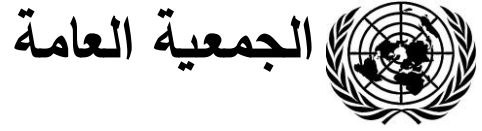


Distr.: General  
25 September 2024  
Arabic  
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي  
في الأغراض السلمية

## تقرير عن حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة وألمانيا حول المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء: التآهب لذروة النشاط الشمسي

(نويستريتس، ألمانيا، 10-14 حزيران/يونيه 2024)

### أولاً - مقدمة

- 1- أصبح طقس الفضاء مسألة مركزية تتطلب تنسيقاً دولياً محسناً ومستديماً من أجل التصدي لأحداث طقس الفضاء الشديدة، يشمل تحسين تبادل البيانات على الصعيد الدولي. وهناك أيضاً حاجة إلى أجيال أكثر تطوراً من نماذج طقس الفضاء وأدوات التنبؤ به لتلبية احتياجات المستعملين ولتبادل النواتج والتنبؤات المستمدة من نماذج طقس الفضاء وتعميمها على نحو منسق.
- 2- وقد مكّنت المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء، التي أُطلقت في عام 2009، العلماء من استخدام بيانات النظام العالمي لسواتل الملاحة في الدراسات المتعلقة بطقس الفضاء. وجمعت هذه البيانات علماء من تخصصات مختلفة (مثل علم الزلازل ودراسة الغلاف الأيوني والغلاف الجوي) من أجل العمل في مجال طقس الفضاء، وأتاحت إمكانية تطبيق الفيزياء الأساسية للعلاقات بين الشمس والأرض على الحياة اليومية، وهو ما يكتسي أهمية كبيرة بالنسبة لمقرري السياسات.
- 3- وقد اضطلعت اللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة، التي أنشئت في عام 2005، بدور مهم في عمل المبادرة، نظراً لأن العواصف المغنطيسية الأرضية والنهجات الشمسية وعدم انتظام الغلاف الأيوني عوامل يمكن أن تؤدي إلى تدهور مستوى الدقة في تحديد المواقع والملاحة والتوقيت في النظم العالمية لسواتل الملاحة. وفي الوقت نفسه، تكتسي البيانات المتاحة المستمدة من محطات النظم العالمية لسواتل الملاحة أهمية في تقييم جوانب تأثير الغلاف الأيوني بالعواصف المغنطيسية وغيرها من آثار طقس الفضاء.
- 4- وتتاح المعلومات المتعلقة بجميع الإنجازات الناتجة عن التعاون والتنسيق على الصعيد الدولي في إطار المبادرة، ومنها ما يتعلق بالأجهزة وتحليل البيانات والنمذجة والتعليم والتدريب والتوعية العامة، من خلال الرسالة الإخبارية الإلكترونية للمبادرة وموقعها الشبكي ([www.iswi-secretariat.org](http://www.iswi-secretariat.org)).
- 5- ونظّم مكتب شؤون الفضاء الخارجي، بدعم من المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، حلقة عمل الأمم المتحدة حول المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء: التآهب لذروة النشاط الشمسي. وعُقدت حلقة العمل في



نيوستريليتس، ألمانيا، في الفترة من 10 إلى 14 حزيران/يونيه 2024. وشاركت اللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة في رعاية حلقة العمل.

6- ويقدم هذا التقرير معلومات أساسية عن حلقة العمل وأهدافها وبرامجها، كما يتضمن ملخصاً لما أبداه المشاركون فيها من ملاحظات وما خلصوا إليه من استنتاجات. وقد أُعدَّ لتقديمه إلى لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية في دورتها الثامنة والستين، وإلى لجناتها الفرعية العلمية والتقنية للنظر فيه في دورتها الثانية والستين، المقرَّر عقدهما في عام 2025.

## ألف - الأهداف

7- تماشياً مع نظر اللجنة الفرعية العلمية والتقنية في بند جدول الأعمال المعنون "طقس الفضاء" (انظر الوثيقة A/AC.105/1307، الفقرات 132-143)، تمثلت أغراض حلقة العمل فيما يلي: (أ) التركيز على نشر أجهزة جديدة، خصوصاً في البلدان النامية؛ (ب) مناقشة طرائق تحليل البيانات المتعلقة بطقس الفضاء وتقسيمها؛ (د) التركيز على نتائج البحوث الجديدة واستنتاجاتها؛ (د) تعزيز التنسيق والتعاون الدوليين بشأن منتجات طقس الفضاء وخدماتها.

