

Distr.: General  
14 November 2024  
Arabic  
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي  
في الأغراض السلمية

## تقرير عن حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة والاتحاد الدولي للملاحة الفضائية بشأن تسخير تكنولوجيا الفضاء لتحقيق منافع اجتماعية واقتصادية: "استدامة الفضاء باعتبارها عاملا حاسما للتنمية"

(ميلانو، إيطاليا، 11-13 تشرين الأول/أكتوبر 2024)

### أولا- مقدمة

- 1- اشترك مكتب شؤون الفضاء الخارجي (المكتب) التابع للأمانة العامة والاتحاد الدولي للملاحة الفضائية (الاتحاد الدولي) في تنظيم النسخة الحادية والثلاثين من حلقة العمل بشأن تسخير تكنولوجيا الفضاء لتحقيق منافع اجتماعية واقتصادية، بالتعاون مع حكومة إيطاليا. واستضافت وكالة الفضاء الإيطالية حلقة العمل في ميلانو، إيطاليا، في الفترة من 11 إلى 13 تشرين الأول/أكتوبر 2024.
- 2- وعُقدت حلقة العمل مباشرة قبيل بدء المؤتمر الدولي الخامس والسبعين للملاحة الفضائية، الذي استضافته الرابطة الإيطالية للملاحة الجوية والفضائية في مركز ميلانو للمؤتمرات. واشترك المكتب والاتحاد الدولي ووكالة الفضاء الإيطالية في اختيار موضوع "استدامة الفضاء باعتبارها عاملا حاسما للتنمية"، الذي يتماشى مع موضوع المؤتمر الدولي للملاحة الفضائية، وهو "الفضاء المسؤول من أجل الاستدامة".
- 3- ولا تزال التطبيقات الفضائية عاملا حاسما في العديد من قطاعات الاقتصاد، وأحدثت ثورة في طريقة تقديم الخدمات الضرورية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية في العديد من المجالات، من الزراعة إلى النقل والاتصالات. ومع ذلك، ولكي تظل هذه المنافع متاحة، يلزم أن تصبح الأنشطة الفضائية نفسها مستدامة. وتضمنت حلقة العمل يومين ونصف يوم من العروض الإيضاحية والمناقشات حول المعاني المختلفة لمفهوم الاستدامة في قطاع الفضاء، وكيفية موازنة الأنشطة الفضائية مع الشواغل البيئية على الأرض، وكيفية ضمان بقاء الأنشطة في الفضاء متاحة للجميع في الأمد البعيد، وكيف أن الأدوات الفضائية هي عوامل تمكين أساسية لمبادرات الاستدامة على الأرض.
- 4- وقد وفرت حلقة العمل منبرا للنقاش بين ممثلي الدول المرتادة للفضاء وكيانات من بلدان أخرى تود اعتماد السياسات والحلول التقنية المستخدمة بالفعل، بحيث تظل المنافع التي توفرها الأنشطة الفضائية متاحة للجميع في الأمد البعيد.



5- ويقدم هذا التقرير وصفا لأهداف حلقة العمل وتفاصيل عن المشاركة فيها وملخصا للمناقشات التي دارت خلالها.

## ثانياً - المعلومات الأساسية والأهداف

6- يعمل مكتب شؤون الفضاء الخارجي على نشر المعارف المتعلقة بالقيمة المضافة التي تسهم بها التطبيقات الفضائية في معالجة المسائل المجتمعية، وخصوصاً من خلال أنشطة برنامج التطبيقات الفضائية للأمم المتحدة التي تُعقد بناءً على طلب الدول الأعضاء وتُنظَّم بالاشتراك معها. ويضطلع برنامج التطبيقات الفضائية بتنظيم الفعاليات منذ عام 1971، وكانت حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة والاتحاد الدولي للملاحة الفضائية التي عُقدت في عام 2024 هي الحادية والثلاثين في هذه السلسلة. وتهدف حلقات العمل المعقودة ضمن هذه السلسلة إلى إذكاء الوعي بفرص استخدام علوم الفضاء وتكنولوجياه وتطبيقاته في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المستدامة.

7- وفي عام 2024، خُصّصت حلقة العمل لموضوع الاستدامة، وكانت أهدافها كما يلي:

(أ) إذكاء الوعي بالمبادرات المختلفة الرامية إلى قياس أثر الأنشطة الفضائية والتنبؤ به صنع المركبات الفضائية وإطلاقها وإعادتها إلى الأرض) على بيئة الأرض؛

(ب) عرض التغييرات في ممارسات الهندسة الفضائية المتعلقة بالحد من البصمة الكربونية لقطاع الفضاء بوجه عام عن طريق الاستفادة من الابتكارات التقنية من أجل تكنولوجيا أكثر مراعاة للبيئة، وتمويل الابتكارات والحوافز التنظيمية لاعتمادها؛

(ج) توفير أنشطة بناء القدرات في مجال استدامة الفضاء، وخصوصاً من منظور البلدان الحديثة العهد بارتياح الفضاء والبلدان غير المرتادة للفضاء التي تود اعتماد أفضل الممارسات والحفاظ على استدامة البيئة الفضائية؛

(د) تبادل التحديات وقصص النجاح المتعلقة بإخراج المركبات الفضائية من المدار على نحو مسؤول، مثل الأساليب والأدوات التقنية للإخراج من المدار، ومناقشة أكثر الطرائق فعالية؛

(هـ) عرض قصص النجاح المتعلقة بالتنسيق التقني للأنشطة الفضائية التي تؤثر على بعضها البعض، مثل عمليات الرصد الفلكي وعمليات السوائل، والأنشطة المختلفة المضطلع بها على القمر والمريخ؛

(و) تبادل المعلومات حول التطبيقات والخدمات الفضائية المبتكرة التي تساهم في الاستدامة البيئية على الأرض.

8- ومن أجل تيسير الربط الشبكي بين المشاركين، خُصّص وقت في اليومين الأول والثاني من حلقة العمل لمساعدة الساعين إلى العثور على تدريبات أو مجموعات مهارات محددة لفرقهم في تحديد شركاء محتملين. وقد جُرّب هذا التفاعل المنظم بشأن مواضيع محددة بنجاح في النسخة السابقة لحلقة العمل، وحظي بتقييمات متحمسة من المشاركين. وكان الهدف من زيادة التفاعل بين المشاركين في حلقة العمل هو بدء علاقات تعاون طويلة الأمد ومتعددة التخصصات.

## ثالثاً - الحضور

9- عُقدت حلقة العمل بالحضور الشخصي فقط. وتسجّل لحضور هذه الفعالية ما مجموعه 210 أفراد؛ وكان توزيعهم على النحو التالي: 50 في المائة من الرجال، 48 في المائة من النساء، 2 في المائة لم يحددوا

نوع الجنس. وإجمالاً، كان 59 في المائة من المتسجلين من البلدان النامية أو البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية. كما أتاحت إمكانية التسجّل عند الباب إلى حين بلوغ السعة القصوى للمساحة المتاحة، وتمكن 37 شخصاً إضافياً من الانضمام إلى الفعالية، على الأقل جزئياً، في اللحظات الأخيرة، مما عوّض إلى حد ما تخلف 55 من المسجّلين عن الحضور. وشارك في حلقة العمل 192 من فرادى المشاركين بالحضور الشخصي، وهو أعلى مستوى لعدد المشاركين المسجّلين في هذه السلسلة من الفعاليات.

10- وتكلّم في الفعالية ما مجموعه 28 امرأة و35 رجلاً؛ وكان 34 متكلماً منهم من البلدان النامية، شكلوا نسبة 64 في المائة من أصل 53 متكلماً اختيروا للمشاركة في البرنامج التقني. واختير المتكلمون من خلال استعراض 355 خلاصة واردة، مع إيلاء الاعتبار الكافي لضمان التمثيل الجغرافي الواسع وتمكين القادمين الجدد إلى قطاع الفضاء من التعبير عن رأيهم. ولم يسبق لحوالي ثلثي المتكلمين المختارين للمشاركة في البرنامج التقني أن حضروا من قبل حلقة عمل من هذه السلسلة.

