الأمم المتحدة
A/80/237
الجمعية العامة
Distr.: General
22 July 2025
Arabic
Original: English

الدورة الثمانون

البند 99 من جدول الأعمال المؤقت*

دور العلم والتكنولوجيا في سياق الأمن الدولي ونزع السلاح

التطورات الراهنة في ميدان العلم والتكنولوجيا وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجالي الأمن الدولي ونزع السلاح

تقرير الأمين العام

موجز

يقدم هذا التقرير لمحة عامة عن التطورات العلمية والتكنولوجية ذات الصلة بالأسلحة ووسائل أو أساليب الحرب وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجالي الأمن الدولي ونزع السلاح، إلى جانب التطورات في المحافل الحكومية الدولية ذات الصلة، وذلك عملا بقرار الجمعية العامة 23/79. ويشمل هذا التقرير مجالات الذكاء الاصطناعي، والمنظومات الذاتية التشغيل وغير المأهولة، والتكنولوجيات الرقمية، والبيولوجيا والكيمياء، وتكنولوجيات الفضاء والفضاء الجوي، والتكنولوجيات الكهرومغناطيسية، وتكنولوجيات المواد. وإضافة إلى ذلك، يتناول التقرير التعاون الدولي، بما في ذلك بناء القدرات.

* A/80/150

180825 230725 25-12032 (A)

الرجاء إعادة استعمال الورق

أولا - مقدمة

1 - طلبت الجمعية العامة إلى الأمين العام، في الفقرة 4 من قرارها 23/79 بشأن دور العلم والتكنولوجيا في سياق الأمن الدولي ونزع السلاح، أن يقدم إليها في دورتها الثمانين تقريرا مستكملا عن التطورات الراهنة في ميدان العلم والتكنولوجيا وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجالي الأمن الدولي ونزع السلاح. وفي الفقرة 48 (هـ) من ميثاق المستقبل (قرار الجمعية العامة 1/79)، طلب رؤساء الدول والحكومات إلى الأمين العام أن يواصل إطلاع الدول الأعضاء على التكنولوجيات الجديدة والناشئة من خلال تقرير الأمين العام بشأن التطورات الراهنة في ميدان العلم والتكنولوجيا وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجالي الأمن الدولي ونزع السلاح.

2 - ويسهم العلم والتكنولوجيا في التنمية البشرية وفي الازدهار، وهما عاملا تمكين رئيسيان للجهود المبذولة من أجل تنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وفي الوقت نفسه، قد يشكلان مخاطر على الجهود الجماعية الرامية إلى صون السلام والأمن الدوليين.

3 - وهناك ما يدعو للقلق المستمر في هذا الشأن لأن وتيرة التطورات في ميادين العلم والتكنولوجيا ذات الصلة بالأمن ونزع السلاح تفوق قدرة الأطر المعيارية والتنظيمية على إدارة المخاطر. ولا مجال لجني الفوائد من التكنولوجيات الجديدة والناشئة على حساب الأمن العالمي.

4 - ويقدم هذا التقرير لمحة عامة عن التطورات العلمية والتكنولوجية ذات الصلة الوثيقة بالأسلحة ووسائل أو أساليب الحرب وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجالي الأمن الدولي ونزع السلاح، إلى جانب التطورات التي تشهدها المحافل الحكومية الدولية ذات الصلة.

ثانيا - التطورات المستجدة في العلم والتكنولوجيا ذات الصلة بالأسلحة ووسائل أو أساليب الحرب

ألف - الذكاء الاصطناعي والتشغيل الذاتي

5 - لا يوجد تعريف متفق عليه عالميا للذكاء الاصطناعي، غير أن الذكاء الاصطناعي بشكل عام يتعلق بنظم مصممة ومدربة بغرض التعلم وحل المشاكل والتنبؤ واتخاذ القرارات وأداء المهام التي يُرى أنها تتطلب مستوى من الذكاء يضاهي ذكاء الإنسان. ويشمل الذكاء الاصطناعي عددا من المجالات الفرعية، منها تعلم الآلة ومعالجة اللغات الطبيعية والرؤية الحاسوبية. وتشمل المزايا المحتملة للذكاء الاصطناعي تحسينات في الكفاءة والتشغيل الآلي والقدرات التحليلية على نطاق واسع وبسرعة أعلى.

6 - وللذكاء الاصطناعي تطبيقات واسعة النطاق وبعيدة المدى في المجالين العسكري والأمني، وتشمل الوظائف المرتبطة بالأسلحة. وتتراوح التطبيقات من أنظمة دعم القرار للعمليات العسكرية إلى الأنظمة التي تدعم الأمن البحري وجهود مكافحة القرصنة وعمليات مكافحة الإرهاب وأمن الحدود[1]. وتعدد استخدامات هذه الأنظمة يجعلها جذابة بشكل متزايد للجهات الفاعلة من الدول وغير الدول على حد سواء. واختبرت

(1) Yasmin Afina, “The global kaleidoscope of military AI governance”, United Nations Institute on Disarmament Research (UNIDIR), 2024.

بعض الدول بالفعل أو نشرت مجموعة متنوعة من المنظومات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك المنظومات غير المأهولة القادرة على الملاحة الذاتية؛ ونظم التنقل المنسق وتشكيل الأسراب؛ والأنظمة التي تجمع بيانات الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع وتفرزها وتحللها، ونظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الدفاعية والهجومية؛ وتطبيقات المحاكاة والتدريب.

7 - والبيانات عنصر أساسي في تدريب المنظومات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي والمنظومات ذاتية التشغيل وفي اختبارها واستخدامها. فاستخدام بيانات عالية الجودة على نطاق واسع يمكن أن يعزز أداء وموثوقية أنظمة الذكاء الاصطناعي التي يتم تطويرها ونشرها واستخدامها في التطبيقات العسكرية وغيرها من التطبيقات الأمنية، بدءًا من الدعم العملياتي والقتالي ووصولاً إلى جهود الإغاثة الإنسانية وحماية المدنيين.

8 - وحُدِد العديدُ من الشواغل المتعلقة بالبيانات، بما في ذلك تلك التي لها آثار على السلام والأمن على الصعد الدولي والإقليمي والوطني[2]. وتنبع هذه الشواغل من جملة أمور من بينها الحاجة إلى معالجة التحيزات الضارة المحتملة وعدم موثوقية أجهزة الاستشعار المستخدمة في جمع البيانات، ومحدودية توافر البيانات التمثيلية في مختلف السياقات، وأمن البيانات وحمايتها ضد الوصول غير المصرح به. ويجري بالفعل وضع حلول تقنية بهدف معالجة هذه الشواغل، بما في ذلك استخدام البيانات الاصطناعية والبيانات البديلة.

9 - ومن المهم للغاية اتباع نهج دورة الحياة الكاملة في حوكمة الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري والمجالات الأمنية الأخرى. ويتكون هذا النهج من تحديد نقاط التدخل المختلفة بدءاً من مرحلتي التصميم والتطوير وحتى الاعتماد والنشر والاستخدام ثم إيقاف التشغيل في نهاية المطاف[3]. واعتمد عدد متزايد من الدول وثائق استراتيجيات وطنية مخصصة لدعم هذا النهج[4].