8- وكان للمناقشات التي دارت في حلقة العمل صلة أيضاً بخطة التنمية المستدامة لعام 2030 وبالغايات المحددة في أهداف التنمية المستدامة. وكانت مواضيع المناقشة والأهداف المتعلقة بها على النحو التالي:

(أ) مواصلة الجهود في مجال تدريس طقس الفضاء من أجل تحديد أحداث طقس الفضاء الشديدة وتبيين خصائصها على نحو أفضل، وكذلك مدى احتمال حدوثها، وتقييم تأثيراتها على النظم التكنولوجية (الهدف 4: التعليم الجيد)؛

(ب) مساهمة بحوث طقس الفضاء في تعزيز التنمية المستدامة من خلال تقادي التعطل الكارثي للمرافق الأرضية والفضائية الحساسة، وكذلك تعطل الخدمات الفضائية، خصوصاً أثناء أحداث طقس الفضاء الشديدة (الهدف 9: الصناعة والابتكار والبنى التحتية)؛

(ج) التنسيق الدولي لخدمات طقس الفضاء العملياتية، بما فيها خدمات الرصد والتنبؤ والتنوعية، خدمة للهدف العام المتمثل في حماية الحياة والممتلكات والمرافق الحساسة (الهدف 17: التشرك في سبيل تحقيق الأهداف).

## باء - البرنامج

9- لدى افتتاح حلقة العمل، ألقى كلمات ترحيب كل من مديرة مكتب شؤون الفضاء الخارجي، وممثلو الهيئة الحكومية للعلوم والبحوث في مقاطعة ميكلينبرغ - فوربومرن بألمانيا، والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (وكالة ناسا) بالولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك عمدة مدينة نيوستريليتس الألمانية.

10- ورُكِّز عرض إيضاحي رئيسي عن موضوع "النشاط الشمسي وطقس الغلاف الأيوني"، قدمه ممثل ألمانيا، على الاقتران بين النشاط الشمسي والغلاف الأيوني للأرض، وكذلك تأثير النشاط الشمسي على انتشار الموجات الراديوية، وهو موضوع تجري دراسته في نيوستريليتس منذ أكثر من 100 عام. ولوحظ أن العمليات الأيونية تشكل جزءاً أساسياً من مجال طقس الفضاء المتسم بالتعقيد، وأن فهم تلك العمليات ونمذجتها مهمان للتخفيف من تأثير طقس الفضاء على البنى التحتية التكنولوجية الحديثة. وشُدِّد على أن المبادرة الدولية بشأن

طقس الفضاء، التي تشكل نشاط المتابعة الخاص بالسنة الدولية للفيزياء الشمسية، أتاحت فرصا جديدة لفهم أفضل للعلاقات بين الشمس والأرض وتأثير طقس الفضاء على الحياة اليومية.

11- وتكوّن برنامج حلقة العمل من 11 جلسة تقنية ومناقشة بشأن الملاحظات والاستنتاجات، تلتها ملاحظات ختامية من ممثلي الجهات المشاركة في التنظيم والمشاركين. وفي إطار الجلسات التقنية، عُرض ثمانية عشر ملصقا وقُدّم 52 عرضا إيضاحيا غطت مواضيع الاندلاعات الشمسية ومصادرها في الشمس، وتأثيرها على الفضاء الأرضي (الغلاف المغنطيسي والغلاف الأيوني والغلاف الجوي وسطح الأرض)؛ والتوهجات وتأثيرها على الغلاف الأيوني/الغلاف الجوي؛ والعلاقة بين التوهجات الشمسية والانبعاثات الكتلية الإكليلية؛ وأحداث طقس الفضاء البالغة الشدة؛ وأدوات وأساليب تدريس طقس الفضاء والتوعية به؛ والنقوب الإكليلية والتيارات العالية السرعة المتصلة بنطاقات التفاعل بين التيارات؛ والجسيمات الشمسية النشطة والظواهر المرتبطة بها مثل الانفجارات الراديوية الإكليلية وبين الكواكب؛ وحالات عدم انتظام الغلاف الأيوني وتأثيرها على النظم العالمية لسوائل الملاحة، وحالات شذوذ المركبات الفضائية؛ والعواصف المغنطيسية الأرضية وتقلبات الحزام الإشعاعي الناتجة عن الانبعاثات الكتلية الإكليلية ونطاقات التفاعل بين التيارات؛ والتنبؤ بطقس الفضاء باستخدام تقنيات مختلفة، بما في ذلك التعلم الآلي؛ وأجهزة رصد طقس الفضاء؛ والاستخدام العملي لبيانات طقس الفضاء.

