الأمم المتحدة A/AC.105/1275

الجمعية العامة

Distr.: General
24 November 2022
Arabic
Original: English

لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية

تقرير عن حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة وأذربيجان حول المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء: الشمس وطقس الفضاء والمحيط الأرضي

(باكو، 31 تشرين الأول/أكتوبر – 4 تشرين الثاني/نوفمبر 2022)

أولا- مقدمة

1- طقس الفضاء بطبيعته مسألة دولية، فالعواصف الشمسية والمغناطيسية تؤثر على مناطق واسعة من الأرض على نحو متزامن، كما أن اضطرابات الغلاف الأيوني الاستوائي تحدث بانتظام في جميع أنحاء العالم. ولذلك، من المناسب أن تشجّع الأمم المتحدة على إدخال تحسينات على نمذجة طقس الفضاء والتنبؤ به لفائدة جميع الدول.

2- وقد أُطلقت المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء في عام 2009، وطورت قدرات بحثية في التخصصات العلمية المتصلة بالعلاقات بين الشمس والأرض وطقس الفضاء في العديد من البلدان حول العالم. وأنشأت المبادرة منصة تعتمد نهجا ينطلق من القاعدة لإنشاء مجتمعات ذات دراية بطقس الفضاء، وخصوصا في البلدان النامية، وتمكين تلك المجتمعات من العمل معا كشبكة لتبادل الأفكار والمعلومات والبيانات، ولإعداد مشاريع مشتركة.

3- ورغم أن اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية اختتمت رسميا بند جدول الأعمال المعنون "المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء" في عام 2012، فقد تواصلت أنشطة المبادرة في إطار بند جدول الأعمال المعنون "طقس الفضاء" (انظر الوثيقة A/AC.105/1001، الفقرة 226).

4- وتُواصل المبادرة توسيع صفائف الأجهزة القائمة وتطوير صفائف جديدة. وتوجد حاليا 19 صفيفة أجهزة منتشرة على نطاق العالم تضم نحو 045 1 من تلك الأجهزة المنشورة التي تسجل بيانات عن التفاعلات الشمسية-الأرضية، من الانبعاثات الكتلية الإكليلية إلى تغيرات المحتوى الإلكتروني الإجمالي للغلاف الأيوني. ويمكن الاطلاع على الموقع الشبكي للمبادرة على الرابط www.iswi-secretariat.org.

5- وقد مكنت المبادرة العلماء من استخدام بيانات النظام العالمي لسواتل الملاحة في الدراسات المتعلقة بطقس الفضاء. وجمعت هذه البيانات علماء من تخصصات مختلفة (مثل علم الزلازل والغلاف الأيونى والغلاف الجوي) من أجل العمل في مجال طقس الفضاء، وإتاحة تطبيق الفيزياء الأساسية للعلاقات بين الشمس والأرض على الحياة اليومية، وهو ما يكتسي أهمية كبيرة بالنسبة إلى مقرري السياسات.

الرجاء إعادة استعمال الورق

6- وتخضع أنشطة المبادرة لإشراف لجنة توجيهية تجتمع مرة واحدة في السنة على هامش دورات اللجنة الفرعية العلمية والتقنية. ويناقش المشاركون في اجتماع اللجنة التوجيهية حالة تشغيل وتنسيق مختلف صفائف الأجهزة، وتحليلات بيانات طقس الفضاء، وأنشطة المبادرة. وتُعرَض التقارير السنوية التي يقدمها المنسقون الوطنيون ومشغلو الأجهزة في ذلك الاجتماع وتُنشر في النشرة الإخبارية للمبادرة.

7- وعُقدت حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة وأذربيجان حول المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء: الشمس وطقس الفضاء والمحيط الأرضي من أجل استعراض نتائج تشغيل صفائف أجهزة المبادرة ومناقشة سبل مواصلة الاضطلاع بأنشطة البحث والتعليم في مجال طقس الفضاء. واشترك في تنظيم حلقة العمل مكتب شؤون الفضاء الخارجي وجامعة باكو الحكومية نيابة عن حكومة أذربيجان، وشاركت في تنظيمها ورعايتها اللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة. واستضافت جامعة باكو الحكومية حلقة العمل، التي عُقدت بالمشاركة حضوريا وعبر الإنترنت في باكو، في الفترة من 31 تشرين الأول/أكتوبر إلى 4 تشرين الثاني/نوفمبر 2022.