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

10 - في 12 كانون الأول/ديسمبر 2024، اتخذت الجمعية العامة القرار 239/79 بشأن الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري وآثاره على السلام والأمن الدوليين. وعملا بالطلب الوارد في القرار، قدم الأمين العام تقريرا (A/80/78)، أعد استنادا إلى آراء الدول الأعضاء والدول المراقبة.

11 - وتقرر في اجتماع الأطراف المتعاقدة السامية في اتفاقية حظر أو تقييد استعمال أسلحة تقليدية معينة يمكن اعتبارها مفرطة الضرر أو عشوائية الأثر، المعقود في عام 2023، مواصلة عمل فريق الخبراء الحكوميين المعني بالتكنولوجيات الناشئة في مجال منظومات الأسلحة الفتاكة الذاتية التشغيل. وتقرر أيضاً أن يواصل الفريق النظر في مجموعة من عناصر الصك وصياغتها، بتوافق الآراء، دون الحكم مسبقاً على طابعه، وغير ذلك من التدابير الممكنة لمعالجة التكنولوجيات الناشئة في مجال منظومات الأسلحة الفتاكة الذاتية التشغيل، مع مراعاة ما تمثله البروتوكولات القائمة في إطار الاتفاقية، والمقترحات المقدمة من الأطراف المتعاقدة السامية وغيرها من الخيارات المتعلقة بالإطار المعياري والتنفيذي بشأن التكنولوجيات

(2) Yasmin Afina and Sarah Grand-Clément, “Bytes and battles: inclusion of data governance in responsible military AI”, CIGI Paper, No. 308 (Centre for International Governance Innovation, 2024).

(3) Yasmin Afina and Giacomo Persi Paoli, “Governance of artificial intelligence in the military domain: a multi-stakeholder perspective on priority areas”, UNIDIR, 2024.

(4) Yasmin Afina, “Draft guidelines for the development of a national strategy on AI in security and defence”, UNIDIR, 2024.

الناشـئة في مجال منظومات الأسـلحة الفتاكة الذاتية التشـغيل، وذلك بالاسـتناد إلى توصـيات الفريق واسـتنتاجاته، واسـتقطاب الخبرات فيما يتعلق بالجوانب القانونية والعسـكرية والتكنولوجية. واعتمدت الجمعية العامة قرارين بشـأن منظومات الأسـلحة الفتاكة ذاتية التشـغيل (القراران 241/78 و 62/79). وفي يومي 12 و 13 أيار/مايو 2025، أجريت مفاوضـات غير رسـمية مفتوحة على أسـاس تقرير الأمين العام عن منظومات الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل (A/79/88).

باء - المنظومات غير المأهولة

12 - يمكن تجريب المنظومات غير المأهولة عن بعد، بطريقة شـبه ذاتية التشـغيل أو ذاتية التشـغيل تماما، وهي تُسـتخدم في المجالات الجوية والبرية والبحرية. وتُسـتخدم هذه المنظومات من جانب الجهات الحكومية وغير الحكومية على حد سـواء. وينتشـر اسـتخدام المنظومات الجوية غير المأهولة في النزاعات وخارجها على نطاق واسـع، وتشـمل تطبيقاته الرصـد والاسـتطلاع العسـكريين، والتقاط الأهداف، وتوجيه الضربات[5]. وما زال استخدامها في المناطق المأهولة بالسكان يثير شواغل بشأن حماية المدنيين والامتثال للقانون الدولي الإنساني.

13 - وتوجد مجموعة واسعة من المنظومات بعضـها متطورة والأخرى بسيطة من الناحية التقنية، ويمكن أن تكون مسـلحة أو غير مسـلحة. وأصـبح اسـتحداث منظومات جوية غير مأهولة يدوية الصـنع، إما عن طريق تعديل المنظومات التجارية أو عن طريق تصـنيع مكونات معينة (بما في ذلك من خلال التصـنيع بالإضافة)، اتجاهاً ملحوظا، شأنه في ذلك شأن تحويل المنظومات الجوية غير المأهولة إلى طائرات مسيرة حوّامة. والطائرات المسـيرة الحوّامة هي منظومات جوية هجومية أحادية الاتجاه تجمع بين خصـائص المنظومات الجوية غير المأهولة والقذائف، حيث يتم استخدام المنظومة نفسها كسلاح، بما لها من قدرة على أن تحوم في الجو إلى أن تصيب الهدف.

14 - كما حدثت زيادة في تطوير المنظومات البحرية غير المأهولة واسـتخدامها[6]. وهذه المنظومات، التي يمكن أن تعمل على سطح الماء أو تحت الماء، يمكن أن تؤدي مهام مثل المراقبة والاستطلاع، إضافة إلى تنفيذ التدابير المضادة للألغام، والقيام بأعمال هجومية.

15 - ويتواصـل تعزيز المنظومات غير المأهولة أو مكوناتها بفضـل التطورات العلمية والتكنولوجية. فعلى سـبيل المثال، تقوم الجهات الحكومية وغير الحكومية بتجريب اسـتخدام خلايا الوقود الهيدروجيني لتوسيع نطاق هذه المنظومات. ويؤدي التشويش في ساحة القتال باستخدام المنظومات الجوية غير المأهولة، عن طريق الحرب الإلكترونية، إلى زيادة دمج تقنيات الذكاء الاصـطناعي بهدف تقليل الاعتماد على روابط الاتصال التي قد تكون عرضة للخطر (انظر أيضًا الفرع ثانيا-ألف).

(5) Sarah Grand-Clément, “Armed and dangerous? A brief overview of uncrewed aerial systems: risks, impacts and avenues for action”, UNIDIR, October 2024.

(6) Anabel García García, Sarah Grand-Clément and Paul Holtom, “Changing tides in maritime warfare: closing the reporting gap on uncrewed maritime systems in the United Nations Register of Conventional Arms”, UNIDIR, February 2025.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

16 - بُذلت جهود لمنع وصول المنظومات الجوية غير المأهولة ومكوناتها إلى الجماعات المسلحة غير القانونية والإرهابيين وغيرهم من المتلقين غير المأذون لهم وتداولها فيما بينهم، وذلك من خلال قرار مجلس الأمن 2370 (2017)، وإعلان دلهي[7]، ومبادئ أبوظبي التوجيهية (S/2023/1035).

17 - وفيما يتعلق بتحسين الشفافية في مجال التسلح وتعزيز عمليات النقل المسؤولة، فإن المنظومات غير المأهولة مدرجة صراحة في الفئة الرابعة ("الطائرات المقاتلة والمركبات المقاتلة المُسيرة من دون طيار") والفئة الخامسة ("الطائرات العمودية الهجومية والمركبات المقاتلة ذات الأجنحة الدوارة المسيرة من دون طيار") من سجل الأمم المتحدة للأسلحة التقليدية. وقد أدرجت بعض الدول الأطراف في معاهدة تجارة الأسلحة المنظومات غير المأهولة في تقاريرها المقدمة عملاً بالمعاهدة.