12- ووفرت جلسات عرض الملصقات ولسات المناقشة للمشاركين فرصة لمناقشة مشاكل ومشاريع محددة تتعلق بطقس الفضاء، وخصوصا صفائف الأجهزة وحالة تشغيلها والتنسيق فيما بينها، وكذلك الاستخدام العملي لبيانات طقس الفضاء.

13- ونُظمت جولة تقنية إعلامية داخل متحف التكنولوجيا لفائدة المشاركين في حلقة العمل.

14- وأعدّ برنامج حلقة العمل مكتب شؤون الفضاء الخارجي والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي ووكالة ناسا بالتعاون مع لجنة تنظيمية علمية دولية. وقدم رؤساء ومقررو الجلسات التقنية تعليقاتهم وملحوظاتهم كمساهمة في إعداد هذا التقرير.

15- ويتيح الموقع الشبكي لمكتب شؤون الفضاء الخارجي ([www.unoosa.org](http://www.unoosa.org)) إمكانية الاطلاع على العروض الإيضاحية وخلصات الورقات المقدمة خلال حلقة العمل، وكذلك برنامج الحلقة ومعلومات أساسية عنها.

## جيم - الحضور

16- وجّه مكتب شؤون الفضاء الخارجي الدعوة إلى علماء ومهندسين وتربويين من بلدان نامية وبلدان صناعية تنتمي إلى جميع المناطق لكي يشاركوا في حلقة العمل ويساهموا فيها. واختير المشاركون على أساس خلفياتهم العلمية والهندسية والتدريسية وتجاربهم في تنفيذ المشاريع والبرامج التي تضطلع بالمبادرة بدور قيادي فيها.

17- واستُخدمت الأموال المقدمة من الأمم المتحدة واللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسوائل الملاحة لتغطية تكاليف السفر والإقامة والتكاليف الأخرى الخاصة بـ 23 مشاركا من 20 بلدا. ودُعي لحضور حلقة العمل ما مجموعه 80 خبيرا.

18- وكانت الدول الأعضاء الـ 31 التالية ممثلة في حلقة العمل من خلال المشاركة حضوريا وعبر الإنترنت: الأرجنتين، ألمانيا، إندونيسيا، أوكرانيا، إيطاليا، باكستان، البرازيل، تايلند، تركيا، تشيكيا، جمهورية كوريا، جنوب أفريقيا، رواندا، سري لانكا، صربيا، الصين، غانا، فرنسا، فنلندا، كندا، كوت ديفوار، كينيا، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، النرويج، النمسا، نيبال، نيجيريا، الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان، اليونان. كما حضر حلقة العمل ممثلون عن مكتب شؤون الفضاء الخارجي.

## ثانياً - الملاحظات والاستنتاجات

19- لاحظ المشاركون في حلقة العمل أن الانبعاثات الكتلية الإكليلية هي عمليات طرد واسعة النطاق للبلازما الممغنطة من الطبقة السفلى من الغلاف الجوي الشمسي إلى الفضاء بين الكواكب. وهذه الانبعاثات، جنباً إلى جنب مع التوهجات المصاحبة لها في كثير من الأحيان، هي أكبر عمليات إطلاق للطاقة في النظام الشمسي والمحرك الرئيسي لاضطرابات طقس الفضاء على الأرض والكواكب الأخرى. وبناء على ذلك، من المعروف أن الانبعاثات الكتلية الإكليلية تسبب أشد آثار طقس الفضاء، مثل العواصف المغنطيسية الأرضية التي يمكن أن تحفز تيارات كهربائية في خطوط الكهرباء، مما قد يؤدي إلى أعطال واسعة النطاق في الشبكة الكهربائية وتضرر البنى التحتية. كما يمكن للعواصف المغنطيسية الأرضية أن تعدل إشارات النظم العالمية لسواحل الملاحة، مما يتسبب في تدهور الدقة. ومن ثم، من الضروري إجراء بحوث مكثفة بغية تكوين فهم أفضل للعمليات الفيزيائية في مجال طقس الفضاء المتسم بالتعقيد وتعدد التخصصات من أجل حماية التكنولوجيا والبنية التحتية والأنشطة البشرية في الفضاء وعلى الأرض على حد سواء.

20- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن التنبؤ بتأثير الانبعاثات الكتلية الإكليلية لا يزال يمثل تحدياً بسبب طبيعتها المعقدة والمتغيرة وعدم دقة قياسات الرياح الشمسية في الخلفية. ومن ثم، فإن النماذج المتقدمة القائمة على الإكليل والغلاف الشمسي، التي تتضمن بيانات الرياح الشمسية في الوقت الحقيقي وقياسات تفصيلية للمجال المغنطيسي، ضرورية لتحسين التنبؤات. كما أن البيانات التي تُجمع في إطار بعثات مثل مسبار "باركر" الشمسي التابع لوكالة ناسا وبعثة "سولار أوربيتر" التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (وكالة الإيسا) من شأنها أن توفر معلومات مفصلة عن البيئة القريبة من الشمس، مما يعزز فهم عمليات الحفز المتعلقة بانبعاث الكتلة الإكليلية وتفاعله مع الرياح الشمسية.

21- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن البقع الشمسية هي مناطق مظلمة مؤقتة تُلاحظ على سطح الشمس، ويُعزى مظهرها المظلم إلى أن درجة حرارتها أقل من نظيرتها في المنطقة المحيطة بها، وأن هذه البنى تدل على وجود مجال مغنطيسي قوي. وقد أصبحت العلاقة بين نشاط البقع الشمسية ونشاط التوهج، وكذلك المبادئ الفيزيائية الكامنة وراء التوهجات الشمسية، مسألة مهمة بسبب آثار طقس الفضاء الناتجة عن تلك الظواهر النشطة. ومن المهم فهم التوهجات الشمسية والأنشطة المرتبطة بها، لأن من شأن هذا الفهم أن يوفر أداة للتنبؤ بطقس الفضاء الذي يؤثر على الفضاء بين الكواكب والغلاف الجوي العلوي للأرض ومن ثم على نظام الطقس.

22- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل كيف ترتبط أنواع مختلفة من البقع الشمسية بمستويات مختلفة من النشاط الشمسي. وتناولت المناقشات تصنيف شدة التوهج وعلاقته بالتصنيفات المختلفة لشدة النشاط الشمسي. ولوحظ أن مجموعات البقع الشمسية تُصنّف بطريقتين مختلفتين، بناءً على خصائصها المورفولوجية وتطورها (تصنيف زيورخ المعدّل) وعلى خصائصها المغنطيسية (تصنيف جبل ويلسون المغنطيسي). ولوحظ أيضاً أنه يمكن استخدام تصنيف جبل ويلسون المغنطيسي لمجموعات البقع الشمسية كأداة التنبؤ الرئيسية التي تنشئ نموذجاً للتنبؤ بالتوهج الشمسي يتسم بقدر أكبر من المعقولية.

23- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن أحداث طقس الفضاء البالغة الشدة تعتبر أحداثاً شديدة التأثير ومنخفضة الاحتمالية تبدأ على سطح الشمس في شكل توهجات شمسية شديدة وانبعاثات كتلية إكليلية. وأحاط المشاركون علماً بالسنة الكبرى للفيزياء الشمسية، وهي احتفال عالمي بعلوم الشمس وتأثير الشمس على الأرض والنظام الشمسي بأكمله، وبأنشطة هذا الاحتفال في عامي 2024 و2025 التي ستتركز على دراسات العناصر الممتدة من الشمس إلى الفضاء الأرضي والتي يمكن أن تسبب أحداث طقس فضاء تتراوح بين كبرى وبالغة الشدة.

24- وأحاط المشاركون في حلقة العمل علما بالمبادرة التي تضطلع بها أفرقة العمل الدولية المعنية بطقس الفضاء التابعة للجنة أبحاث الفضاء (مبادرة ISWAT)، والتي تشكل منصة عالمية للتعاون من أجل التصدي التحديات في مختلف مجالات طقس الفضاء. ويتمثل أحد أهداف فريق من هذه الأفرقة، وهو الفريق S2-01، في دراسة ومقارنة مخططات مؤتممة مختلفة للكشف عن الثقوب الإكليلية، وتطوير استراتيجيات تهدف إلى إجراء تقييم كمي لعدم اليقين بشأن مواقع حدود الثقوب الإكليلية. ولوحظ أيضا أن هناك مجموعة بيانات لصور إكليلية متاحة للجمهور لتحليلها (<https://iswat-cospar.org/S2-01>).