8- ويقدم هذا التقرير معلومات أساسية عن حلقة العمل وأهدافها وبرنامجها، كما يتضمن ملخَّصا لما أبداه المشاركون فيها من ملاحظات وما قدموه من توصيات. وقد أُعد التقرير لتقديمه إلى لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية في دورتها السادسة والستين وإلى لجنتها الفرعية العلمية والتقنية في دورتها الستين، اللتين ستُعقدان في عام 2023.

ألف- المعلومات الأساسية والأهداف

9- تتألف المبادرة من ثلاثة عناصر، هي: (أ) برنامج صفائف الأجهزة، الذي يتولى تشغيل ونشر أجهزة رصد طقس الفضاء؛ و(ب) برنامج تنسيق البيانات وتحليلها، الذي يُعِدُّ نماذجَ تنبّؤ تَستخدم بيانات المبادرة؛ و(ج) برامج التدريب والتعليم وتوعية الجمهور.

10- ولما كانت الأوساط العلمية والمجتمع العلمي يسلِّمان على نحو متزايد بأثر طقس الفضاء على البنية التحتية للاقتصاد العالمي، يجب أن تكون جهود البحث في إطار المبادرة متضافرة على النطاق العالمي، بالنظر إلى أن تلك الجهود ستسهم في نهاية المطاف في تحسين فهم الظروف الشمسية والظروف التي تسود في الرياح الشمسية والغلاف المغناطيسي والغلاف الأيوني والغلاف الحراري والتي يمكن أن تؤثّر على أداء وموثوقية النظم التكنولوجية الفضائية والأرضية ويمكن أن تمثِّل خطرا على حياة الإنسان وصحته.

11- وقد اضطلعت اللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة بدور مهم في عمل المبادرة، نظراً لاستخدام أجهزة استقبال النظم العالمية لسواتل الملاحة في تحسين فهم العمليات الدينامية التي تحدث في الغلاف الجوي لكوكب الأرض بفعل ظواهر طقس الفضاء الشديدة الوطأة والتفاعل الشمسي-الأرضي وتأثيرات تلك العمليات على السواتل.

12- وتماشيا مع نظر اللجنة الفرعية العلمية والتقنية في بند جدول الأعمال المعنون "طقس الفضاء" (انظر الوثيقة A/AC.105/1258، الفقرات 158-172)، تمثلت أغراض حلقة العمل فيما يلي: (أ) توعية الدول الأعضاء بأثر طقس الفضاء؛ و(ب) التركيز على نشر أجهزة جديدة، خصوصا في البلدان النامية؛ و(ج) مناقشة طرائق تحليل البيانات المتعلقة بطقس الفضاء؛ و(د) التركيز على نتائج البحوث الجديدة واستنتاجاتها؛ و(هـ) التشجيع على زيادة التعاون في إقامة الشراكات بين مقدمي الأجهزة ومستضيفيها. وكان لمناقشات حلقة العمل صلة أيضا بخطة التنمية المستدامة لعام 2030 وبأهداف التنمية المستدامة 4 و9 و17.

باء- البرنامج

13- في افتتاح حلقة العمل، أدلى بكلمة ترحيبية كل من رئيس جامعة باكو الحكومية، ووزير العلوم والتعليم في أذربيجان، ونائب وزير الشباب والرياضة في أذربيجان، ورئيسة مجلس إدارة وكالة الفضاء الأذربيجانية "Azercosmos"، ومدير مرصد شاماخي "نصير الدين الطوسي" للفيزياء الفلكية، وأستاذ فخري بجامعة ماريلاند، وممثل الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا). وأدلى كل من ممثل مكتب شؤون الفضاء الخارجي وممثلة الأمانة التنفيذية للجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة بكلمة افتتاحية. وألقى كل من الأستاذ الفخري بجامعة ماريلاند وممثل وكالة ناسا كلمة رئيسية.