جيم - التكنولوجيات الرقمية

18 - تواصل التكنولوجيات الرقمية إحداث ثورة في المجتمعات، من خلال دورها كعوامل حفز للابتكار والتقدم. كما يمكن أن تدعم الإنجازات في مجال التكنولوجيات الرقمية هدفي نزع السلاح وعدم الانتشار من خلال تحسين منهجيات التحقق، على سبيل المثال، وذلك باستخدام تقنيات التعرف على الأشكال النمطية وكشف الحالات الشاذة وقدرات التقييم السريع من أجل تحديد المنشآت النووية ورصدها.

19 - وعلى الرغم من أن التكنولوجيات الرقمية يمكن أن تخدم أهداف التنمية والسلام والأمن على حد سواء، فإن إساءة استخدامها تنطوي أيضا على مخاطر. فقد يؤدي تزايد انتشار التقنيات الرقمية واتساع نطاق استخدامها إلى تفاقم المخاطر التي تهدد السلام والأمن الدوليين، علما أنها يمكن أن تُستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات في المجالين المدني والعسكري على حد سواء.

تكنولوجيات المعلومات والاتصالات

20 - استحوذ الاستخدام الخبيث لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات على اهتمام كبير خلال عام 2024، وتم توثيق مجموعة من الحوادث، بما في ذلك حوادث كان لها تأثير على قطاعات أساسية مثل الرعاية الصحية والمصارف والاتصالات والنقل.

21 - وظل استغلال نقاط الضعف في البرمجيات اتجاهاً ملحوظاً، شأنه في ذلك شأن الشواغل المتعلقة باستخدام البرمجيات والأساليب الخبيثة، مثل التصيد الاحتيالي، وهجمات اعتراض الاتصالات، وهجمات حجب الخدمة الموزع. وسُجل عدد كبير من حوادث برمجيات انتزاع الفدية في عام 2024، بما فيها تلك التي أثرت على قطاع الرعاية الصحية والنقل العام[8].

22 - ووجه الانتباه نحو استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في سياق النزاع المسلح والأثر المحتمل على الامتثال للقانون الدولي الإنساني لاسيما فيما يتعلق بالأنشطة التي تحدث خللا في البنى

(7) انظر www.un.org/securitycouncil/ctc/sites/www.un.org.securitycouncil.ctc/files/outcome_document_ctc_special_mtg_final_e.pdf.

(8) Naveen Goud, "Top 5 ransomware attacks and data breaches of 2024", Cybersecurity Insiders, 2024.

التحتية الأساسية أو تلحق بها ضررا أو تؤثر على الخدمات العامة أو تستهدف البيانات الحيوية، مما يؤدي إلى حذف تلك البيانات أو حتى إلحاق أضرار مادية بالأعيان المدنية.

23 - وبرز تأثير التطورات السريعة في مجال الذكاء الاصطناعي على أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات كمسألة ذات أولوية في ظل تعميق دمج الذكاء الاصطناعي في مجموعة من التكنولوجيات الرقمية. وعلى وجه الخصوص، نظرت الدول في سلامة وأمن أنظمة الذكاء الاصطناعي، وكذلك البيانات المستخدمة لتدريب نماذج التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في سياق أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يُستخدم لتعزيز الأمن من خلال زيادة القدرة على الصمود، وتحسين سرعة الاستجابة للحوادث، وتدعيم الشبكات، فهو يمكن أيضاً أن يغيّر الطريقة التي يتبعها الجناة في التخطيط للاختراقات وتنفيذها[9].

تكنولوجيات الحوسبة، بما في ذلك التكنولوجيات السحابية والكمية

24 - أدى التوسع الذي شهده قطاع الحوسبة السحابية إلى جعل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أكثر قابلية للتطوير وزاد سهولة الوصول إليها وكفاءتها من خلال توفير عمليات مبسطة وخفض تكاليف الهياكل الأساسية. وأدت الحوسبة السحابية، التي تتيح الوصول حسب الطلب إلى مجموعة مشتركة من موارد الحوسبة القابلة للضبط، دوراً متزايد الأهمية في قطاعات مثل الجيش والدفاع والبنية التحتية الوطنية الحيوية[10].

25 - وعلى الرغم من أن الحوسبة السحابية توفر فرصاً، مثل المرونة التشغيلية وتعزيز تبادل المعلومات، فإن الاعتماد المتزايد على البيئة السحابية يمكن أن ينطوي أيضا على مخاطر. ويتمثل أحد المخاطر الرئيسية، خاصةً في البيئات السحابية العامة، في اتساع نطاق تعرضها للهجوم، مما يجعلها أهدافاً سهلة للتهديدات السيبرانية، مثل اختراق البيانات وهجمات حجب الخدمة الموزع وبرمجيات انتزاع الفدية[11].

26 - وأعلنت الأمم المتحدة عام 2025 السنة الدولية لعلوم وتكنولوجيا الكم، اعترافًا منها بالفوائد البعيدة المدى التي يوفرها دمج الخصائص الكمية في التطبيقات، بما في ذلك الحوسبة[12].

27 - واستمر بوتيرة ثابتة إطلاق المعالِجَات الكمية ذات الأداء الأعلى على نحو متزايد[13]. وعلى الرغم من أن الحواسيب الكمية ستسمح بمعالجة أسرع وستزيد من القدرة على حل المشكلات المعقدة، ثمة تحديات لا تزال قائمة. فمن المتوقع أن تكون للحوسبة الكمية آثار خطيرة على الأمن، من قبيل طرح تحديات بالنسبة

(9) UNIDIR, “Exploring the AI-ICT security nexus”, December 2024.

(10) Federico Mantellassi and Giacomo Persi Paoli, “Cloud computing and international security: risks, opportunities and governance challenges”, UNIDIR, 2024.

(11) المرجع نفسه.

(12) انظر www.quantum2025.org.

(13) Wenting He, “Enabling technologies and international security: a compendium – 2023 edition”, UNIDIR, 2024.

لأنظمة التشفير الحالية، فتؤدي بذلك إلى احتمال تعريض البنية التحتية الحيوية وشبكات الاتصالات العسكرية للخطر[14].