25- وأبلغ المشاركون في حلقة العمل بأن مركز النمذجة المنسّق مجتمعيًا، وهو شراكة بين الوكالات تهدف إلى إجراء البحوث دعما لتوليد نماذج متقدمة لعلوم الفضاء وطقس الفضاء، يوفر آلية يمكن من خلالها التحقق من صحة النماذج البحثية واختبارها وتحسينها بغية استخدامها في التنبؤ بطقس الفضاء. كما يتيح المركز إمكانية الوصول إلى عدد كبير من أحدث النماذج البحثية. وتشمل مجموعة النماذج، المتسمة بتوسّعها المستمر، نماذج في جميع المجالات العلمية، من الهالة الشمسية إلى الغلاف الجوي العلوي للأرض. وتقدّم هذه الخدمة العلمية من خلال الإنترنت (<http://ccmc.gsfc.nasa.gov>).

26- وأبلغ المشاركون في حلقة العمل أيضا بالنتائج الأولى المستمدة من مسبار راديوي برمجي منخفض التكلفة للغلاف الأيوني يقع في المنطقة الاستوائية الأفريقية. ولوحظ أن المقارنة أظهرت أن المسبار الراديوي البرمجي المنخفض التكلفة والطاقة للغلاف الأيوني أظهر مستوى من الأداء يعادل أو يفوق أداء مسابير الغلاف الأيوني التقليدية المتاحة في المنطقة من حيث الموثوقية والمرونة والدقة في تحديد بارامترات الغلاف الأيوني الرئيسية.

27- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن اندلاع النتوءات يمكن أن يكون له تأثير كبير على البيئة الشمسية-الأرضية. ولوحظ أن تحليل البيانات أظهر وجود ارتباط بين تزايد ارتفاع النتوء وفترات التذبذب، مما يشير إلى وجود صلة محتملة بالاندلاع اللاحق الذي رصدته المركبة الفضائية التابعة لمرصد العلاقات بين الشمس والأرض. ومن ثمّ، وفرت هذه النتائج رؤى جديدة حول ديناميكيات النتوءات، وقد تمهد الطريق أمام تحسين التنبؤ بالاندلاعات، مما يساعد على التنبؤ بطقس الفضاء في المستقبل.

28- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن ظواهر الغلاف الأيوني الرئيسية التي تسبب آثارا محتملة لطقس الفضاء على النظم العالمية لسوائل الملاحة تشمل ظهور تدرجات كبيرة في المحتوى الكلي من الإلكترونات في الغلاف الأيوني، وحالات عدم انتظام الغلاف الأيوني التي تؤدي إلى تغير سريع في سعة الإشارة و/أو مقدار الوميض، والزيادات المفاجئة في الضوضاء الخلفية أو المحتوى الكلي من الإلكترونات بسبب الانفجارات الراديوية الشمسية أو التوهجات الشمسية. وقد أُجريت بيانات عملية لهذه الظواهر باستخدام أرصاء المحتوى الكلي من الإلكترونات في النظم العالمية لسوائل الملاحة، المتاحة في قاعدة البيانات "مادريغال" (<http://cedar.openmadrigal.org>). ويجري حاليا تنزيل ومعالجة المعلومات من أكثر من 6 000 موقع من المواقع الخاصة بالنظم العالمية لسوائل الملاحة يوميا. وقد استُخدمت مجموعة البيانات هذه لرصد البصمات الأيونية لسعات الكثافة التي تعززها العواصف، والتوهجات الشمسية، والنبضات المغنطيسية الأرضية، والبنى الشفقية، والاحترار الستراتوسفيري، والانفجار البركاني في تونغغا.