14- وتكوَّن برنامج حلقة العمل من ثماني جلسات تقنية ومناقشات بشأن الملاحظات والتوصيات، تلتها ملاحظات ختامية من المشاركين في التنظيم. وقُدم ما مجموعه 57 عرضا إيضاحيا في الجلسات التقنية، شملت مواضيع في مجالات: (أ) أجهزة طقس الفضاء وبياناته؛ و(ب) نَمذَجَة طقس الفضاء؛ و(ج) بحوث طقس الفضاء؛ و(د) الفيزياء الشمسية؛ و(ه) اقتران الغلاف المغناطيسي والغلاف الأيوني والغلاف الحراري؛ و(و) آثار طقس الفضاء؛ و(ز) برامج طقس الفضاء الوطنية والإقليمية؛ و(ح) دراسات الحالة والتوعية والتثقيف بشأن طقس الفضاء.

15- وتضمنت كل جلسة تقنية مناقشة تركز على التحديات والمسائل الرئيسية المطروحة في العروض. ولُخصت نتائج المناقشات وعُرضت في الجلسة الختامية التي شهدت تبادلا ختاميا للآراء واعتماد الاستنتاجات والتوصيات.

16- كما نُظمت جولة تقنية إعلامية داخل وكالة الفضاء الأذربيجانية لفائدة المشاركين في حلقة العمل.

17- وأَعدَّ البرنامج مكتب شؤون الفضاء الخارجي وجامعة باكو الحكومية، بالتعاون مع اللجنة العلمية المنظِّمة. وقدَّم رؤساء ومقررو الجلسات التقنية تعليقاتهم وملحوظاتهم كمساهمة في إعداد هذا التقرير.

18- ويمكن الاطلاع في الموقع الشبكي لمكتب شؤون الفضاء الخارجي (www.unoosa.org) على العروض الإيضاحية وخلاصات الورقات المقدمة في حلقة العمل، وكذلك برنامج الحلقة ومعلومات أساسية عنها.

جيم- الحضور

19- وجَّه مكتب شؤون الفضاء الخارجي وجامعة باكو الحكومية الدعوةَ إلى علماء ومهندسين وتربويين من بلدان نامية وبلدان مصنعة تنتمي إلى المناطق الاقتصادية كافةً لكي يشاركوا في حلقة العمل ويساهموا فيها. واختير المشاركون على أساس خلفياتهم العلمية والهندسية والتعليمية وخبراتهم في تنفيذ البرامج والمشاريع التي أدَّت فيها المبادرة دورا رياديا.

20- واستُخدمت الأموال المقدَّمة من الأمم المتحدة وحكومة أذربيجان واللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة من أجل تغطية تكاليف السفر والإقامة وسائر التكاليف فيما يخص 25 مشاركا من 23 بلدا. ودُعي لحضور حلقة العمل ما مجموعه 281 خبيرا.

21- وكانت الدول الأعضاء الـ65 التالية ممثلة في حلقة العمل من خلال المشاركة حضوريا وعبر الإنترنت: الاتحاد الروسي، إثيوبيا، أذربيجان، إسبانيا، إستونيا، ألمانيا، إندونيسيا، أوغندا، إيران (جمهورية-الإسلامية)، إيطاليا، باكستان، البحرين، البرازيل، بلجيكا، بنغلاديش، بوركينا فاسو، بولندا، بيرو، تركيا، الجزائر، جمهورية كوريا، جمهورية الكونغو الديمقراطية، جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية، زامبيا، سري لانكا، سلوفاكيا، السنغال، السودان، شيلي، صربيا، الصومال، الصين، طاجيكستان، العراق، غابون، غانا، غينيا، الفلبين، فنزويلا (جمهورية-البوليفارية)، كازاخستان، الكاميرون، كرواتيا، كوت ديفوار، كولومبيا، الكونغو، الكويت، كينيا، لاتفيا، لبنان، مالطة، ماليزيا، مصر، المغرب، المكسيك، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، منغوليا،

ميانمار، النمسا، نيبال، نيجيريا، هايتي، الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان، اليمن. كما حضر حلقة العمل ممثلون عن مكتب شؤون الفضاء الخارجي.