28 - ولا توجد في الوقت الحالي عملية حكومية دولية مخصصة لمعالجة التكنولوجيات الكمية في سياق الأمن الدولي. ومع ذلك، لاحظت الدول، في سياق المناقشات المتعلقة بأمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الخصائص والسمات المتطورة للتكنولوجيات الناشئة، مثل الحوسبة الكمية، التي قد تنجم عنها مسارات ونقاط ضعف جديدة.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

29 - أدرج موضوع التطورات في ميدان تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في سياق الأمن الدولي في جدول أعمال الجمعية العامة منذ عام 1998[15]. ومنذ ذلك الحين، قامت ستة أفرقة من الخبراء الحكوميين بدراسة التهديدات القائمة والمحتملة في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وقدمت توصيات بشأن المعايير والقواعد والمبادئ المتعلقة بالسلوك المسؤول للدول، وبشأن تدابير بناء الثقة وبناء القدرات، وناقشت كيفية تطبيق القانون الدولي على استخدام هذه التكنولوجيات (انظر A/65/201 و A/68/98 و A/70/174 و A/76/135). وفي عام 2018، أنشأت الجمعية العامة الفريق العامل المفتوح العضوية المعني بالتطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي، وأقرت الجمعية العامة لاحقا، في عام 2021، تقرير هذا الفريق العامل الذي صدر بتوافق الآراء (A/75/816).

30 - وفي عام 2020، أُنشئ فريق عامل مفتوح العضوية معني بأمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأمن استخدامها للفترة 2021-2025 للقيام بجملة أمور منها مواصلة صقل قواعد ومعايير ومبادئ السلوك المسؤول للدول؛ ومواصلة دراسة التهديدات القائمة والمحتملة في ميدان أمن المعلومات وكيفية انطباق القانون الدولي على استخدام الدول لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات؛ والنظر في تدابير لبناء الثقة وبناء القدرات. واعتمد الفريق العامل ثلاثة تقارير مرحلية سنوية (A/77/275 و A/78/265 و A/79/214). وقد تناول التهديدات القائمة والمحتملة في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك تلك المتعلقة بالبنية التحتية الحيوية العابرة للحدود الوطنية، ومنها الكابلات البحرية المغمورة وشبكات الاتصالات المدارية، والتحديات التي تواجه تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بسبب التكنولوجيات الناشئة، لاسيما الذكاء الاصطناعي والحوسبة الكمية. وحقق الفريق إنجازين هامين في عام 2024 شملا إصدار الدليل العالمي لجهات الاتصال الحكومية الدولية المعنية باستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في سياق الأمن الدولي[16]، وتنظيم أول مائدة مستديرة عالمية بشأن بناء القدرات في مجال أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

(14) UNIDIR, "2024 Innovations Dialogue: quantum technologies and their implications for international peace and security", 22 November 2024.

(15) للاطلاع على مزيد من المعلومات عن المداولات الحكومية الدولية المتعلقة بالتطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي، انظر www.un.org/disarmament/ict-security.

(16) انظر https://poc-ict.unoda.org.

دال – البيولوجيا والكيمياء

31 – إن حظر الاستخدامات العدائية للكيمياء والبيولوجيا مكرس في القانون الدولي من خلال بروتوكول حظر الاستعمال الحربي للغازات الخانقة أو السامة أو ما شابهها ولوسائل الحرب البكتريولوجية واتفاقية حظر استحداث وإنتاج وتخزين الأسلحة البكتريولوجية (البيولوجية) والتكسينية وتدمير تلك الأسلحة (اتفاقية الأسلحة البيولوجية) واتفاقية حظر استحداث وإنتاج وتخزين واستعمال الأسلحة الكيميائية وتدمير تلك الأسلحة (اتفاقية الأسلحة الكيميائية). وتطرح التطورات العلمية والتكنولوجية السريعة تحديات جديدة يمكن أن تقوض صكوك نزع السلاح وعدم الانتشار القائمة، من خلال تعقيد تنفيذها، على سبيل المثال، ولكنها تتيح أيضاً فرصاً لتعزيزها وترسيخها.

32 – وأدى التقارب المتزايد بين البيولوجيا والكيمياء والذكاء الاصطناعي والحوسبة الكمية إلى تسريع وتيرة الابتكار، وهو ما يوفر فوائد كبيرة في مجالات مثل الرعاية الصحية والزراعة وعلوم المواد. ويستفيد الممارسون أيضا من زيادة سهولة الحصول على الأدوات والمرافق الرقمية الجديدة بتكلفة أقل، بما في ذلك المختبرات المستضافة في الخواديم السحابية، التي تمكنهم من إجراء التجارب عن بُعد[17]. بيد أن هذه التطورات تثير مخاوف محتملة بشأن إساءة الاستخدام، لأنها يمكن أن تقلل من العوائق التي تحول دون تطوير الأسلحة البيولوجية والكيميائية وتؤدي إلى نشوء مواطن ضعف جديدة تهدد الأمن الدولي.

33 – ويؤدي الذكاء الاصطناعي دورًا بارزا بشكل متزايد في النمذجة البيولوجية من خلال تحسين القدرة على تحليل البيانات البيولوجية المعقدة وتصميم الجزيئات الحيوية، بالإضافة إلى تسريع وتيرة اكتشاف العقاقير[18]. غير أن أدوات التصميم البيولوجي المدعومة بالذكاء الاصطناعي، بما في ذلك أدوات تصميم البروتينات، قد تمكّن الجهات الفاعلة من تطوير عوامل قادرة على التهرب من التدابير التقليدية للحد من المخاطر، ولا سيما تدابير الرقابة على الصادرات[19]. وقد تساعد التطبيقات الأخرى للذكاء الاصطناعي، من قبيل النماذج اللغوية الكبيرة والأدوات الذاتية التشغيل للتنقيب في البيانات والنماذج التوليدية، في الحصول على المواد والمعلومات ذات الصلة بتطوير الأسلحة البيولوجية؛ ويمكن أيضا استخدامها في تسهيل نشر المعلومات المضللة أثناء الجوائح[20]. وقد تؤثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على متطلبات التدريب والمهارات اللازمة لتطوير الأسلحة البيولوجية، وهو ما قد يؤدي إلى خفض سقف الخبرة اللازمة للتطوير. وقد بدأت الشركات التي تعمل على تطوير نماذج لغوية كبيرة في إجراء تقييمات أولية للمخاطر التي يمكن أن تشكلها هذه التطبيقات للأمن الدولي[21]. وأجرت المعاهد الوطنية للسلامة في مجال الذكاء الاصطناعي

(17) Ying-Chiang Jeffrey Lee and Barbara Del Castello, “Robust biosecurity measures should be standardized at scientific cloud labs”, RAND, 8 November 2024.

(18) Dhruv Khullar, “How A.I. teaches machines to discover drugs”, *The New Yorker,* 2 September 2024.

(19) Richard Moulange and others, “Capability-based risk assessment for AI-enabled biological tools”, Centre for Long-Term Resilience, August 2024.

(20) Sarah R. Carter and others, “The convergence of artificial intelligence and the life sciences”, NTI, 30 October2023.

(21) Christopher Mouton, Caled Lucas and Ella Guest, “The operational risks of AI in large-scale biological attacks: results of a Red-Team Study”, RAND, 25 January 2024; and Tejal Patwardhan and others, “Building an early warning system for LLM-aided biological threat creation”, OpenAI, 31 January 2024.

في بعض البلدان تقييمات مماثلة، وهو ما يسلط الضوء على ضرورة زيادة اهتمام الدول الأعضاء بمعالجة التقاطع بين الذكاء الاصطناعي والمخاطر البيولوجية بشكل فعال.