11- وتألّف الحضور من مزيج متنوع من ممثلي الحكومات ووكالات الفضاء ومعاهد البحوث والأوساط الأكاديمية والمنظمات غير الحكومية والقطاع الخاص. وكان بعض المشاركين من العاملين في الحكومات أو أعضاء في السلك الدبلوماسي، وهم ممثلو مفوضية الاتحاد الأفريقي، ومكتب رئيس جمهورية جيبوتي، ووزارة النقل في العراق، ووزارة الإعلام والاتصالات وتكنولوجيا المعلومات في جمهورية تنزانيا المتحدة. وحضر الفعالية ممثلون عن وكالات الفضاء التالية: الوكالة البوليفارية للأنشطة الفضائية، وكالة الفضاء البرازيلية، وكالة الفضاء الكولومبية، وكالة الفضاء المصرية، المعهد الإثيوبي لعلوم وتكنولوجيا الفضاء، وكالة الفضاء الأوروبية، وكالة الاتحاد الأوروبي لبرنامج الفضاء، وكالة تطوير الجيومعلوماتية والتكنولوجيا الفضائية في تايلند، المعهد الألماني لبحوث الفضاء الجوي، المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء، منتدى الفضاء الإسرائيلي، الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، وكالة الفضاء الكينية، وإدارة الفضاء الجوي الكورية، مؤسسة ملديف لأبحاث الفضاء، وكالة الفضاء المكسيكية، الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (وكالة ناسا) في الولايات المتحدة الأمريكية، الأمانة الوطنية المعنية برصد الأرض والفضاء في جنوب أفريقيا، مكتب إدارة برنامج الفضاء الوطني في أنغولا، الوكالة الوطنية للبحث والابتكار في إندونيسيا، الوكالة الوطنية للبحث والتطوير في مجال الفضاء في نيجيريا، الهيئة الوطنية لعلوم الفضاء في البحرين، وكالة باراغواي للفضاء، وكالة الفضاء البولندية، وكالة الفضاء السعودية، وكالة الفضاء الوطنية في جنوب أفريقيا، وكالة الفضاء الأذربيجانية، وكالة الفضاء التركية، وكالة الفضاء البريطانية، مركز الفضاء الوطني الفيتنامي، الوكالة الوطنية للجغرافية المكانية والفضاء في زيمبابوي. ومُثّل أيضاً الاتحاد الفلكي الدولي ولجنة أبحاث الفضاء.

12- ومُثّلت البلدان التالية، وعددها 75 بلداً، في حلقة العمل: إثيوبيا، أذربيجان، الأرجنتين، الأردن، إريتريا، إسبانيا، أستراليا، إسرائيل، إكوادور، ألمانيا، إندونيسيا، أنغولا، أوروغواي، أوغندا، أوكرانيا، إيران (جمهورية-الإسلامية)، إيطاليا، باراغواي، باكستان، البحرين، البرازيل، البرتغال، بلجيكا، بلغاريا، بنغلاديش، بنن، بولندا، بوليفيا (دولة-المتعددة القوميات)، تايلند، تركيا، تونس، الجزائر، جمهورية تنزانيا المتحدة، الجمهورية الدومينيكية، جمهورية كوريا، جنوب أفريقيا، جنوب السودان، جيبوتي، رواندا، رومانيا، زيمبابوي، سري لانكا، سلوفاكيا، سلوفينيا، شيلي، الصين، العراق، غواتيمالا، فرنسا، الفلبين، فنزويلا (جمهورية-البوليفارية)، فييت نام، كازاخستان، الكاميرون، كندا، كوت ديفوار، كوستاريكا، كولومبيا، كينيا، ليسوتو، ماليزيا، مصر، المغرب، المكسيك، ملديف، المملكة العربية السعودية، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، النمسا، نيجيريا، الهند، هندوراس، هولندا (مملكة-)، الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان، اليونان.

13- وقَدّم المكتب والاتحاد الدولي الدعم إلى 33 فرداً من 26 بلداً من أجل حضور حلقة العمل، وهي كما يلي: إثيوبيا، أذربيجان، الأرجنتين، الأردن، إندونيسيا، أوكرانيا، بنغلاديش، بنن، تايلند، تركيا، جمهورية تنزانيا المتحدة، جنوب أفريقيا، جنوب السودان، زيمبابوي، شيلي، فنزويلا (جمهورية-البوليفارية)، فييت نام، كازاخستان،

كوت ديفوار، كولومبيا، كينيا، ليسوتو، مصر، نيجيريا، الهند، هندوراس. وفي المجموع، حصل 31 فردا من هؤلاء الأفراد على رحلة إياب إلى ميلانو، و25 فردا على إقامة في ميلانو طوال مدة حلقة العمل، وحصل 25 فردا على إمكانية الحضور المجاني للمؤتمر الدولي للملاحة الفضائية الذي عُقد في الأسبوع التالي.

## رابعاً - البرنامج

14- تتناول البرنامج مفهوم الاستدامة من ثلاث زوايا: (أ) كيف يمكن لقطاع الفضاء أن يقلل من انبعاثاته ليكون أكثر توافراً مع الشواغل البيئية على الأرض؛ (ب) كيفية ضمان أن تظل الأنشطة المضطّعة بها في الفضاء متاحة لجميع أصحاب المصلحة في الأمد البعيد، على الرغم من الزيادة الهائلة في عدد الأجسام في المدار الأرضي؛ (ج) كيف تشكل التطبيقات الفضائية عوامل تمكينية أساسية لمبادرات الاستدامة على الأرض.

15- وتضمن البرنامج أربع صيغ: كلمات رئيسية، وجلسات، وحلقات نقاش، و"عروض مقترحات وجيزة للمشاريع" مدة كل منها ثلاث دقائق. وألقت معظم الجهات المشاركة في التنظيم والرعاية كلمات رئيسية. وفي الجلسات، مُنح كل متكلم 10 دقائق لمخاطبة الحضور، تلتها دقيقتان للأسئلة والأجوبة. وتألّفت حلقات النقاش من الأجزاء الثلاثة التالية: تعريف أولي بكل مُناظر في شكل عرض إيضاحي مدته خمس دقائق، تلتها مناقشة منظّمة بين المُناظرين والميسر مدتها 30 دقيقة، وأخيراً 15 دقيقة مخصّصة للأسئلة والأجوبة مع الحضور. ومن أجل زيادة عدد المتكلمين إلى أقصى حد، أُدرجت عروض المقترحات الوجيزة للمشاريع كصيغة جديدة تُستخدم في الفترات الفاصلة بين الجلسات وحلقات النقاش.

16- وقبل انعقاد حلقة العمل، نُشرت على الموقع الشبكي لمكتب شؤون الفضاء الخارجي<sup>(1)</sup> سيرة ذاتية قصيرة لكل متكلم، كما نُشرت جميع العروض الإيضاحية. وأتاح الوصول إلى تلك المعلومات إمكانية تسقيق المحتوى بين المتكلمين في حلقات النقاش، كما ييسر الربط الشبكي بين المتكلمين والحضور طيلة مدة انعقاد الفعالية.

17- وفي المجموع، استمرت الفعالية مدة 20 ساعة. وإضافة إلى العروض الإيضاحية وحلقات النقاش، تضمنت حلقة العمل ما مجموعه ساعتين ونصف الساعة من الربط الشبكي التفاعلي المنظم بشأن كل موضوع من الموضوعات ذات الأهمية، ومآدب غداء، وحفل استقبال مسائي مجاني لجميع المشاركين.

18- وأقامت الجهات المشاركة في التنظيم حفلاً افتتاحياً وحفلاً ختامياً، شارك في كليهما مسؤولون رفيعو المستوى يمثلون جميع المنظمات. وسلّطت مديرة مكتب شؤون الفضاء الخارجي الضوء على الحاجة إلى جعل اقتصاد الفضاء أكثر مراعاة للبيئة على الأرض وفي المدار، باعتباره من بين التحديات الملحة التي تواجه قطاع الفضاء حالياً. وحظي موضوع استدامة الفضاء بأعلى مستويات الاهتمام خلال مؤتمر القمة الأخير المعني بالمستقبل، والذي اعتمدت بعده 193 دولة ميثاق المستقبل الذي يتضمن إجراء لتعزيز دور لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية بالنظر إلى ضرورة وضع أطر جديدة لإدارة حركة المرور في الفضاء، والحطام الفضائي، والموارد الفضائية، وحاجة القطاع الخاص والمجتمع المدني إلى التعاون مع العمليات الحكومية الدولية.

19- وأشار رئيس الاتحاد الدولي في كلمته الترحيبية إلى أن الموضوع الرئيسي للمؤتمر الدولي للملاحة الفضائية في عام 2024 هو "الفضاء المسؤول من أجل الاستدامة". وسيجمع المؤتمر أكثر من 10 000 شخص في ميلانو، وسيكون أكبر تجمع للمهنيين المتخصصين في الفضاء في التاريخ، في وقت يشهد نمواً كبيراً في الأنشطة الفضائية. وشدّد على أن جدول الأعمال الأساسي للاتحاد الدولي للملاحة الفضائية يركز على الاستدامة، بما في ذلك الاستثمار المستدام، بغية تعزيز التوسع في قطاع الفضاء. ورحب الممثل الدائم لإيطاليا لدى الأمم المتحدة في فيينا بجميع المشاركين في ميلانو، وأوضح أن الدبلوماسية

(1) [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2024/un-iaf-workshop.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2024/un-iaf-workshop.html)

الفضائية الإيطالية تقوم على إرادة تعزيز التعاون والحوار والتقدم على الصعيد الدولي. وأشار إلى أن الفضاء ليس مورداً غير محدود، وأن إيطاليا، باعتبارها لاعبا أساسيا في اقتصاد الفضاء، حريصة على الدعوة إلى المسؤولية المشتركة. ولا بد من الحفاظ على الفضاء كمجال مستقر وسلمي للأجيال القادمة، من أجل ضمان بقاء مجال استكشاف الفضاء مفتوحا للجميع على نحو منصف ودون تمييز.

