footnote-ref-8)
8. Maas, R., P. Grennfelt (eds), 2016. نحو هواء أنظف تقرير التقييم العلمي لعام 2016. الهيئة التوجيهية والفريق العامل المعني بآثار اتفاقية تلوث الهواء العابر للحدود البعيد المدى (EMEP)، أوسلو. xx+50pp. [↑](#footnote-ref-9)
9. Hock Regine، و Hutchings Jennifer K.، و Lehning Michael: التحديات الكبرى في علوم الغلاف الجليدي: نحو تحسين إمكانية التنبؤ بالجليد والثلوج والجليد البحري؛ الحدود في علوم الأرض، المجلد 5، 2017، 64 صفحة، <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00064> [↑](#footnote-ref-10)
10. https://old.wmo.int/extranet/pages/prog/www/WIGOS-WIS/reports/6NWP\_Shanghai2016/WMO6-Impact-workshop\_Shanghai-May2016.html [↑](#footnote-ref-11)
11. وحتى وقت كتابة هذا التقرير، لم تكن أحكام الشبكة GBON سارية حتى الآن على الرغم من أن الأعضاء مدعوون بالفعل إلى جعل محطات الرصد القائمة تمتثل للائحة الفنية GBON، لا سيما فيما يتعلق بتوافر البيانات والإبلاغ عن البيانات بشكل أكثر تواترا. ومن المقرر دخول أحكام الشبكة (GBON) حيز النفاذ اعتبارا من 1 كانون الثاني/ يناير 2023. [↑](#footnote-ref-12)
12. دراسة البنك الدولي والمنظمة (WMO) بشأن قيمة بيانات الأرصاد الجوية السطحية القاعدة (انظر [الرابط](https://wmoomm.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_group/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Fgroup%2FJoint%20Expert%20Team%20on%20Earth%20Observing%20System%20Design%20and%20Evolution%20%28JET%2DEOSDE%29%5F5d83ed17%2Ddde6%2Dea11%2Da817%2D000d3a25bdee%2FGroup%20Members%2FThe%2DValue%2Dof%2DSurface%2Dbased%2DMeteorological%2DObservation%2DData%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Fgroup%2FJoint%20Expert%20Team%20on%20Earth%20Observing%20System%20Design%20and%20Evolution%20%28JET%2DEOSDE%29%5F5d83ed17%2Ddde6%2Dea11%2Da817%2D000d3a25bdee%2FGroup%20Members&p=true&originalPath=aHR0cHM6Ly93bW9vbW0uc2hhcmVwb2ludC5jb20vOmI6L3Mvd21vY3BkYi9FYkV2ZTFhRWxXZEtrYW13elBScWtoOEJQdU9ZaXhwTG5uclFqeVdRNmI4bWdnP3J0aW1lPUZVM2Jld01FMlVn)) [↑](#footnote-ref-13)
13. الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المحتملة والمستفيدة من ملامح الغلاف الجوي للنظام UAS من مسنة ثلاثية الأبعاد في المجلد 13 للطقس والمناخ والمجتمع (2021) (ametsoc.org [↑](#footnote-ref-14)
14. أخطار الاستشعار التي تصدرها الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) مع تكنولوجيا تشغيلية غير مأهولة بالرصدات والتنبؤات (SHOUT) تصدر في العدد 7 (2020) (ametsoc.org) من نشرة الجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية [↑](#footnote-ref-15)
15. Lars Peter Riishojgaard: تأثير قيود كوفيد-19 على الرصد والمراقبة، نشرة المنظمة (WMO) رقم 69(2)، 2020 [↑](#footnote-ref-16)
16. إيما Heslop وآخرون؛ تأثير جائحة كوفيد-19 على نظام رصد المحيطات وقدرتنا على التنبؤ بالطقس والتنبؤ بتغير المناخ، مذكرة الإحاطة الخاصة بالنظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)، حزيران/ يونيو 2020 [↑](#footnote-ref-17)
17. تشكل الشبكة السطحية للنظام العالمي لرصد المناخ (GSN) ومحطات شبكة رصد الهواء السطحي التابعة للنظام العالمي لرصد المناخ (GUAN) جزءا من الشبكة RBON (شبكة الرصد الأساسي الإقليمية) [↑](#footnote-ref-18)
18. انظر <http://amma-international.org/> [↑](#footnote-ref-19)
19. انظر الوثيقة (WMO-TD) رقم 1378 بشأن: <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4545> [↑](#footnote-ref-20)
20. وهي مبينة داخل قوسين مربعين، وينبغي الإبلاغ عن هذه المتغيرات كلما توافرت الرصدات. [↑](#footnote-ref-21)
21. ويجب ملاحظة أن "البيئة الحضرية" في هذه الوثيقة تشير إلى الخصائص الفيزيائية للمدينة، وتوزيع المباني، والمساحات الخضراء والزرقاء، وكثافة المباني وارتفاعاتها، ونفاذية الأسطح، الخ. في حين تشير "الخدمات البيئية" إلى نوعية الهواء والماء، والإيكولوجيا، والكائنات الحية في المدينة. [↑](#footnote-ref-22)