34 - كما تطرح التطورات الحاصلة في علوم المواد والتكنولوجيا الكمية فرصاً ومخاطر جديدة. فالتطورات في مجال الإلكترونيات الأيونية النانوية المائعة المستوحاة من الأنظمة البيولوجية، والتي يمكنها محاكاة بعض وظائف الدماغ، مثل معالجة الإشارات ونقل المعلومات، تؤدي إلى تحقيق تقدم في صنع الأجهزة المستوحاة من عمل الأعصاب والحوسبة المشابهة للعمليات الدماغية. ومع ذلك، يجب تقييم التطبيقات غير المقصودة والتطبيقات العدائية المحتملة لهذه التكنولوجيا بعناية[22]. وشهدت الحوسبة الكمية تقدماً سريعاً في عام 2024. ومن الأمثلة البارزة على ذلك استخدام الخوارزميات الكمية في تحليل الخلية المفردة[23]. وتتطلب التطورات المستمرة والتقاطع المتزايد بين المجالين الرقمي والبيولوجي اهتماماً دولياً فيما يتعلق بتأمين البيانات البيولوجية من خلال معايير التشفير المقاومة لهجمات الحوسبة الكمية ومعالجة الشواغل المتعلقة بمسائل "الأمن البيولوجي السيبراني"[24].

35 - وعلى الرغم من أن مفهوم الحياة المرآتية (استحداث كائنات حية فرضية باستخدام تراكيب جزيئية معكوسة) ما زال إلى حد كبير في طور النظرية، فإن الأبحاث الجارية في مجال الكيمياء الحيوية البديلة تحقق تقدما مطردا في العلوم الأساسية ذات الصلة، بما في ذلك تخليق جزيئيات حيوية معكوسة[25]. وقد أعرب العلماء بالفعل عن شواغلهم بشأن أبحاث الحياة المرآتية ودعوا إلى إجراء مناقشة عالمية بشأن هذه المسألة[26].

36 - وتتأثر العلوم الكيميائية أيضًا بشكل كبير بتكاملها المستمر مع النماذج والنهج القائمة على الذكاء الاصطناعي. وأصبحت النماذج اللغوية الكبيرة قادرة بشكل متزايد على أداء مهام معقدة، بدءاً من التنبؤ بالتخليق والتخليق العكسي والتخطيط لهما، وصولاً إلى التصميم التجريبي، والتخليق والتحليل الآليين، والجمع المتكامل بين هذه الوظائف[27]. وإضافة إلى ذلك، يجري تطوير أدوات ونماذج أكثر تكيّفا من حيث التصميم للتنبؤ بالتراكيب الكيميائية وخصائصها وسماتها الطيفية. ويمكن أن تعزز هذه التطورات جهود التحقق من خلال دعم نُهُج الاستدلال الجنائي الكيميائي، على سبيل المثال. ومع ذلك، إذا ما أسيء استخدام قوة هذه النهج القائمة على الذكاء الاصطناعي فإنها يمكن أن تشكل تحديات جديدة أمام منع تطوير الأسلحة الكيميائية.

---

(22) Tingting Mei and others, "Bio-inspired two-dimensional nanofluidic ionic transistor for neuromorphic signal processing", *Angewandte Chemie International Edition,* vol. 63, No. 17 (April 2024).

(23) Alan Flurry, "Novel quantum computing algorithm enhances single-cell analysis", Phys.org, 29 November 2024; and Ping Ma and others, "Bisection Grover's search algorithm and its application in analyzing CITE-seq data", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 120, No. 549 (2025).

(24) Noran Shafik Fouad, "Cyberbiosecurity in the new normal: cyberbio risks, pre-emptive security, and the global governance of bioinformation", *European Journal of International Security*, vol. 9, No. 4 (2024).

(25) Katarzyna P. Amadala and others, "Confronting risks of mirror life", *Science*, vol. 386, No. 6728 (December 2024).

(26) Katarzyna P. Amadala and others, *Technical Report on Mirror Bacteria: Feasibility and Risks* (2024); Amadala and others, "Confronting risks of mirrored life".

(27) Tao Song and others, "A multiagent-driven robotic AI chemist enabling autonomous chemical research on demand", *Journal of the American Chemical Society*, vol. 147, No. 15 (2025).

37 - ويستمر إحراز أوجه تقدم في تقنيات الكشف، وهو ما يسمح بتطوير معدات أخف وزناً وقابلة للنشر الميداني وذات قدرات أكبر. وعلى وجه الخصوص، وبفعل التأثير الجزئي للصناعة الاستهلاكية، تواصل التقنيات القابلة للارتداء جذب استثمارات كبيرة، وتتمتع بإمكانيات لا تقتصر على إتاحة الرصد الآني للتعرّض للمواد الكيميائية، بل تشمل أيضًا الإيصال الموجه للأدوية[28]. ويزداد الاهتمام بالإدماج السلس لتكنولوجيات الكشف وأجهزة إيصال العلاجات المحتملة في المنسوجات وغيرها من معدات الوقاية الشخصية[29].

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

38 - تتضمن كل من اتفاقية الأسلحة البيولوجية واتفاقية الأسلحة الكيميائية أحكاما تنص على عقد مؤتمرات استعراض كل خمس سنوات، يتم فيها تقييم التطورات العلمية والتكنولوجية ذات الصلة. وإدراكاً لسرعة التقدم الذي تشهده علوم الحياة واتساع نطاقه، يعمل الفريق العامل المعني بتعزيز اتفاقية الأسلحة البيولوجية على إنشاء آلية استشارية علمية من أجل إتاحة فهم أفضل للمخاطر والفرص الناجمة عن أوجه التقدم في علم الأحياء، وتقديم المشورة للدول الأطراف وفقاً لذلك.

هاء - تكنولوجيات الفضاء والفضاء الجوي

تكنولوجيا القذائف

39 - تتيح التطورات الحاصلة في التكنولوجيات الناشئة استحداث وظائف جديدة وموسعة في منظومات القذائف، التي تُستخدم بشكل متزايد كأسلحة هجومية بعيدة المدى في النزاعات المسلحة. ولهذه التطورات تداعيات على السلام والأمن الدوليين وعلى الجهود الرامية إلى كفالة نزع السلاح والتنظيم الفعال للأسلحة وعدم الانتشار واحترام المبادئ الإنسانية.

القذائف التسيارية وقذائف المدفعية

40 - يواصل عدد متزايد من الدول السعي إلى تحقيق ابتكارات تكنولوجية متنوعة تتزايد فيها دقة منظومات القذائف التسيارية وقذائف المدفعية. وقد مكّن ذلك من استخدام القذائف التسيارية والصواريخ الأبعد مدى كأسلحة هجومية، بما في ذلك في النزاعات المسلحة الجارية والحوادث البارزة الأخرى. وقد تمكنت أيضا بعض الجهات الفاعلة من غير الدول من الحصول على قذائف تسيارية وصواريخ واستخدامها.