20- وقدمت الجهات المشاركة في التنظيم عروضاً إيضاحية عن سياق حلقة العمل والمعلومات الأساسية المتعلقة بها. وأوضح ممثل المكتب سبب اختيار مواضيع حلقة العمل، وعرض المسائل البرنامجية والإدارية بقدر من التفصيل. وأشار المدير التنفيذي للاتحاد الدولي للملاحة الفضائية إلى أن التطبيقات الفضائية عوامل حاسمة في العديد من قطاعات الاقتصاد، من الزراعة إلى النقل والاتصالات. ولكي تظل هذه المنافع متاحة، يلزم أن تظل الأنشطة الفضائية مستدامة. ومن شأن حلقة العمل أن توفر منبرا لتعزيز المناقشات حول التعاون العالمي والإقليمي، وسيتيح المؤتمر الدولي للملاحة الفضائية الفرصة للتفاعل مع طائفة واسعة من المهنيين، من الوزراء والبرلمانيين إلى الطلاب والمهندسين والمهنيين الشباب ورؤساء الوكالات.

21- وسلط رئيس وكالة الفضاء الإيطالية الضوء على التحديات، وخصوصاً كيف أن انتشار الحطام الفضائي زاد من تعقيد العمليات الفضائية، وكيف أن التشكيلات الكبيرة قيد النشر حالياً من شأنها أن تشكل تحدياً لاستقرار الأنشطة الفضائية واستدامتها في الأمد البعيد. وإضافة إلى ذلك، فإن تزايد عدد الأجسام في المدار يقلل من إمكانيات دراسة الكون والأجرام السماوية. ووصف رئيس الرابطة الإيطالية للملاحة الجوية والفضائية التطور الذي شهده قطاع الفضاء الجوي منذ عام 1920، وهو العام الذي تأسست فيه الرابطة. وسيكون العمل السياسي مطلوباً لكي تصبح الأنشطة الفضائية متاحة للجميع، ولن تصبح الاستدامة حقيقة واقعة بصورة تلقائية، بل ستطلب عملاً متقانياً.

22- وأوضح رئيس لجنة الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية المعنية بالاتصال مع المنظمات الدولية والدول النامية المقصد الذي تبغيه اللجنة. وأشار إلى أن منظمات دولية مختلفة تعمل في مختلف مجالات الأنشطة الفضائية، من وضع القواعد إلى ضمان الاستدامة للأجيال القادمة ودعم البلدان الناشئة بغية تمكينها من الانضمام إلى الأنشطة الفضائية على نحو مستدام. وأوضح نائب رئيس لجنة الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية المعنية بالربط بين النظم الإيكولوجية الفضائية الناشئة المقصد الذي تبغيه اللجنة، والمتمثل في أن تكون مساحة يقصدها القادمون الجدد لمناقشة كيف يمكن أن يصبحوا جزءاً من صناعة الفضاء. وشجّع أولئك الذين يبدأون أنشطة فضائية على عرض أعمالهم في الجناح المخصص للجنة في قاعة العرض خلال المؤتمر الدولي للملاحة الفضائية.

23- وسلط المتكلمون الخمسة في الجلسة الأولى الضوء على الحاجة إلى تقييم أثر الأنشطة الفضائية على بيئة الأرض. ومع الزيادة الحادة في أنشطة قطاع الفضاء، يساهم بناء المركبات الفضائية وإطلاقها وإخراجها من المدار في استنزاف الموارد النادرة وتلويث الغلاف الأرضي الجوي والأرض والمحيطات. ولم يعد سقوط الحطام الفضائي على الأرض أمراً نادر الحدوث، وبدأت الأبحاث في تقييم المواد الكيميائية التي تُطلق في الغلاف الجوي عند احتراق الحطام الفضائي لدى إعادته إلى الغلاف الجوي. وأظهرت قياسات الهباء الجوي المعدني في الغلاف الجوي أن تدفق الألومنيوم ازداد بصورة ملحوظة، حيث سجل تدفقه البشري المنشأ منذ عام 2021 مستوى يتجاوز نسبة 80 في المائة من الكمية التي تساهم بها النيازك كل عام. وفي عام 2023، بلغت كتلة أكسيد الألمنيوم التي تُضخ في الغلاف الجوي الأوسط من الأجسام البشرية المنشأ 48 طناً، أي أكثر من ضعف الكمية التي ضُخت في عام 2016، في حين تتطوي السيناريوهات المستقبلية على توقع زيادة هذه الكمية بمقدار عشرة أضعاف. وتسببت كمية المواد المتراكمة حول بوينت نيمو في جنوب المحيط الهادئ، التي تقع على بعد 2 700 كيلومتر من أقرب شاطئ، في آثار إضافية على البيئة، حيث جرى توجيه العديد من المركبات الفضائية الكبيرة إلى هذه النقطة عمداً عند إخراجها من مدار الأرض. وكانت بوينت

نيمو قد حُدِّت في عام 1970 باعتبارها الموقع الأكثر أماناً في حالات الإعادة الخاضعة للتحكم للمركبات الفضائية ومكوناتها؛ ومع ذلك، وبسبب تيارات المحيطات، فإن هذا التلوث آخذ في الانتشار، ويؤثر على النظم الإيكولوجية البحرية والقطب الجنوبي.

24- وتمثل البيانات أمراً أساسياً لأبحاث المناخ؛ ومع ذلك، وإضافة إلى التلوث المادي الناجم عن الأنشطة الفضائية، يؤثر تخزين ومعالجة كميات كبيرة للغاية من البيانات الساتلية على البيئة، بالنظر إلى ما ينتج عن تلك العمليات من نفايات إلكترونية وما تستهلكه من طاقة، مما يؤدي إلى "مفارقة الاستدامة الفضائية"، حيث تساهم التكنولوجيات المصممة لدعم الاستدامة، مثل البيانات الساتلية، في التدهور البيئي. وأوضح المتكلم من المملكة المتحدة أن البصمة الرقمية الإجمالية للبشرية تبلغ إجمالاً 3 في المائة من الانبعاثات العالمية لغاز الدفيئة، وأنه إذا كانت شبكة الإنترنت دولة، لكانت رابع أكبر ملوِّث. وإضافة إلى ذلك، بدأت بعض الأنشطة الفضائية في عرقلة بعض الأنشطة الأخرى، ومنها مثلاً البحوث الفلكية التي يقيدتها عبور السواتل لحقل رؤية التلسكوبات. ويمكن تقليل التداخل، الذي يُقَيِّم الآن بصورة جيدة من خلال القياسات المباشرة، إذا صُنعت السواتل على نحو يجعلها تعكس قدر أقل من الضوء، وإذا جرى التنبؤ بمواقعها بدقة، وإذا اجتنبت الانبعاثات الراديوية التلسكوبات الراديوية. وأصبح مشغلو السواتل والجهات المصنعة لها على دراية بالمشكلة، بيد أن التدابير الرامية إلى التخفيف من حدة المشكلة تطرح صعوبات تكنولوجية وتشغيلية، إضافة إلى كونها مكلفة. وشدّد المتكلم من الاتحاد الفلكي الدولي على أنه إضافة إلى التحسينات ذات الطابع التقني، من الضروري اتخاذ مبادرات في مجال السياسات لجعل قطاع الفضاء أكثر استدامة.

25- وقُدِّم عرضان لمقترحات وجيزة لمشاريع. فقُدِّمت ممثلة الرابطة الأسترالية لصناعة الفضاء لمحة عامة عن مبادرات الاستدامة في بلدها، وأوضح المتكلم من وكالة الفضاء الكينية كيف تخطط الوكالة لإنشاء مرفق إطلاق محلي. وسيكون إطلاق المركبات الفضائية من الميناء الفضائي الاستوائي في كينيا أقل تكلفة وأكثر استدامة من البدائل الأخرى، حيث تخطط الوكالة لتعويض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن أنشطة الإطلاق.

26- وناقش أعضاء حلقة النقاش الأولى سبل تقليل أثر الأنشطة الفضائية على البيئة. وضمت حلقة النقاش ممثلين عن وكالات الفضاء والقطاع الخاص من بلدان في مناطق مختلفة من العالم (أذربيجان وإيطاليا وجنوب أفريقيا وفرنسا وماليزيا)، يمر كل منها بمرحلة مختلفة من تطوير القدرات. وفي حين تشارك بلدان أخرى في بناء المركبات الفضائية، لدى ماليزيا مبادرة تركز على تطوير ميناء فضائي جديد هو الأول من نوعه في البلد. وعرض المتكلمون وجهات نظرهم الخاصة حول الدوافع المختلفة لتركيزهم على تحسين الاستدامة وعلى النتائج؛ وتراوحت الحجج من طلبات الزبائن إلى الشواغل بشأن الامتثال للقوانين المحلية المتعلقة بالبيئة، وطلبات الشركاء الماليين، والالتزامات الوطنية بالحد من البصمة الكربونية للاقتصاد، والتغيير الثقافي في أوساط الموظفين، والاعتقاد بأن تقييم الاستدامة يشكل فرصة لتقليل النفايات والتكاليف الداخلية، ومن ثمّ سيجعل الشركات أكثر كفاءة في مواجهة المنافسين.