29- وإضافة إلى ذلك، تتضمن قاعدة البيانات "مادريغال" حاليا أرسادا للوميض مستقاة من شبكات من أجهزة استقبال متخصصة في الوميض ضمن أجهزة الاستقبال الخاصة بالنظم العالمية لسوائل الملاحة. وفي الوقت الحالي، تتوافر بيانات الوميض الخاصة بعامي 2023 و2024 بالكامل على الإنترنت. وتشمل قاعدة البيانات هذه بيانات من شبكات مختلفة، بما في ذلك شبكة أجهزة رصد طقس الشفق القطبي في الفضاء في كندا وألاسكا (MACAWS)، والشبكة الكندية لرصد الغلاف الأيوني في أعالي منطقة القطب الشمالي (CHAIN)،

وشبكة أجهزة استشعار الغلاف الإيوني المنخفضة الارتفاع (LISN)، والشبكة التابعة للمعهد الوطني للجيوفيزياء وعلم البراكين في إيطاليا.

30- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أنه من أجل توفير مدخلات ذات صلة بتطوير الجيل الثاني من نظام التعزيز الأوروبي القائم على السوائل (EGNOS V3)، أنشئت شبكة واسعة النطاق من أجهزة الاستقبال الموزعة عالمياً بغية تحليل كل من المحتوى الكلي من الإلكترونات وبيانات الوميض. وإضافة إلى ذلك، جرت محاولة لتسجيل تدفقات البيانات الخاصة بأحداث الوميض الشديد من مناطق خطوط العرض المنخفضة والمرتفعة. ويمكن بعدئذٍ استخدام تدفقات البيانات كسيناريوهات توفر أمثلة لمختلف أجهزة استقبال النظم العالمية لسوائل الملاحه بغرض اختبار فعاليتها فيما يتعلق بالوميض القوي من حيث السعة والطور.

31- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أيضاً أن المبادرة تتألف من 19 جهازاً، تتعهد ألمانيا تجهيز منها، وهما: الجهاز الفلكي المرغّب المنخفض الترددات والمنخفض التكلفة للتحليل الطيفي والمرصد المتنقل (كاليسـتو) والنظام العالمي لاكتشاف توهج الغلاف الأيوني (GIFDS). ولوحظ أن المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في نيوستريليتس يتولى تشغيل عدة أجهزة استقبال خاصة بجهاز كاليسـتو (في نطاق 10-80 ميغاهيرتز و100-800 ميغاهيرتز و1 000-1 600 ميغاهيرتز)، وكذلك أجهزة استقبال خاصة بالنظام العالمي لاكتشاف توهج الغلاف الأيوني لرصد الانفجارات الراديوية الشمسية والتوهجات الشمسية. وسُلِّط الضوء على استمرار تطوير أجهزة الاستقبال الأصلية من حيث المعدات والبرمجيات بغية تقليل الضوضاء وتيسير أعمال الصيانة من أجل رصد سلوك مسارات الانتشار المختلفة. ونتج عن ذلك التطوير أجهزة استقبال صغيرة الحجم مزودة بشاشة وكمبيوتر شخصي مدمجين، مما يشكل الأساس اللازم لمجموعة واسعة من تحليلات أحداث طقس الفضاء.

32- ولاحظ المشاركون في حلقة العمل أن عدداً من أجهزة مطياف كاليسـتو قد نُشر في جميع أنحاء العالم، وتشكل هذه الأجهزة معاً شبكة e-Callisto. وتُحْمَل البيانات من فرادى الأجهزة تلقائياً من خلال بروتوكول نقل ملفات إلى الخادوم المركزي في جامعة نورث ويسترن للعلوم والفنون التطبيقية في سويسرا، وهي متاحة على الرابط ([www.e-callisto.org](http://www.e-callisto.org)) جنباً إلى جنب مع الوثائق التقنية الخاصة بجهاز كاليسـتو.

33- وناقش المشاركون في حلقة العمل مشكلة التنبؤ بطقس الفضاء باستخدام النهج التقليدية، فضلاً عن مزايا استخدام تقنيات التعلم الآلي لتحديد الظواهر التي تؤثر على طقس الفضاء وتبين خصائصها.

34- وفيما يتعلق بالجوانب العملية لطقس الفضاء، لوحظ أن مركز التميز لأبحاث طقس الفضاء والتطبيقات التكنولوجية (SPARTA) يستخدم نماذج حاسوبية لتكرار اضطرابات طقس الفضاء، ويستخدم التجارب والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتطوير حلول للمساعدة في تحسين أداء السوائل وغير ذلك من تكنولوجيات الملاحه في الظروف غير المؤاتية.