41 - وأتاحت هذه الابتكارات التكنولوجية أيضا تطوير واختبار منظومات قذائف المدفعية ذات العيار الكبير التي قد تطمس الفوارق بين قذائف المدفعية والقذائف التسيارية القادرة على إيصال سلاح نووي. وظل هذا الاتجاه يطرح تحديا للنظم المصمّمة لكبح انتشار القذائف التسيارية القادرة على إيصال أسلحة نووية.

(28) Saskila Apoorva, Nam-Trung Nguyen and Kamalalayam Rajan Sreejith, "Recent developments and future perspectives of microfluidics and smart technologies in wearable devices", *Lab on a Chip*, No. 7 (2024).

(29) Musaddaq Azeem and others, "Design and development of textile-based wearable sensors for real-time biomedical monitoring; a review", *The Journal of the Textile Institute*, vol. 116, No. 1 (2025).

42 - وأدت هذه التطورات إلى قيام الدول بتطوير وحيازة دفاعات مضادة للقذائف، يمكن أن يؤدي بعض أنواعها إلى تفاقم التوترات وزيادة عدم الاستقرار، في ضوء تباين الآراء بشأن العلاقة بين منظومات الأسلحة الهجومية والدفاعية.

المركبات الانسيابية فوق الصوتية

43 - وواصلت بعض الدول تطوير ونشر قذائف مجهزة برؤوس حربية قادرة على الانسياب والمناورة بسرعة فوق صوتية عبر مسافات طويلة داخل الغلاف الجوي، مدفوعة بقوة الرفع الحركي الهوائي. ويمكن لهذه المركبات الانسيابية فوق الصوتية أن تتجنب الدفاعات المضادة للقذائف في منتصف مسارها وأن تتحدى الدفاعات في نقطة الوصول، لما لها من قدرة على المناورة أو لأنها تحلق دون خط الأفق حتى لا تكشفها رادارات الدفاع في نقطة الوصول على مسافات أبعد من أهدافها. ولم يُلاحظ حتى الآن استخدام هذه المنظومات في النزاعات المسلحة، كما أن الآثار الاستراتيجية المترتبة عليها غير مفهومة بشكل كامل. ومع ذلك، فقد أثار أول نشر معروف في عام 2019 لمركبة انسيابية فوق صوتية على قذيفة تسيارية عابرة للقارات مخاوف من بدء منافسة جديدة في مجال الأسلحة الاستراتيجية.

المركبات فوق الصوتية المزودة بمحركات

44 - واصلت الدول والشركات الخاصة اختبار محركات نفاثة تضاغطية تعمل بالاحتراق بسرعة تفوق سرعة الصوت ومصممة جزئياً على الأقل لجعل القذائف الانسيابية فوق الصوتية أكثر قدرة على تفادي منظومات الدفاع الجوي والمنظومات المضادة للقذائف. وقد تكون هذه المنظومات التي هي قيد التطوير الفعلي قادرة على الانطلاق بواسطة محركات معززة انطلاقا من البر والبحر والطائرات، ويمكن تسليحها برؤوس حربية تقليدية، كما من المحتمل تسليحها برؤوس حربية نووية.

المنظومات المضادة للقذائف والمنظومات الأرضية المضادة للسواتل

45 - يعمل المزيد من الدول على تطوير وحيازة منظومات مضادة للصواريخ، لأسباب منها رد الفعل المباشر على استخدامها في النزاعات المسلحة الجارية. فقد أصبحت منظومات أرض - جو التي تعترض هدفها داخل الغلاف الجوي السفلي شائعة بشكل متزايد. وأسفر انتشار هذه المنظومات على نطاق واسع عن زيادة اقتناء واستخدام الطائرات المسيرة غير المكْلِفة والذاتية التفجير، لأسباب منها محاولة التغلب على هذه الدفاعات.

46 - وواصلت الدول تطوير واختبار ونشر منظومات مضادة للقذائف مصممة لإصابة القذائف خارج الغلاف الجوي في مرحلة منتصف الرحلة. أما المنظومات الأكثر قدرة من بين هذه المنظومات فلديها قدرة فعلية على استهداف سواتل تدور في مدار أرضي منخفض. وتواصل الدول أيضا نشر قذائف أرضية أفيد أنها مطورة خصيصا لضرب السواتل الموجودة في مدار أرضي منخفض وثابت بالنسبة إلى الأرض. كما أعلنت إحدى الدول عن خطط لتطوير منظومات استراتيجية مضادة للصواريخ في الفضاء.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

47 - أنشأت الجمعية العامة ثلاثة أفرقة للخبراء الحكوميين معنية بمسألة القذائف من جميع جوانبها خلال الفترة بين عامي 2001 و 2008 (انظر A/57/229 و A/61/168 و A/63/176). ومع أن مسألة

القذائف لا تزال مدرجة في جدول أعمال اللجنة الأولى، فلم يصدر أي قرار بشأن هذا الموضوع منذ اتخاذ القرار 55/63.

48 - وهناك ترتيبان حكوميان دوليان في شكل تدابير طوعية مخصصة لتكنولوجيا القذائف. وقد أنشئ نظام مراقبة تكنولوجيا القذائف في عام 1987 بهدف الحد من انتشار القذائف التسيارية وغيرها من المركبات غير المأهولة القادرة على إيصال أسلحة الدمار الشامل. وهو يضم حالياً 35 عضواً. وتنص مدونة لاهاي لقواعد السلوك الدولية لمنع انتشار القذائف التسيارية، التي اعتُمدت في عام 2002، على تعهدات ملزمة سياسيا تلتزم بموجبها الدول بممارسة أقصى درجات ضبط النفس في تطوير القذائف التسيارية واختبارها ونشرها، وبالتقيد بتدابير الشفافية المتعلقة بالسياسات المتبعة فيما يخص القذائف التسيارية ومركبات الإطلاق الفضائية وفيما يخص إطلاقها. ويلتزم ما مجموعه 145 دولة بهذه المدونة.

49 - وأثيرت مسألة الأسلحة الأرضية المضادة للسواتل في مختلف هيئات الأمم المتحدة المعنية بأمن الفضاء الخارجي، بما في ذلك في الآونة الأخيرة في إطار فريق الخبراء الحكوميين المعني باتخاذ تدابير عملية أخرى لمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي. وأهابت الجمعية العامة في قرارها 41/77 بجميع الدول أن تلتزم بعدم إجراء تجارب إطلاق القذائف المدمرة المباشرة الصعود المضادة للسواتل.

التكنولوجيات الفضائية

50 - تعتمد القوات العسكرية بشكل متزايد على التكنولوجيات الفضائية لتنفيذ مهام من قبيل مهام الإنذار المبكر والملاحة والمراقبة وتحديد الأهداف والاتصالات. والمنظومات الفضائية، بما فيها السواتل، معرضة بشكل متزايد لمختلف التهديدات المضادة للأهداف الفضائية.