27- وتلا ذلك نقاش حول كيفية سد الفجوة بين إجراء البحوث والنشر التشغيلي للتكنولوجيا، وحول العوامل التي تؤثر على هذا الانتقال. وأوضح ممثل إحدى شركات الصناعة الفضائية أن الشركة تمكنت مؤخراً من تحقيق تخفيض كمي في بصمتها الكربونية بنسبة 19 في المائة؛ وكانت نقطة الانطلاق صوب تحقيق هذا الإنجاز هي إنشاء فريق مخصص معني بالاستدامة داخل الشركة. وبدأت بعض وكالات الفضاء، مثل وكالة الفضاء الفرنسية، والمؤسسات المالية، مثل صندوق النقد الدولي، تطلب من المشاريع التي تمولها تنفيذ تدابير استدامة محددة. وطُرح مثال عجلات التوجيه، وأشار أحد المتكلمين إلى أن تكييف عمليات الإنتاج في شركته تبيّره التكنولوجيات الرقمية التي اختصرت دورات تطوير التكنولوجيا، خاصة فيما يتعلق بالشركات الصغيرة الحديثة العهد بقطاع الفضاء. وفي إطار المناقشات بشأن كيفية تحقيق التوازن بين الربحية والاستدامة، والكيفية

التي من المرجح أن يتطور بها التصور العام للأنشطة الفضائية، خلص المتكلمون إلى أن الإجراءات الرامية إلى ضمان استدامة البيئة الفضائية والحد من التلوث داخل القطاع لم تعد اختيارية.

28- وقدم ثلاثة متكلمين عروضاً لمقترحات وجيزة لمشاريع، أوضحوا فيها كيف أذكوا الوعي باستدامة الفضاء. وكان المتكلم من جمهورية تنزانيا المتحدة قد حضر، للمرة الأولى، النسخة السابقة لحلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة والاتحاد الدولي للملاحة الفضائية، التي عُقدت في عام 2023 في باكو؛ والتي قدّمت دروساً قيمة مستمدة من المشاركين الآخرين، ووفرت حافزاً لوزارة المعلومات والاتصالات وتكنولوجيا المعلومات لاتخاذ المزيد من الخطوات نحو إقامة الشراكات والتعاون في مجال الأنشطة الفضائية. وفي زمبابوي، كان السفير المتجول لمعهد ميلو لعلوم الفضاء، التابع لجامعة ولاية أريزونا، عاكفاً على التحضير لأنشطة حول قانون الفضاء والتدريب العملي. وفي أوكرانيا، طوّر معهد ف. م. كوريتسكي للدولة والقانون التابع للأكاديمية الوطنية للعلوم ما يسمى "اللعبة الجادة" بغية تثقيف مقرري السياسات حول مسائل ملموسة في قانون وسياسة الفضاء بطريقة مسلية وتعليمية في آن واحد.

29- وركزت حلقة النقاش الثانية على أفضل الممارسات القانونية لاستدامة الفضاء. وعرض المتكلمون أمثلة على أطر السياسات التي تعزز الاستخدام المستدام للفضاء. وناقشوا الكيفية التي ينبغي أن تتطور بها الممارسات القانونية، وما إذا كان ذلك التطور يمكن أن يُستوحى من الممارسات المتبعة في مجالات أخرى من القانون، وخاصة قانون حقوق الإنسان. وعرض متكلمون من جنوب أفريقيا ونيجيريا والمملكة المتحدة وزمبابوي لمحة عامة عن الأطر القانونية القائمة بشأن استدامة الفضاء في بلد كل منهم أو منطقتهم، وعن الخطط المتعلقة بوضع الصكوك القانونية ذات الصلة في المستقبل. ويمثل وضع القوانين التي تنص على طرائق مشاركة القطاع الخاص أولوية. وثمة حاجة إلى صكوك جديدة بشأن الحطام الفضائي، وإدارة حركة المرور في الفضاء، ومعرفة أحوال الفضاء. وعند تصميم التدابير واعتمادها، وبالنظر إلى أن إصدار اللوائح التنظيمية يحتاج إلى موافقة الهيئات التشريعية، يتعين على المشرعين أن يكتسبوا ما يكفي من التثقيف حول هذا الموضوع، فضلاً عن أن بعض البلدان تقتصر على المتخصصين اللازمين لتعزيز استدامة الفضاء. ولا تزال هناك تحديات في ضمان الامتثال الفعلي للتدابير المعتمدة.

30- ومع امتداد الأنشطة البشرية إلى الفضاء الخارجي، وارتباط الالتزامات المتعلقة بحقوق الإنسان ارتباطاً وثيقاً بأهداف التنمية المستدامة، ناقش المتكلم من مركز مانفريد لأكس لقانون الفضاء في جامعة وارسو كيف ينبغي توسيع نطاق معايير حقوق الإنسان ومبادئها لتشمل الفضاء. ولا ينبغي لأي مؤسسة تجارية أن تنتهك حقوق الإنسان، بما في ذلك في الفضاء. ويشكل مفهوم المسؤولية الاجتماعية للشركات الأساس لمجموعة متنوعة من الصكوك، ومن الضروري مراعاة الركائز الثلاث التي تقوم عليها مبادئ الأمم المتحدة التوجيهية بشأن الأعمال التجارية وحقوق الإنسان: حيث يقع على عاتق الدول واجب حماية حقوق الإنسان، وتحمل الشركات الخاصة المسؤولية عن احترام حقوق الإنسان، وينبغي أن تتاح للأشخاص المتأثرين إمكانية الوصول إلى سبل انتصاف فعالة. وناقش المتكلمون كيف أن تحقيق التوازن بين الاستدامة والتحديات الاقتصادية لا يزال يمثل تحدياً. وإضافة إلى ذلك، اتفق المتكلمون على أن الجهات التنظيمية الوطنية تضطلع بدور محوري في ضمان استدامة الأنشطة الفضائية، بمعنى أن عليها واجب ضمان امتثال جميع المشغلين الذين تشرف عليهم للإطار القانوني والممارسات المعتمدة.

31- وفي نهاية اليوم الأول، نُظِم نشاط للربط الشبكي أتيحت فيه للمتكلمين والحاضرين فرصة الالتقاء بأشخاص يضطلعون بأعمال بشأن نفس الموضوع بغية مناقشة احتياجات كل منهم والأنشطة التي يمكنهم الاضطلاع بها بصورة مشتركة.

32- وبدأ اليوم الثاني بكلمة رئيسية ألقاها نائب رئيس الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية المسؤول عن العلاقات مع المنظمات الدولية، تناول فيها أزمة الحطام الفضائي. ومنذ أن وضع عالم الفلك دونالد كيسلر نموذجا لعملية الزيادة المتعاقبة في الحطام الفضائي من خلال الاصطدام في عام 1978، أصبح التهديد المباشر الذي يشكله الحطام على الأنشطة الفضائية أمرا واقعا. وهناك أمثلة جديرة بالذكر على سحب كبيرة من الحطام نشأت بعد تصادم واحد. فعلى سبيل المثال، انجرفت سحب الحطام الناتجة عن الاختبار المضاد للسواتل، الذي اعترض فيه الساتل فينغ يون C1- في عام 2007، وعن التصادم بين الساتلين كوزموس 2251 وإيريديوم 33 في عام 2009، لمسافات بعيدة للغاية عن المدارات الأولية لتلك المركبات الفضائية في غضون أشهر معدودة، واستمرت تلك المناطق الخطرة في التوسع. واستمر تزايد مخاطر الأضرار أو الإصابات على الأرض الناجمة عن إعادة المركبات الفضائية إلى الغلاف الجوي، سواء بسبب زيادة عدد الأجسام العائدة إلى الغلاف الجوي أو بسبب بعض الابتكارات التقنية؛ فعلى سبيل المثال، تحافظ المواد المركبة الكربونية على سلامتها الهيكلية في درجات حرارة عالية للغاية بدلا من أن تتبخر إلى جزيئات معدنية في الغلاف الجوي العلوي. ونتيجة لذلك، يكون الاحتكاك بالغلاف الجوي أثناء عملية إعادة إلى الغلاف الجوي أقل فعالية، ويؤدي إلى تحطم أجسام كبيرة الحجم على الأرض، ومنها مثلا خزان الوقود المركب الخاص بالوحدة العليا لمركبة الإطلاق فيغا الذي جرى استرداده في الهند. واليوم، لا يزال وضع التدابير العلاجية المتعلقة بالإزالة النشطة للحطام يشكل تحديا؛ وحتى الآن، لم تصل التكنولوجيات التي يجري تطويرها إلى مرحلة النضج اللازمة لتكون فعالة على النطاق الواسع المطلوب. وتتطلب عمليات الرصد الدقيقة لتجمعات الحطام الفضائي المتزايدة عددا متزايدا من القياسات، ولكن تدابير التخفيف المشار إليها تظل الوسيلة الوحيدة للتحكم في نمو حجم الحطام الفضائي.