35- وأشير أيضاً إلى أن شبكة خدمات طقس الفضاء التابعة لوكالة الإيسا تقدم خدمات ما قبل التشغيل لعمليات المركبات الفضائية على أساس نموذج اتحادي لتقديم الخدمات، مما يوفر للمستعملين النهائيين مجموعة واسعة للغاية من المنتجات والمعلومات عن أحوال طقس الفضاء حالياً وفي المستقبل، إلى جانب تقديم الدعم التحليلي بعد انقضاء الحدث. ويُقدّم ذلك جنباً إلى جنب مع البيانات الأولى المستقاة من النظام المورّع لاستشعار طقس الفضاء التابع لوكالة الإيسا من خلال البوابة الإلكترونية الخاصة بطقس الفضاء التابعة للوكالة (<https://swe.ssa.esa.int>).

36- وساعدت المناقشات التي دارت في حلقة العمل في (أ) تحديد أي فجوات كبيرة تتعلق بأنواع الأجهزة وتغطيتها؛ و(ب) تحديد المشاكل المتعلقة بصيانة الأجهزة وتدقيق البيانات من حيث استمرارية البيانات وجمعها وتحليلها ونمذجتها؛ و(ج) مناقشة كيفية جذب شباب العلماء ودعم المبادرات الدولية الجارية الأخرى المعنية بطقس الفضاء.

37- واتفق المشاركون في حلقة العمل على ضرورة الجمع بين البيانات المستمدة من صفائف الأجهزة الخاصة بالمبادرة والبيانات الفضائية والبيانات الأرضية الأخرى من خلال النمذجة والقياسات من أجل النهوض بمستوى علوم طقس الفضاء، مما يؤدي إلى نتائج بحثية قوية ونشر أوراق علمية في المجالات الدولية. واتفق أيضا على أنه ينبغي للأوساط المعنية بطقس الفضاء والنظام العالمي لسواتل الملاحه أن تتبادل البيانات وتتعاون في مجال بحوث طقس الفضاء.

38- وبدعم من الدول الأعضاء تحت مظلة لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، يتعين مواصلة الجهود الرامية إلى تحقيق الهدف المنشود المتمثل في التنبؤ الموثوق بطقس الفضاء مع إشراك مجمل أوساط علوم الفضاء عموما ومجتمع طقس الفضاء على وجه الخصوص.

39- وقدم المشاركون في حلقة العمل التوصيات التالية:

(أ) ينبغي مواصلة بناء القدرات وتوفير الإرشاد التقني للبلدان التي تود الانخراط في علوم طقس الفضاء وتدريبها؛

(ب) ينبغي المضي في تطوير الفرص لمواصلة علاقات الشراكة مع الكيانات والأنشطة المعنية ببناء القدرات ضمن إطار الأمم المتحدة؛

(ج) ينبغي تشجيع زيادة التعاون الدولي من أجل تلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية من خدمات طقس الفضاء، كما ينبغي إنشاء آلية تنسيق، تكون المشاركة فيها طوعية، ويدعمها مكتب شؤون الفضاء الخارجي حسب الاقتضاء.

40- ومن أجل تمهيد الطريق أمام تنسيق وتعاون دولي فعال في مجال بحوث طقس الفضاء وخدماته، ينبغي ألا تكون هناك أي عوائق أمام تدفق البيانات والاتصالات. وتحقيقا لهذه الغاية، ينبغي تشجيع اتباع سياسة وطنية قائمة على البيانات المفتوحة، مشفوعة بقواعد تشغيل ومعايير خاصة بالبيانات.

41- وأبلغ المشاركون في حلقة العمل بأن شركة Springer Publishing Company ستنتشر وقائع حلقة العمل. ومن شأن هذه الوقائع أن تسلط الضوء على حالة الأبحاث في مجال طقس الفضاء على الصعيد العالمي، وخصوصا في البلدان النامية. ودُعي جميع المشاركين إلى تقديم نتائج بحوثهم المتعلقة بطقس الفضاء إلى المحررين المعنيين بوقائع حلقة العمل.

42- وأحاط المشاركون في حلقة العمل علما بالعرض الذي قدمته نيجيريا لاستضافة حلقة العمل في عام 2025. كما أحاطت علما باهتمام جمهورية كوريا باستضافة حلقة العمل في عام 2026.

43- وأعرب المشاركون في حلقة العمل عن تقديرهم للأمم المتحدة والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي والجهات المشاركة في رعاية الحلقة واللجنة التنظيمية العلمية لما وفروه من مضمون لحلقة العمل ولحسن تنظيمهم وتنفيذهم لها.