القدرات المستخدمة في تفعيل عمليات الالتقاء والاقتراب

51 - تستلزم العديد من القدرات الناشئة عمليات الالتقاء والاقتراب، التي تنطوي على سواتل تناور في جوار ساتل مستهدف من أجل العمل بالقرب منه أو للاتصال به ماديا. وواصلت الدول والجهات الفاعلة التجارية تطوير ونشر نظم يمكنها تقديم خدمات أخرى للسواتل النشطة في المدار، بما في ذلك الفحص والإصلاح والتعزيز والنقل إلى مواقع أخرى. وواصلت الجهات الفاعلة التجارية إطلاق سواتل تجريبية للتكنولوجيا لدعم تطوير قدرات الإزالة النشطة للحطام. وتواصل هذه الجهات دراسة مختلف وسائل الإزالة، بما في ذلك استخدام الأذرع الآلية والشباك والحراب والمغانط والمواد اللاصقة، بالإضافة إلى إمكانية استخدام أشعة الليزر انطلاقا من الفضاء لتدمير الحطام الفضائي الصغير الحجم نسبياً[30]. وبالتوازي مع ذلك، استمر عدد من الدول في إطلاق وتشغيل سواتل مصممة لفحص سواتل الآخرين بصرياً. وقد انطوت هذه السواتل بشكل عام على منظومات تشغلها وكالات استخبارات عسكرية أو وطنية واقتربت من السواتل التجارية والعسكرية الأخرى على حد سواء. ولئن كان لكل هذه القدرات تطبيقات مفيدة، فإنها يمكن أن تُستخدم أيضًا في أعمال عدائية.

(30) انظر www.nasaspaceflight.com/2024/02/adrasj-space-debris.

معرفة أحوال الفضاء

52 - تقوم عدة دول وعدد متزايد من الجهات الفاعلة التجارية بتطوير وتوسيع القدرات المتعلقة بمعرفة أحوال الفضاء عن طريق استخدام النظم الأرضية والفضائية على حد سواء، بما في ذلك الرادارات والتلسكوبات البصرية. فهذه القدرات تمكّن الدول والكيانات الأخرى من رصد سلوك الأجسام الفضائية وتتبعه وتوصيفه، وهو ما يمكن أن يخدم أهداف الأمن القومي ويدعم في الوقت نفسه رصد ترتيبات تحديد الأسلحة والتحقق منها في المستقبل.

القدرات الفضائية الأخرى

53 - واصلت الدول والشركات التجارية دراسة واختبار الليزر الموجه انطلاقا من الفضاء لاستخدامه كوسيلة اتصال. وفي حين أن أشعة الليزر ذات الطاقة المنخفضة يمكن أن تبهر أو تعمي أجهزة الاستشعار البصري مؤقتا، فإن أشعة الليزر ذات الطاقة الأعلى يمكن أن تلحق الضرر ببعض المكونات الحساسة للسواتل أو غيرها من النظم الفضائية.

54 - وكانت هناك ادعاءات بأن إحدى الدول قد اختبرت نشر جسم فضائي في بيئة عالية الإشعاع، وربما تعلق الأمر بوضع أسلحة نووية في المدار.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

55 - يحظر القانون الدولي وضع وتركيب أسلحة نووية أو أي أسلحة دمار شامل أخرى في مدار حول الأرض أو على الأجرام السماوية أو وضع تلك الأسلحة في الفضاء الخارجي بأية طريقة أخرى؛ وإنشاء القواعد والمنشآت والتحصينات العسكرية وتجريب أي نوع من الأسلحة وإجراء أي مناورات عسكرية في الأجرام السماوية؛ وأي تفجير تجريبي للأسلحة النووية، أو أي تفجير نووي آخر، في الفضاء الخارجي[31]. وعلاوة على ذلك، أكدت الجمعية العامة، في قرارها 18/79، التزام الدول بالامتثال لمعاهدة المبادئ المنظمة لنشاطات الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي، بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى.

56 - وأُدرج منع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي في جدول أعمال مؤتمر نزع السلاح منذ عام 1982.

57 - وحققت عدة مسارات عمل بدأت تحت رعاية هيئات نزع السلاح التابعة للجمعية العامة نتائج متفقا عليها، بما في ذلك ما يتعلق بالشفافية وتدابير بناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي في عام 2013 (A/68/189)، وتوصيات بشأن التنفيذ العملي لتدابير الشفافية وبناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي في عام 2023 (A/78/42) وبشأن عناصر هامة من صك دولي ملزم قانونا بشأن منع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي، في عام 2024 (A/79/364). وشملت النتائج الأخرى المتفق عليها ذات الصلة التي تحققت تحت رعاية الجمعية العامة المبادئ التوجيهية بشأن استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد (A/AC.105/C.1/L.366).

(31) معاهدة المبادئ المنظمة لنشاطات الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي، بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى، المادة الرابعة؛ ومعاهدة حظر تجارب الأسلحة النووية في الجو وفي الفضاء الخارجي وتحت سطح الماء، المادة الأولى (1) (أ).

58 - وأنشأت الجمعية العامة، بموجب مقررها 512/79، الفريق العامل المفتوح باب العضوية المعني بمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي من جميع جوانبه للفترة 2024-2028، الذي حل محل الفريقين العاملين المنشأين عملا بقراري الجمعية العامة 20/78 و 238/78.

واو - التكنولوجيات الكهرمغنطيسية

59 - تستخدم مجموعة متنوعة من تكنولوجيات الأسلحة القائمة أو الجاري تطويرها الطاقة الكهرمغنطيسية لتحقيق النمط الأساسي لأثرها أو لدفع المقذوفات. ويمكن تقسيم هذه الأسلحة إلى ثلاث فئات عامة: (أ) قدرات الحرب الإلكترونية التي تحبط قدرة الخصم على الوصول إلى الطيف الكهرمغنطيسي أو تعرقلها أو تدمرها؛ و (ب) أسلحة الطاقة الموجهة، وهي منظومات كهرمغنطيسية قادرة على تركيز الطاقة المشعة على هدف ما، وهو ما يؤدي إلى أضرار مادية؛ و (ج) الأسلحة المدفوعة بالطاقة الكهرمغنطيسية التي تستخدم الطاقة الكهرومغنطيسية لتسريع حركة مقذوف لتبلغ سرعة عالية.

60 - وتعتمد المنظومات العسكرية الحديثة في كثير من الأحيان على أجهزة الاستشعار وأنظمة التوجيه والاتصالات التي تستخدم الإشارات الكهرمغنطيسية. وتستغل منظومات الحرب الإلكترونية ذلك الاعتماد من خلال التشويش على الإشارات أو تعطيلها أو انتحالها، ويمكن استخدامها لمهاجمة الأصول العسكرية المعتمدة على الطاقة الكهرمغنطيسية أو حماية الأصول الخاصة. وتقوم عدة دول بتطوير قدرات حرب إلكترونية أرضية لتعطيل الخدمات الفضائية.