33- وقدمت الجلسة الثانية رؤى أعمق بشأن معرفة أحوال الفضاء ونماذج المسار وتجنب الاصطدام بين المركبات الفضائية. وقدم أربعة متكلمين عروضاً إيضاحية، بما في ذلك عن أنشطة الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة وأنشطة المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، وعن مبادرات الشركات الخاصة. وإضافة الطابع الديمقراطي على قطاع الفضاء وتشغيل السواتل من قبل عدد كبير من الشركات الخاصة الصغيرة يعني أن بعض المشغلين لا يمكنهم تحديد أماكن وجود السواتل التابعة لهم بدقة، وأنهم يحتاجون إلى مصادر أفضل تحدد المواقع بدقة لأغراض معرفة أحوال الفضاء. وعدد السواتل آخذ في التزايد دون وجود البنية التحتية اللازمة لدعم هذا النمو من خلال تبادل البيانات بين مشغلي السواتل. وبغية التخفيف من حدة هذه المشكلة، رأى المتكلم من الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي أن الدول ربما تحتاج إلى اشتراط الحصول على تراخيص لتشغيل السواتل، بدلا من التراخيص اللازمة لاستخدام الطيف فقط. وقد ينشأ سوق لخدمات معرفة أحوال الفضاء، حيث لن يحتاج مشغلو السواتل أنفسهم إلى إنشاء البنية التحتية المطلوبة للتتبع وتحديثها، ولكن يمكنهم الاستعانة بمصادر خارجية للاضطلاع بهذه المهمة. ورأت الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي أيضا أن لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية ستضطلع بدور أساسي في ضمان تبادل المعلومات.

34- ووصف ممثلو الشركات الخاصة المنتجات قيد التطوير حاليا. ورئي أن إجراء مناورة لساتل ما بغرض تجنب الاصطدام يؤدي إلى تعطيل العمليات، ويتعين على الموظفين في غرف العمليات أن يقيموا صحة التحذيرات، وأن يتخذوا بعد ذلك قرارا بشأن تحريك الساتل من عدمه. وفي ظل نظم المراقبة القائمة ووجود أكثر من 130 مليون قطعة من الحطام في المدار الأرضي المنخفض حاليا، فإن نسبة 99,9 في المائة من تنبيهات الاصطدام لا تعدو أن تكون تنبيهات إيجابية كاذبة تحتاج إلى فرز. ومع تزايد مخاطر الاصطدام، برز سوق قائم لتقديم المعلومات العملية القابلة للتتبع وللتنفيذ من أجل دعم عمليات اتخاذ القرار بالاستناد إلى نماذج تنبؤ متطورة، والتتبع عند الطلب، وتقديرات أفضل للمخاطر. والعاملان الرئيسيان اللذان يسببان الاضمحلال المداري



في المدار الأرضي المنخفض هما طقس الفضاء ومقاومة الهواء. ويعكف المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي على نمذجة تأثير قوة مقاومة الهواء على الأجسام في المدار الأرضي المنخفض كدالة للنشاط الشمسي بغرض التخطيط لبعثات إزالة الحطام. ويمكن للعواصف المغناطيسية الأرضية أن تؤدي إلى اضمحلال مداري يصل إلى عدة مئات من الأمتار في اليوم الواحد، وهو ما يمكن ملاحظته بدقة كبيرة على الأجسام المفهرسة ذات الأهمية. وخلال العاصفة المغناطيسية الأرضية الأخيرة، في 10 أيار/مايو 2024، اضطر المشغلون إلى إجراء مناورات لأكثر من 5 000 مركبة فضائية من أجل الحفاظ على هامش السلامة. وبغية تحسين الوضع، ستحتاج المركبات الفضائية إلى التمتع بالقدرة على مراقبة بيئتها الخاصة، ومن الضروري مواصلة تطوير تكنولوجيات الإزالة النشطة للحطام.

35- وركزت حلقة النقاش الثالثة على ما تتطوي عليه التكنولوجيات الناشئة من ابتكارات يمكن أن تكون عوامل حاسمة في استدامة البعثات الفضائية، مثل التصنيع بالإضافة، بما في ذلك طباعة المواد البيولوجية؛ وعمليات الالتقاء؛ والأشعة الشمسية؛ وعلم الروبوتات. وتتيح التكنولوجيات التي تسمح بالإصلاح أو إعادة التزود بالوقود أو التدوير إمكانيات جديدة للبعثات الفضائية، سواء في المدار أو على سطح الكواكب الأخرى. ويمكن استخدام الأشعة الشمسية في عمليات الإخراج الخامل من المدار، أو لإطالة عمر المركبات الفضائية، أو في عمليات التصنيع في المدار والتجميع في المدار. وهذه الأشعة متعددة الاستخدامات للغاية؛ ومع ذلك، تتطلب الهياكل المزودة بأشعة شمسية إنذارات مبكرة تتيح مهلة طويلة من الوقت لكي تتمكن من تجنب الاصطدام، لأنه لا يمكن إجراء المناورات بها سوى ببطء شديد. ومن شأن ألواح الالتحام أن تيسر النقاط الأجسام وتحريكها في الفضاء، ويمكن للأدوات الروبوتية المستخدمة في النقاط الأجسام أن تلتحم بالمركبات الفضائية غير المجهزة وأن تخرجها من المدار بصورة نشطة. وقد أُجري بالفعل في الفضاء بيان عملي لمفهوم لوحات الالتحام. وفيما يتعلق بالبعثات الفضائية الطويلة الأمد، يلزم تطوير عمليات محددة للتصنيع بالإضافة باستخدام مواد بيولوجية يمكن أن تنمو محليا؛ وستجد هذه التكنولوجيات، بمجرد تطويرها، أسواقا في أماكن أخرى، مثل المناطق المعزولة على الأرض.

36- وناقش المناظرون الوتيرة البطيئة التي تتقدم بها عمليات تطوير التكنولوجيا حتى تصل إلى مرحلة تنفيذ البيانات العملية، حيث يحتاج إرساء استخدام أي تكنولوجيا جديدة فترة تزيد عن 10 سنوات. وسيطلب التدوير الكامل للمركبات الفضائية أو تدوير جميع النفايات على المحطات الفضائية وقتا أطول بكثير، ربما يصل إلى 10 أو 20 سنة أخرى، لأن التدوير الكامل لم يتحقق بعد على الأرض. وستتطوي الخطوة الأولى على تقليل النفايات، بدلا من التدوير، وسيكون من الممكن عندئذ إعادة استخدام بعض المواد. وتؤدي الأوساط الأكاديمية دورا في اقتراح أفكار جديدة لأدوات الالتقاط أو إطالة العمر، في حين تركز الصناعة على تطبيق التكنولوجيات الأكثر نضجا على أرض الواقع، شريطة وجود سوق للخدمات المعنية. ونظرا لأن السياسات هي العامل المحرك لتطوير الإزالة النشطة للحطام، من المحتمل أن يبدأ استخدام التكنولوجيات التي تطيل عمر المركبات الفضائية، ومن ثم تحقق مكاسب مالية للمالكين، بصورة أسرع من تكنولوجيات إزالة الحطام من المدار. وحتى الآن، ودون وجود بيان للجدي، لم تكن بعثات الإزالة النشطة للحطام سوى بيانات عملية تقنية على المستوى الوطني. وبالمثل، إذا قامت وكالات الفضاء بصورة مشتركة بتحديد الوصلات البينية التقنية القياسية للالتحام، فإن من شأن ذلك أن ييسر اعتماد تكنولوجيات إعادة التزود بالوقود أو الإخراج من المدار، لأن الموازنة والتوحيد القياسي على الصعيد العالمي ينطويان على تكاليف لا ترغب الجهات المصنعة في تحملها. وفي سياق المناقشة مع الجمهور، أكد ممثلو الجهات المصنعة مرارا أن طلبات الزبائن هي الدافع الأساسي لتكييف الصناعة.

37- وفي ليسوتو، يعد مركز إمباكت سكول (Impact School) في ليسوتو رائدا في تنفيذ مبادرات التعليم الشامل المتصل بالفضاء، وهو يدعو إلى إدراج تكنولوجيا الفضاء في الشبكة الوطنية للبحوث والتعليم في

ليسوتو. وتسير أنشطة بناء القدرات قدما بصورة جيدة: ففي تحدي برمجة الروبوت كيبو، الذي نظّمته الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي في عام 2024 بدعم من مكتب شؤون الفضاء الخارجي، احتل المركز المرتبة الحادية عشرة من بين 54 بلدا.