ثانيا- الملاحظات والتوصيات

22- رأى المشاركون أن أنشطة البحث المتعلقة بطقس الفضاء هي إحدى الخطوات الأولى في تنفيذ برنامج أوسع نطاقا من التدابير الرامية إلى حماية الأرض من الأخطار التي يشكلها الفضاء. وأُجريت مناقشة بشأن وسائل التصدي للتهديدات المحتملة، بما في ذلك ظواهر طقس الفضاء الشديدة الوطأة وأحداث مثل التوهجات السماوية الفائقة وارتطامات الكويكبات التي يكون احتمال حدوثها ضعيفا، والتي تكون عواقبها وخيمة في حال وقوعها.

23- ولاحظ المشاركون أن تواتر الحالات الشاذة فيما يخص المركبات الفضائية يبلغ ذروته عادةً بعد أيام قليلة من بداية حدث يتعلق بالجسيمات الطاقية الشمسية في الفضاء القريب من الأرض أو البدء المفاجئ لعاصفة شمسية. وفي كلتا الحالتين، تتفاعل البروتونات والإلكترونات الطاقية في البيئة الفضائية مع مكونات المركبات الفضائية، مما يتسبب في تدهورها أو فقدانها.

24- ولاحظ المشاركون أيضا أن الظواهر التي ينتجها النشاط الشمسي، مثل التوهجات والانبعاثات الكتلية الإكليلية، يمكن أن يكون لها أثر شديد على البيئة الأرضية. وفي الدراسات التي أُجريت على الانبعاثات الكتلية الإكليلية والإلكترونات الطاقية التي تسبب انفجارات راديوية، وفرت عمليات الرصد المشتركة باستخدام مقياس التداخل الراديوي والصفيفة المنخفضة الترددات وأجهزة الاستقبال الراديوية الفضائية صورة شاملة لمختلف جوانب خصائص التوهجات، وأسهمت في تقديرات لأثر تلك التوهجات على الأرض. وأُبرز أن عمليات رصد الشمس من خلال الموجات الصغرى لا تزال تمثل أحد أهم الاتجاهات في علم الفلك الراديوي الشمسي والفيزياء الشمسية. وأحيط المشاركون علما بعمليات الرصد القياسية الاستقطابية الطيفية للشمس التي أجراها المقراب الراديوي RT-32 في مركز فنتسبيلز الدولي لعلم الفلك الراديوي. وعُرضت نتائج دراسة تتعلق بالاضطرابات التي تقع في المنطقة D من الغلاف الأيوني، أُجريت باستخدام جهاز الاستقبال ذي التردد الشديد الانخفاض لنظام الرصد والنمذجة والتعليم الخاص بطقس الغلاف الجوي الكهرومغناطيسي.

25- ولاحظ المشاركون أن التنبؤ بطقس الفضاء مسألة معقدة تنطوي على نمذجة البلازما الشمسية من الهالة الشمسية وحتى الغلاف الجوي للأرض. ولذلك، هناك حاجة إلى نماذج قائمة على الإكليل والأغلفة الشمسي والأيوني والمغناطيسي لمحاكاة انتقال الطاقة من الشمس إلى الأرض. ومن أجل الجمع بين كافة تلك النماذج وربطها على منصة افتراضية تفاعلية لنمذجة طقس الفضاء، يجري تطوير المركز الافتراضي لنمذجة طقس الفضاء، الذي سيجمع 19 نموذجا منفصلا. ولاحظ المشاركون نمذجة حدث انبعاث كتلة إكليلية باستخدام نموذج جديد خاص بالغلاف الشمسي يسمى إيكاروس، ونمذجة المحتوى الإلكتروني الإجمالي فوق أفريقيا باستخدام سواتل تابعة لنظام كوكبة سواتل الأرصاد الجوية ومراقبة الغلاف الأيوني والمناخ.