38- وتضمنت الجلسة الثالثة عرضاً إيضاحياً لنتائج مبادرات بناء القدرات الرامية إلى إذكاء الوعي بأهمية استدامة الفضاء، سواء للأنشطة المضطلع بها في الفضاء أو للتنمية المستدامة على الأرض. وعرض المتكلمون أفضل الممارسات والدروس المستفادة في العمل مع البلدان النامية. وكثيرا ما كانت المبادرات الشعبية قادرة على توليد اهتمام متزايد بعلوم الفضاء في أوساط الشباب على الصعيد المحلي. ووسائل التمكين الفضائية هي الأفراد والمنظمات التي تروج للنظم الإيكولوجية الفضائية وتنظمها وتنشئها. وكثيرا ما تكون هذه الوسائل في طليعة الجهات المنضمة إلى المبادرات الشعبية، قبل أن تبدأ الشركات الخاصة في الاستثمار في الأنشطة الفضائية التي تؤدي إلى زيادة الإيرادات وفرص التصدير. ولا يُعد تحقيق عائد استثماري يبلغ ثلاثة إلى خمسة أضعاف أمرا غير مألوف في قطاع التطبيقات الفضائية، في حين أن بناء المركبات الفضائية أو منصات الإطلاق ينطوي على مخاطرة أكبر من الناحية الاقتصادية. وتاريخيا، بدأت معظم برامج السواتل الصغيرة في شكل تعاون ثنائي بين البلدان؛ وكان من شأن وجود شركاء أن يتيح تنفيذ مفاهيم تطوعية بالرغم من الافتقار إلى الخبرة على الصعيد المحلي. وفي البداية، انطوى هذا التعاون على مشاركة واحدة من أوائل الدول المرتادة للفضاء؛ وفي الوقت الحاضر، هناك العديد من البلدان المنفتحة على التعاون التدريجي، أي الانتقال من التدريب إلى التطوير المشترك وترخيص التكنولوجيا. ولكي يصبح البرنامج الفضائي الوطني مستداما في الأمد البعيد، يلزم أن تؤدي الصناعة والأوساط الأكاديمية والحكومة جميعها دورها، كما يلزم وضع أهداف وميزانيات وجدول زمنية واقعية. واستشهد المتكلم من المملكة المتحدة كمثال بالتعاون مع وكالة تطوير الجيومعلوماتية والتكنولوجيا الفضائية، وأوضح كيف طوّرت في تايلند صناعة مجهزة بسلسلة إمداد محلية.

39- وكانت أكثر برامج بناء القدرات نجاحا هي تلك التي لبّت الاحتياجات المباشرة. ونفذت ملديف حلقات عمل بشأن استدامة الفضاء ونظّمت فعاليات لبناء القدرات بالتعاون مع شركاء مختلفين. والبلد حريص على تطوير الأنشطة الفضائية والبحوث المبتكرة باستخدام النظام البيئي البحري المحلي، وذلك مثلا من خلال دراسة كيف يمكن الاستفادة من قدرة الشعب المرجانية على التكيف في بناء موائل فضائية. وأطلقت نيوزيلندا نظاما بيئيا فضائيا محليا، باستخدام جوائز المسابقات والبيانات العملية لحلول المشاكل المحلية، مثل قياس انبعاثات الميثان وتقييم حالة البحيرات. وفي اليابان، وبعد الانتهاء من جهاز نشر السواتل الصغيرة التابع لوحدة التجارب اليابانية "كيبو" في محطة الفضاء الدولية، المعروفة باسم "كيبوكيوب"، في عام 2012، ما انفكت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي تدعم العديد من البلدان النامية في إطلاق السواتل من ذلك المرفق. ويطلب برنامج "كيبوكيوب"، الذي يُنفذ بالتعاون مع مكتب شؤون الفضاء الخارجي ويتيح للبلدان النامية فرصة إطلاق أول ساتل لها، الامتثال للمبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي والمبادئ التوجيهية للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية بشأن استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد. واستذكر المتكلمون التحديات، ودون أن يهوّنوا من شأن الصعوبات التي تواجه جمع التمويل، أشاروا إلى الحاجة إلى بذل جهود الدعوة على نطاق أوسع؛ وأن العقليات تتغير عندما يفهم الناس الأسباب التي تجعله مفيدا. وفي المشاريع الفضائية، تشكل التوقعات غير الواقعية التحدي الرئيسي، ويستغرق اكتساب الكفاءة وقتا طويلا؛ وكثيرا ما يستهين الساعون إلى تحقيق إنجازات عظيمة بالوقت والموارد اللازمة لتحقيق النتيجة المرجوة.

40- وأتى المتكلمون الذين قدموا عروضاً لمقترحات وجيزة لمشاريع بعد الجلسة الثالثة من بلدان عاكفة على تطوير سواتل "كيبوسات" تُستخدم في بعثات من شأنها أن تسهم إما في استدامة الأنشطة الفضائية في تلك البلدان ذاتها أو في الاستدامة على الأرض. فعلى سبيل المثال، يستخدم ساتل الكيبوسات الإندونيسي نظاما فرعية طوّرت بالكامل تقريبا داخل البلد، في حين ترصد المركبة الفضائية التابعة للبحرين ثاني أكسيد الكربون

في الغلاف الجوي، وستختبر بعثة طُورت في اليابان حمولة تتألف من جهاز تصوير متعدد الأطياف يمكن استخدامه لاحقا لاستكشاف القمر. وبلغت المشاريع ذات الصلة مراحل مختلفة من النضج، ومثل العديد من المتكلمين جهات مستفيدة من مبادرة "إتاحة سُبل الوصول إلى الفضاء للجميع" التابعة لمكتب شؤون الفضاء الخارجي. وشارك هؤلاء المتكلمون إما في برنامج "كويبيسات" مع الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، أو كانوا من بين من درسوا في اليابان كنتيجة للمبادرة المشتركة بين المكتب مع معهد كيوشو للتكنولوجيا.

41- وُحِصَّ أحد عروض المقترحات الوجيزة للمشاريع لموضوع استكشاف القمر. وكان المتكلمون من الأردن وفنزويلا (جمهورية - البوليفارية) ومصر من المشاركين في تطوير تكنولوجيايات البرامج المعنية بالقمر. وأشار المتكلم من جامعة البلقاء التطبيقية في الأردن إلى أنه يبحث عن شركاء للتعاون، في حين تعكف وكالة الفضاء المصرية على بناء كاميرا للتصوير فوق الطيفي عالية الاستبانة، وتعمل الوكالة البوليفارية للأنشطة الفضائية على تطوير أساليب لجمع الثرى القمري ومعالجته واستخدامه في البنية التحتية على القمر. وتشارك كل من وكالة الفضاء المصرية والوكالة البوليفارية للأنشطة الفضائية في الأعمال المتصلة بمشروع محطة الأبحاث القمرية الدولية التابع لإدارة الفضاء الوطنية الصينية.

42- وأوضح رئيس وكالة الفضاء الإيطالية، في كلمة رئيسية، كيف أن رصد الأرض أداة فعالة لتتبع التقدم المحرز في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وتناول رئيس الوكالة بالتفصيل كيف أن إيطاليا تشارك في عدة أشكال قائمة من التعاون تهدف إلى تيسير وصول مستخدمي العلوم إلى بيانات رصد الأرض، وتساهم في المبادرات الدولية والمشاركة بين الوكالات، مثل مرصد التعافي التابع للجنة المعنية بسواتل رصد الأرض وفريق المهام الفضائية القطبية، كما تعزز بناء القدرات. وباستخدام أمثلة ملموسة على التوسع الحضري وإدارة الموارد المائية، أوضح رئيس الوكالة كيف يمكن قياس المعدل الرأسي لانخساف الأرض بسبب الاستغلال المفرط لموارد المياه الجوفية، والذي يؤدي إلى نتائج منها الإضرار بالمنازل. وتعكف وكالة الفضاء الإيطالية على زيادة سبل الوصول إلى البيانات المستمدة من بعثة تشكيل السواتل الصغيرة الإيطالية لرصد حوض البحر الأبيض المتوسط (COSMO-SkyMed) عن طريق استخدام نموذج الدعوة المفتوحة لتقديم المشاريع العلمية المتعلقة بتغير المناخ، حيث تُحَصَّص نسبة 5 في المائة من البيانات للأطراف المهتمة من البلدان النامية.

43- وكما حدث في اليوم الأول، حُصِّص وقت للربط الشبكي في نهاية اليوم الثاني، بنفس الصيغة المتبعة في اليوم الأول. ودُعي المشاركون لزيارة طاولات متعددة بغرض مناقشة المزيد من المواضيع. وأقام الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية حفل استقبال في وقت لاحق من ذلك المساء بغية تعزيز الربط الشبكي بين المشاركين.

44- وبدأ اليوم الأخير بلحمة عامة عن أنشطة وكالة الفضاء الأوروبية لتقليل الحطام. وأشار المتكلم إلى الإجراء 56 من ميثاق المستقبل، وإلى أن الدول الأعضاء في وكالة الفضاء الأوروبية، في الوقت نفسه، شجعت الوكالة على اتباع "نهج خال من الحطام" في بعثاتها من أجل تشجيع الشركاء والجهات الفاعلة الأخرى على اتباع مسارات مماثلة. واشتركت جماعة من الجهات الفاعلة الاستباقية في أوروبا وخارجها، لتلتزم بسلامة الفضاء واستدامته، في وضع ميثاق الخلو من الحطام الذي يحدد المبادئ والأهداف المتصلة باستدامة الفضاء في الأمد البعيد. وحظي الميثاق بتأييد الحكومات والمنظمات الحكومية الدولية ودوائر الصناعة والأوساط الأكاديمية، وبلغ عدد الموقعين عليه حتى الآن 87 جهة.

45- وفي الجلسة الأخيرة، قدم متكلمون من تايلاند وجنوب السودان وفييت نام عروضاً إضافية عن مبادرات في بلدانهم أثبتت فيها التطبيقات الفضائية أنها أداة أساسية لمعالجة بعض التحديات اليومية التي يواجهها المستخدمون المحليون. ففي تايلاند، توفر مبادرة اليعسوب (Dragonfly) التي أطلقتها وكالة تطوير الجيومعلوماتية والتكنولوجيا الفضائية نظام رصد لستة محاصيل اقتصادية على مستوى البلد، وتوفر تحديثات للبيانات كل خمسة أيام بغية تمكين المزارعين من تحديد الكميات اللازمة من الأسمدة واستخدام المياه بالقدر

الكافي والتنبؤ بالمحاصيل. ويمكن للمستخدمين النهائيين الوصول إلى المعلومات باستخدام الهواتف الذكية، كما يمكنهم تسجيل البيانات المتعلقة بنتائج عمليات الإنتاج والنفقات باستخدام حاسوب دفتري شخصي. ويجري إعداد خدمات إضافية، مثل مخططات أرصدة الكربون، والتحذيرات المتعلقة بالآفات والأمراض، والتأمين على المحاصيل. وفي فييت نام، ونظرا لأن الحكومة تشجع تطوير أنظمة الطاقة الشمسية ونشرها، تُختار المواقع المناسبة لإنتاج الطاقة الشمسية باستخدام الصور الساتلية. وتعكف أكاديمية فييت نام للعلوم والتكنولوجيا على الجمع بين خرائط الإشعاع الشمسي المتحصّل عليها من البيانات الساتلية والخرائط الجغرافية التي تبين استخدام الأراضي والتضاريس المحلية والأخطار الطبيعية من أجل تحديد المواقع الفعالة اقتصاديا لإنتاج الطاقة الشمسية. ويجري تبادل البيانات مع المركز الذي يشغل شبكة الكهرباء على مستوى البلد من أجل التنبؤ بحجم الطلب الذي يمكن تلبينه بناء على التوقعات اليومية للإشعاع الشمسي.

46- وفي جنوب السودان، تتولى الهيئة التنظيمية الحكومية المعنية بقطاع الاتصالات مهمة تعزيز الاتصالات. وبغية تشجيع نشر البنية التحتية للاتصالات، تمول الحكومة تركيب أبراج الاتصالات السلكية واللاسلكية محليا، في حين يمول المشغلون المحليون المعدات المثبتة على الأبراج. ونظرا لصعوبة نشر الشبكات الأرضية في جنوب السودان، تُستخدم تكنولوجيا الاتصالات الساتلية على نطاق واسع لربط الأبراج البعيدة بشبكات المشغلين الأساسية. ويشكل اكتساب القدرة على إجراء المكالمات الهاتفية تطورا مهما للمجتمعات المحلية، لدرجة أن إحدى القرى احتفلت بتشغيل البرج المحلي الخاص بها، وأصبح موقعه معلما بارزا لذلك المجتمع المحلي.

47- وناقش متكلمان قداما عروضاً لمقترحات وجيزة لمشاريع مبادرات فعالة للاستدامة يجري تنفيذها في البلدان النامية. ففي كولومبيا، تحدد الابتكارات التي أتاحتها البيانات الساتلية معالم الصناعات في المناطق التي كثيرا ما تقف فيها الحواجز الاقتصادية والاجتماعية عائقا أمام الوصول إلى التجارة العالمية. ومن وجهة نظر هندوراس، فإن مشروع مورازان (Morazán) قد أطلق استجابة للدمار الذي سببته الفيضانات. وقد طُوّر الساتل بالتعاون مع كوستاريكا وغواتيمالا بغرض توفير نظام للرصد والإنذار المبكر يهدف إلى تعزيز الاستجابة للظواهر المتصلة بالمناخ.

48- وتناولت حلقة النقاش الأخيرة الأنشطة التي نجحت في تحفيز تطوير التطبيقات الفضائية واستخدامها في البلدان النامية. وقدم المتكلمون من وكالة الاتحاد الأوروبي لبرنامج الفضاء ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ومفوضية الاتحاد الأفريقي لمحة عامة عن العديد من المبادرات التي تساهم في التحول الأخضر وتحقيق المنافع الاجتماعية والاقتصادية والتنمية المستدامة في البلدان النامية. وفي العديد من الحالات، كما هو الحال في رصد حركة السفن والصيد غير المشروع ومصادر انبعاثات الميثان، كان من شأن الحصول على البيانات أن يوفر أدلة كافية لحث متخذي القرارات على اتخاذ إجراءات تنظيمية. وأشار المناظرون إلى أنه لا يوجد مشروعان ناجحان متشابهان، وناقشوا العوامل التي يمكن أن تدعم التنفيذ المستدام. وبغية تحويل البيانات إلى معلومات عملية قابلة للتنفيذ، كثير ما يوفر القطاع الخاص حلقة الوصل بين ما يجري توليده من برامج الفضاء وحالات الاستخدام على المستوى المحلي. ويتطلب نقل أفضل الممارسات إلى أماكن أخرى، أو توسيع نطاق تلك النجاحات، أموالا ومعالجة كأولوية سياسية؛ وعندما يكون هناك نقص في الأموال، يتعين على أصحاب المصلحة أن يصبغوا أفضل في توضيح المنافع وتسليط الضوء على الأثر المضاعف للاستثمار في الأنشطة الفضائية. وفي حين أن العروض الإيضاحية والمؤتمرات مفيدة في هذا الصدد، فإن النتائج الملموسة أكثر قدرة على جذب التمويل، مثلا من خلال تحديد الكيفية التي حسّنت بها مشاريع محددة النتائج المحلية.

49- وقدم المناظرون أمثلة ملموسة على التوصيات التي سيقدمونها إلى القادمين الجدد وإلى البلدان غير المرتادة للفضاء. وأعادوا التأكيد على ضرورة الملكية المحلية لأنشطة المشاريع، وناقشوا مثال مشروع وكالة ناسا في أنغولا الذي سلّمت فيه أنشطة معالجة البيانات إلى خبراء محليين مدربين، يحدّدون بأنفسهم خدمات البيانات

التي يمكنهم بيعها محليا من أجل تحقيق الاستدامة المالية. وأحد عوامل النجاح الأساسية هو تحديد مجال متخصص وتحسين التواصل حول كيفية تقديم الخدمات. وكثيرا ما تكون الشراكة عنصرا لا يحظى بالتقدير الكافي؛ فعلى سبيل المثال، أطلق الاتحاد الأفريقي شراكات مفيدة للغاية مع وكالات حكومية بغية معالجة ما تواجهه من مشاكل. وساعد المشاركون في هذه الشراكات بعضهم بعضا بطرائق مختلفة، سواء في الحصول على التمويل أو في بناء مجموعات الدعوة على المستوى المحلي، مما يتيح أيضا تجاوز الحواجز اللغوية.

## خامسا - نتائج نشاط الربط الشبكي

50- في أعقاب التعليقات المتمسمة الواردة من المشاركين في العام السابق، عندما اختُبر نشاط الربط الشبكي لأول مرة، حُصِّصت ثلاث فترات زمنية مدة كل منها ساعتان ونصف الساعة للربط الشبكي بين المشاركين. ونُظِّم هذا النشاط في قاعتين منفصلتين حُصِّصت فيهما 17 طاولة لمواضيع محددة بغية تمكين الأشخاص ذوي الاهتمامات المتشابهة من العثور على بعضهم البعض وعقد اللقاءات. وكفل وجود ميسر على كل طاولة قدرا معينا من الاستمرارية بين جولات المناقشات الثلاث. وقبل بدء الفعالية، قدم المكتب إحاطة إلى الميسرين، فضلا عن المشاركين بدلا عن زملاء تغيّبوا في اللحظة الأخيرة، وشدد على ضرورة شمول الجميع في هذا السياق المتعدد الثقافات، الذي يضم أيضا أشخاصا من مختلف الأعمار ومستويات الخبرة. وطلب من الميسرين أن يستخلصوا مقترحات ملموسة من المشاركين، وأن يكونوا سابقين في اقتراح أشخاص يمكن الاتصال بهم من بين المشاركين في المناقشات المختلفة.