26- ولاحظ المشاركون أيضا النماذج الأقل تطورا ولكن الأسرع، مثل الأداة الأوروبية لمعلومات التنبؤ الهيليوسفيرية ونموذج ثلاثي الأبعاد للهيدروديناميكا المغناطيسية الإكليلية يُسمى COCONUT، اللذان تستخدمهما خدمات طقس الفضاء العملياتية للتنبؤ بالرياح الشمسية وانتشار الانبعاثات الكتلية الإكليلية في الغلاف الشمسي الداخلي وإمكانية انتشارها نحو الأرض. ولوحظ كذلك أن نموذج غورغون للهيدروديناميكا المغناطيسية قد كُيِّفَ من أجل محاكاة الغلاف المغناطيسي العالمي بوتيرة أسرع من المحاكاة الآنية، مما يسمح للرياح الشمسية المنمذَجة والمقيسة بتوفير تنبؤات مستمرة بالظروف المغناطيسية الأرضية.

27- وأحاط المشاركون علما بنموذج NeQuick2 لقياس الكثافة الإلكترونية في الغلاف الأيوني، المصمَّم تحديدا للتطبيقات الخاصة بانتشار الإشارات عبر الغلاف الأيوني من أجل إعادة إنتاج السلوك الوسيط

("المناخ") للغلاف الأيوني وتقدير الكثافة الإلكترونية الثلاثية الأبعاد للغلاف الأيوني فيما يتعلق بالظروف الراهنة ("الطقس"). ويمكن الاطلاع على الموقع الشبكي للنموذج الشبكي NeQuick2 على الرابط https://t-ict4d.ictp.it/nequick2/nequick-2-web-model.

28- وأُطلع المشاركون أيضا على تطوير شبكة أجهزة رصد طقس الشفق القطبي في ألاسكا وكندا في الفضاء من أجل سدِّ الثغرات الموجودة في بيانات طقس الفضاء. وتتألف هذه الشبكة من أجهزة استشعار متشابكة توفر معلومات آنية وتاريخية عن المحتوى الإلكتروني الإجمالي والمحتوى الإلكتروني الإجمالي التفاضلي ونواتج بيانات الوميض بواسطة النظم العالمية لسواتل الملاحة. وتُدخل جميع البيانات في قاعدة البيانات "مادريغال" وتتاح للمعالجة شبه الآنية. ولوحظ أن خرائط عمودية للمحتوى الإلكتروني الإجمالي قد أُنتجت من نحو 000 6 جهاز استقبال ثنائي التردد خاص بالنظام العالمي لسواتل الملاحة في جميع أنحاء العالم. وكانت البيانات المتعلقة بالمحتوى الإلكتروني الإجمالي متاحة على الإنترنت اعتبارا من عام 2000، وكان منتج جديد، هو ملفات بيانات المحتوى الإلكتروني الإجمالي لخط الأفق، متاحا على مدى السنوات الثلاث الماضية. وتوفر ملفات البيانات تلك محتوى إلكترونيا إجماليا لكل ساتل وكل جهاز استقبال، كل 30 ثانية. ويمكن الاطلاع على الموقع الشبكي لقاعدة البيانات "مادريغال" على الرابط http://cedar.openmadrigal.org.

29- ولاحظ المشاركون أن كميات هائلة من البيانات تنتجها أجهزة أرضية وفضائية مصمَّمة لرصد النظام الشمسي-الأرضي. وإضافةً إلى زيادة القدرة الحاسوبية، تُستخدم مجموعات البيانات تلك لإنتاج نماذج للتنبؤ ومنتجات خاصة بطقس الفضاء. ولوحظ أن نهج التعلم الآلي يمكن أن يُستخدم لاستبانة الوظائف التي يمكن أن تقارب عمليات طقس الفضاء والتنبؤ بمظاهرها في المجال المغناطيسي للأرض وفي الغلاف الأيوني.

30- وفيما يتعلق بتطبيقات بحوث طقس الفضاء، لوحظ أن النظم التكنولوجية وأنشطة الحضارة الحديثة يمكن أن تتأثر بتغير أحوال طقس الفضاء. وتساعد دراسة كل شيء من ديناميات الشمس والغلاف الجوي الشمسي إلى الجسيمات والمجالات المغناطيسية في الفضاء المحيط بالأرض على زيادة فهم العمليات الفيزيائية التي تدفع بيئة الفضاء، وهو ما يساعد بدوره على إنشاء عمليات محاكاة ونماذج تنبؤية أفضل لذلك النظام المعقد، وفي نهاية المطاف حماية التكنولوجيا على نحو أفضل، وكذلك توفير إنذارات مبكرة لمشغلي المركبات الفضائية بخصوص المخاطر التي تمثلها زيادة نشاط طقس الفضاء.

31- وأقر المشاركون بالفائدة التي تجنيها بحوث طقس الفضاء من التنسيق والتعاون الفعالين على الصعيد الدولي فيما يتعلق بتبادل الملاحظات المتوافرة واستخدامها؛ وتقييم قدرات التنبؤ بطقس الفضاء وتحليل بياناته؛ والنهوض بالمعارف والنظريات والنمذجة؛ واستخدام أوجه التقدم المحرز في البحوث في التطبيقات المتعلقة بطقس الفضاء.

32- وأحاط المشاركون علما بدراسة حول التغيرات الزمنية والدورية لمؤشر التوهج الشهري وبارامترات مختارة في مجال النشاط المغناطيسي الأرضي، مثل مؤشر النشاط المغناطيسي الأرضي العالمي البسيط ومؤشر وقت عاصفة الاضطراب الخاص بالدورات الشمسية من 21 إلى 24 (من 1976 إلى 2019). وأظهرت النتائج أن جميع البارامترات مرتبطة ارتباطا وثيقا بفترة النشاط الشمسي التي تستغرق 11 عاما، وأن اختلافات مؤشر التوهج هي واحد من المحركات الرئيسية للنشاط المغناطيسي الأرضي.

33- وأحاط المشاركون علما أيضا بالأحداث النادرة، مثل حدث كارينغتون المعروف لعام 1859، والتوهجات الفائقة الافتراضية التي تقع غالبا في النجوم الشبيهة بالشمس ذات مناطق البقع الكبيرة (تفوق أكبر مناطق البقع الشمسية بأكثر من عشرة أضعاف).

34- ولاحظ المشاركون أن من المعروف أن البلازما الموجودة في الهالة الشمسية والرياح الشمسية مهيكلة عبر المجال المغناطيسي، مما يشير إلى أن الاضطراب الأحادي قد يكون له دور في تلك المناطق. ولوحظ أنه يجري تنفيذ مشروع بحثي بشأن المحاكاة العددية الثلاثية الأبعاد الجديدة لانتشار الموجات المستعرضة من أجل فهم فيزياء الاضطراب الجوي فهما أفضل، وأن النتائج سيُتحقق منها باستخدام بيانات الرصد ذات الصلة.

35- وأقر المشاركون بأن آلية تكوين المجال المغناطيسي النجمي على نطاق واسع، بما في ذلك دورة الشمس المتغيرة التي تستغرق 11 عاما، مفهومة عموما. بيد أن التوازن بين الحلزونية الهيدروديناميكية والمغناطيسية وانتقالها على طول الطيف لا يزالان لم يُدرسا بعد. وفي هذا الصدد، رئي أن نهج القشرة يمكن أن يُستخدم في الدراسة المقبلة لانتقال الطاقة على نطاق صغير على طول الطيف ولمعالجة مشكلة تثبيت عمليات الدينامو النجمية الواسعة النطاق.

36- ولاحظ المشاركون الأنشطة المضطلع بها في إطار اللجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة. ولوحظ أن الأفرقة العاملة التابعة للجنة تنظر في الجوانب الصعبة المتمثلة في ظواهر طقس الفضاء، وآثارها على مستخدمي النظم العالمية لسواتل الملاحة، والتغيرات التي تطرأ على تلك الآثار، والإجراءات التي يمكن أن تخفف من آثارها. وسُلط الضوء على أنشطة الفريق العامل المعني بتعميم المعلومات وبناء القدرات وفريق المشروع التابع له المعني برصد طقس الفضاء باستخدام نظم الاستقبال المنخفضة التكلفة التابعة للنظم العالمية لسواتل الملاحة. ولاحظ المشاركون أن المشروع سيطور نظما نموذجية أولية بغية استكشاف إمكانية استخدام نظم الاستقبال المنخفضة التكلفة لرصد طقس الفضاء.