51- وكان بوسع المشاركين الاختيار من بين 17 موضوعا، حيث حُدد مستوى الاهتمام بكل موضوع من خلال استبيان أُرسِل إلى جميع المشاركين قبل الفعالية. وكانت تلك المواضيع كما يلي: (أ) كيفية تعريف "الاستدامة"؛ (ب) أثر الأنشطة الفضائية على البيئة؛ (ج) رصد الأرض من أجل رصد بيئة الأرض؛ (د) رصد الأرض لأغراض الزراعة؛ (هـ) ممارسات التصنيع الأكثر مراعاة للبيئة؛ (و) التكنولوجيات الأكثر مراعاة للبيئة من أجل تقليل الحطام؛ (ز) معرفة أحوال الفضاء؛ (ح) التكنولوجيات الخاصة بالأنشطة المدارية؛ (ط) الاستكشاف المستدام للقمر؛ (ي) التعاون من أجل استكشاف الفضاء؛ (ك) التصنيع والتدوير في الفضاء؛ (ل) قانون الفضاء ولوائحه؛ (م) السياسات بشأن استخدام التطبيقات الفضائية؛ (ن) بناء القدرات باستخدام سواتل الكيوبسات؛ (ق) بناء القدرات؛ (ر) التوعية والاتصالات والدعاية؛ (ش) لعبة سياسات الفضاء التي عُرضت خلال حلقة العمل.

52- وحُصِّصت طاولتان لكل موضوع من الموضوعين الأكثر شعبية (رصد الأرض من أجل رصد بيئة الأرض والاستكشاف المستدام للقمر). وعلى إحدى الطاولة، أُتيحَت إمكانية المشاركة في "اللعبة الجديدة" بشأن سياسات الفضاء، والتي قُدمت في وقت سابق من حلقة العمل، مع مبنكرها شخصيا. وفي اليوم الأول من حلقة العمل، بقي معظم المشاركين لمدة ساعة كاملة على الطاولة التي اختاروها في البداية، في حين انتقل معظمهم في اليوم الثاني إلى طاولة أخرى بعد خمس وأربعين دقيقة من المناقشات. وبوجه عام، شارك معظم المشاركين في حلقة العمل في ثلاث جولات من المناقشات على طاولات مختلفة.

53- ونظَّم الميسرون المتطوعون على كل طاولة المناقشات بطرائق مختلفة تبعا لعدد المشاركين على الطاولة في كل جولة. وكان الهدف هو تبادل المعارف وطلب الدعم من الأقران. وضمت بعض الطاولة عددا قليلا من الخبراء المتفرغين الذين أجروا مناقشات متعمقة مستفيضة طوال الوقت المخصص، في حين ضمت طاولة أخرى العديد من المشاركين الذين عرضوا أولا مجالات عمل كل منهم وناقشوا القواسم المشتركة، ثم انتقلوا إلى إجراء المناقشات الثنائية. وفي بعض الحالات، تسنت مواعيد المشاركين مع شركاء أو أصحاب

عمل محتملين. وفيما يتعلق ببعض المواضيع، وضع المشاركون توصيات تهدف إلى تعزيز فرص الشراكة، ووضعوا طرائق للبقاء على اتصال من خلال وسائل التواصل الاجتماعي.

54- وأكدت جلسة استخلاص المعلومات التي عُقدت صباح يوم الأحد أن المشاركين استفادوا بشدة من المناقشات، وكانت آراء الجميع بشأن التجربة إيجابية. واقترح البعض أن تكون الفترات الزمنية المخصصة لهذا النشاط في وقت مبكر من اليوم حتى يتمكن المشاركون الذين يعانون من الإرهاق الناجم عن فرق التوقيت من المساهمة بصورة أفضل. وأشار بعض المشاركين إلى أنهم يفضلون أن يتبع مكتب شؤون الفضاء الخارجي نهجا منظما في الحفاظ على سير المناقشات بشأن كل موضوع بعد انتهاء حلقة العمل، أو أن يتيح جهة إيداع يمكن من خلالها تقديم ملخصات لما جرت مناقشته يمكن أن تكون ذات قيمة لآخرين. ورأى آخرون أن تحديد طرائق الحفاظ على سير المناقشات بين الشبكات المنشأة مؤخرا مسألة ينبغي أن تُترك للمشاركين. ونظرا للمشاركة النشطة للغاية من جانب المشاركين طوال الفترة الزمنية المخصصة، رأت الجهات المنظمة أن هذه المبادرة ينبغي أن تستمر في النسخ المقبلة من حلقة العمل.

## سادسا - الاستنتاجات والدروس المستفادة

55- قبل اختتام حلقة العمل، سعى المكتب إلى التماس التعليقات من المشاركين بغية فهم ما حققوه خلال العروض الإيضاحية وأنشطة الربط الشبكي. ورأى المشاركون أن حلقة العمل وفرت منبرا لمناقشات واسعة النطاق حول كيفية تطوير قدرات قطاع الفضاء بطريقة مستدامة. وإضافة إلى التكنولوجيات المبتكرة، كان موضوع النهج اللازمة لتقليل الأثر السلبي لصناعة الفضاء نفسها على أزمة المناخ موضوعا جديدا للعديد من الحاضرين. وبدلا من المناقشات المتعمقة، قدم البرنامج لمحة عامة واسعة عن جهود ومبادرات مختلفة تشمل مجموعة واسعة النطاق من أنشطة الاستدامة. وهدفت حلقة العمل إلى إلهام المشاركين وتوعيتهم بالوسائل التقنية المتاحة لتحسين استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد.

56- وتناول ممثل الرابطة الإيطالية للملاحة الجوية والفضائية، وهو الرئيس المشارك للجنة البرنامج الدولي التابعة للمؤتمر الدولي للملاحة الفضائية لعام 2024، في ملاحظاته الختامية أوجه التآزر بين حلقة العمل وبرنامج المؤتمر. وسلط الضوء على أن التعاون العالمي لا يزال ضروريا لتعزيز تطوير تكنولوجيا الفضاء وتطبيقاتها. وكلما كانت التكنولوجيا ناضجة بما يكفي لاستخدامها، تكون هناك استجابات عملية يمكنها أن تعالج العديد من التحديات التي جرت مناقشتها بطريقة مستدامة.

57- ودعت نائبة رئيس الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية المسؤولة عن البلدان النامية والمجتمعات الصاعدة المشاركين إلى الاستفادة من الفرص التي يتيحها المؤتمر الدولي للملاحة الفضائية والاضطلاع بدور نشط في لجان الاتحاد الدولي للملاحة الفضائية، حيث تتاح الفرصة لمواصلة مناقشة المواضيع التي تناولتها حلقة العمل. وشددت على أهمية اللجنة المعنية بالربط بين النظم الإيكولوجية الفضائية الناشئة في تيسير نقل المعارف بين وكالات الفضاء الراسخة والقادمين الجدد من البلدان النامية.

58- وأعربت مديرة مكتب شؤون الفضاء الخارجي عن تقديرها لمساهمات المتكلمين ولتفاعل المشاركين خلال حلقة العمل. وأثنت على جهود المنخرطين في صناعة الفضاء، الذين بدأوا في إحداث تغيير نحو الاستدامة. وعلى الرغم من أن الإخراج من المدار بغرض منع الحطام الفضائي يكتسي أهمية قصوى، فإن المواد الكيميائية لا تزال تُطلق في الغلاف الجوي، ويحتاج قطاع الفضاء إلى زيادة جهوده الرامية إلى الحد من أثره وفهم الآثار المترتبة على أنشطته بصورة أفضل. وشددت على ما تتسم به أنشطة بناء القدرات من أهمية في استراتيجية المكتب، وخاصة فيما يتعلق بالقادمين الجدد إلى قطاع الفضاء، وأعربت عن أملها في أن يكون

المشاركون قد عثروا خلال حلقة العمل على من كانوا يأملون في الالتقاء بهم من الشركاء. واختتمت حلقة العمل بتقديم لمحة عامة عن الأدوار التي اضطلع بها كل من شارك في تنظيم هذه الفعالية.

59- وشجّع المشاركون في حلقة العمل على تقديم تعليقات مكتوبة عن طريق ملء استمارة مخصصة لذلك الغرض عبر الإنترنت. ووردت التعليقات بالفعل من 75 شخصا، يمثلون 39 في المائة من المشاركين، وكانت إيجابية للغاية: فقد بلغ متوسط التقييم 4,58 نقطة من أصل 5 ومنح 47 مشاركا جديدا في سلسلة حلقات العمل هذه الفعالية تقييما بلغ في المتوسط 4,87 نقطة. ووردت كلمات تقدير من المتكلمين والحضور على حد سواء، بما في ذلك من بين القادمين الجدد وأولئك الذين حضروا النسخ السابقة من هذه الفعالية. وكانت تعليقات المشاركين إيجابية بوجه خاص بشأن أنشطة الربط الشبكي التي مكّنت العديد من المشاركين من مناقشة سبل مواجهة تحدياتهم الخاصة بصورة ملموسة، وذكروا أنهم يقدرون الفرصة التي أتاحت لهم لبناء علاقات من شأنها أن تكون مفيدة لعملهم بعد حلقة العمل.