37- ولاحظ المشاركون كذلك أن المجالات الرئيسية الثلاثة لعمل فريق المشروع في المستقبل هي: (أ) استكشاف أجهزة استقبال النظم العالمية لسواتل الملاحة المنخفضة التكلفة التي يمكن استخدامها لحساب البارامترات المتصلة بالمحتوى الإلكتروني الإجمالي؛ و(ب) استكشاف البرمجيات التي يمكن استخدامها لمعالجة البيانات المستمدة من أجهزة استقبال النظم العالمية لسواتل الملاحة المنخفضة التكلفة من أجل حساب المحتوى الإلكتروني الإجمالي؛ و(ج) تصميم نموذج أولي منخفض التكلفة لجهاز استقبال النظم العالمية لسواتل الملاحة للتطبيقات المتصلة بطقس الفضاء. وسُلط الضوء على كون أبواب فريق المشروع مفتوحة أمام جميع الأفراد والجماعات الملتزمة بالمشاركة الفعالة في أنشطته. وأعرب عدة مشاركين في حلقة العمل عن اهتمامهم بالمساهمة في تلك الجهود.

38- ولاحظ المشاركون استخدام طائفة واسعة من الأجهزة وتقنيات الاستشعار للتحري عن مناطق تمتد من المنطقة القريبة من سطح الشمس إلى طبقة الغلاف الأيوني الأشد انخفاضا. ورأى بعض المشاركين أن من المستصوب إدراج المزيد من دراسات الحالات المتعلقة بأحداث طقس الفضاء في حلقات العمل المقبلة.

39- ورئي أنه ينبغي تنظيم حلقات عمل عملية تتضمن مواد تعليمية وتمارين بشأن تخصصات محددة ذات صلة بطقس الفضاء قبل عقد حلقات عمل مقبلة بشأن المبادرة الدولية بشأن طقس الفضاء. وشدِّد أيضا على أهمية التدريب على سبيل المتابعة لأغراض التعلم المستمر والحفاظ على الكفاءات الأساسية على نحو مستدام.

40- وأوصى المشاركون بمواصلة بناء القدرات وتوفير التوجيه التقني للبلدان التي تود الانخراط في أنشطة العلوم والتثقيف المتعلقة بطقس الفضاء. ويلزم أيضا حصول الأخصائيين التقنيين والمهندسين على معارف أكثر تفصيلا بشأن المحطات الأرضية والأجهزة المستخدمة في رصد طقس الفضاء. ورئي أنه ينبغي مواصلة استحداث فرص لإقامة شراكات مستمرة مع هيئات وأنشطة بناء القدرات داخل منظومة الأمم المتحدة.

41- ولوحظ أن أنشطة المبادرة تنسَّق أيضا مع المراكز الإقليمية لتدريس علوم وتكنولوجيا الفضاء المنتسبة إلى الأمم المتحدة، ومع البرنامج المتعلق بتطبيقات النظم العالمية لسواتل الملاحة التابع للجنة الدولية المعنية بالنظم العالمية لسواتل الملاحة.

42- وأُبلغ المشاركون بأن مجلة *Sun and Geosphere* ستنشر عددا خاصا عن التأثيرات الشمسية على الغلاف المغناطيسي والغلاف الأيوني والغلاف الجوي بحلول نهاية عام 2022. ودُعي المشاركون إلى تقديم نتائج بحوثهم المتعلقة بطقس الفضاء والفيزياء الشمسية الأرضية إلى هذه المجلة.

43- وأعرب المشاركون عن تقديرهم للأمم المتحدة وحكومة أذربيجان وجامعة باكو الحكومية والجهات المشاركة في رعاية الحلقة لما وفروه من مضمون حلقة العمل ولحسن تنظيمهم وتنفيذهم لها.