61 - ويؤدي التقاطع مع أوجه التقدم الحاصل في مجال الذكاء الاصطناعي إلى حفز المزيد من التطورات في مجال التكنولوجيات الكهرمغنطيسية. فعلى سبيل المثال، تستفيد الحرب الإلكترونية المعرفية من الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لاستشعار البيئة الكهرمغنطيسية وتحليلها والتكيف معها بشكل مستقل وفي الزمن الحقيقي. وتدفع هذه التطورات، بالإضافة إلى الاستخدام المتزايد لمنظومات الحرب الإلكترونية، إلى الابتكار في تطوير المنظومات المقاومة للحرب الإلكترونية في المجالات الحساسة، مثل الملاحة والاتصالات والاستشعار. وعلاوة على ذلك، أصبحت منظومات الحرب الإلكترونية متاحة تجارياً بشكل متزايد، مما يثير شواغل بشأن انتشارها.

62 - وتشمل أسلحة الطاقة الموجهة أشعة الليزر عالية الطاقة، والموجات الدقيقة العالية القدرة، والموجات المليمترية، وأشعة الجسيمات. وتختبر الدول بشكل متزايد أسلحة الطاقة الموجهة كتدابير مضادة للمركبات الجوية غير المأهولة (بما في ذلك "أسراب الطائرات المسيرة") والصواريخ والقذائف والذخائر القادمة. وتتراوح هذه الأسلحة من حيث الحجم، من منظومات صغيرة محمولة إلى تلك المركبة على متن السفن البحرية. وأعلنت بعض الدول مؤخراً أيضاً أنها تجاوزت مرحلة الاختبار وأنها بصدد نشر أولى منظومات الطاقة الموجهة القادرة على القتال.

63 - ويمكن للأسلحة المدفوعة بالطاقة الكهرمغنطيسية، مثل مدفعية القضبان المتوازية أو المدفعية اللولبية، أن تكون قادرة على إطلاق مقذوفات لمسافات أطول وبسرعات أكبر من الأسلحة التي تستخدم الوقود الدفعي الكيميائي، وكذلك بتكلفة أقل. ويُتوخى استخدام هذه الأسلحة أساسا لأغراض منع الوصول/صد اختراق المناطق وفي الدفاع البحري. بيد أنه في حين تم إطلاق النماذج الأولية لأغراض الاختبار، لا تزال الحواجز التقنية قائمة، بما في ذلك الحاجة إلى إمدادات كبيرة من الطاقة وإلى مكونات متينة بما فيه الكفاية، وهو ما حدا بالدول إلى خفض استثماراتها في هذا المجال.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

64 - ناقش فريق الخبراء الحكوميين المعني باتخاذ تدابير عملية أخرى لمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي مسألة قدرات الحرب الإلكترونية وأسلحة الطاقة الموجهة (انظر A/74/77). ويمكن الاطلاع على الآراء الحالية للدول الأعضاء في التقارير الأخيرة للأمين العام عن جوانب نزع السلاح في الفضاء الخارجي، بما في ذلك الوثيقتان A/76/77 و A/77/80. وقام الفريق العامل المفتوح العضوية المعني بالحد من التهديدات الفضائية عن طريق معايير وقواعد ومبادئ تضبط أنماط السلوك المسؤول بمناقشة المسائل المتصلة بالحرب الإلكترونية في سياق ولايته، على النحو المبين في الموجز الذي أعده الرئيس (A/AC.294/2023/WP.22).

زاي - تكنولوجيات المواد

65 - قد تؤدي الابتكارات في علوم المواد إلى آثار مختلفة على السلام والأمن، مثل التمكين من إحراز تقدم كبير في التصغير، وخفض الوزن، وكفاءة الطاقة، وتعزيز الحماية والمقاومة المادية، وزيادة قدرات التخفي. وتشكّل هذه الخصائص عوامل تمكين رئيسية في استحداث منصات أسلحة تقليدية حديثة، فضلا عن منظومات الأسلحة وأجزائها ومكوناتها.

66 - التصنيع بالإضافة - أو الطباعة ثلاثية الأبعاد - هو نوع من تقنيات التصنيع الآلي التي يمكن استخدامها لبناء أجسام بأشكال لا حصر لها، استنادًا إلى ملف بناء رقمي، عن طريق ترسيب طبقات من المواد ودمجها[32]. ويتيح التصنيع بالإضافة الإنتاج اللامركزي لعدد متزايد من الأجزاء والمكونات، وهو ما يطرح تحديات جديدة في إدارة ومراقبة سلاسل الإمداد وضوابط التصدير. وقد أدى ذلك، بالإضافة إلى توافر كم هائل من المعارف المفتوحة المصدر، إلى زيادة تقليل العوائق التي تحول دون قيام الجهات الفاعلة من الدول وغير الدول ببناء مجموعة واسعة من المكونات المعقدة. فعلى سبيل المثال، أصبحت الأسلحة النارية الآلية المصنعة باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد منتشرة بشكل متزايد كبديل رخيص وموثوق للأسلحة النارية التقليدية[33]. كما أثبتت تقنيات التصنيع بالإضافة قدرتها على إنتاج الأجهزة ذات الصلة بالمجال النووي، وهو ما يسهل الحصول على المكونات والآلات اللازمة لإنشاء قدرات التخصيب النووي[34].

67 - وتيسر التطورات الحاصلة في مجال التكنولوجيا النانوية إنتاج العوامل الكيميائية والبيولوجية ونقلها وإيصالها، الأمر الذي قد يعوق جهود عدم الانتشار. ومع ذلك، فإنها تتيح أيضاً نشر منصات الكشف عن المواد الكيميائية والبيولوجية في الموقع، تمهيداً لتأكيد النتائج لاحقاً في المختبرات. ويمكن أيضًا دمج هذه الأجهزة المحمولة في المركبات التي يتم تشغيلها عن بُعد[35]. وفي الآونة الأخيرة، تسنى بفضل الذكاء

(32) انظر www.sipri.org/research/armament-and-disarmament/dual-use-and-arms-trade-control/emerging-military-and-security-technologies/additive-manufacturing.

(33) Stefan Schaufelbühl and others, “The emergence of 3D-printed firearms: an analysis of media and law enforcement reports”, *Forensic Science International,* vol. 8 (2024).

(34) Ivan Silunianov, “Printers of mass destruction: seeking pathways to curb the threat of additive manufacturing”, Centre for Arms Control and Non-Proliferation, 5 August 2024.

(35) E. Meyle and M.A. Wilson, “Emerging technologies in chemical threat reduction”, *American Journal of Bioterrorism, Biosecurity and Biodefense,* vol. 6, No. 1 (2025).

الاصطناعي استحداث مواد نانوية جديدة، وهو ما أدى إلى تسريع تصميمها وتيسير التحكم الدقيق في خصائص المواد[36].

68 - وتتألف الأسلحة التجميعية من مكونات متعددة يمكن إعادة تشكيلها، وهو ما يطرح صعوبات خاصة فيما يتعلق بتنفيذ الشرط المنصوص عليه في الصك الدولي لتمكين الدول من التعرف على الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة غير المشروعة وتعقبها في الوقت المناسب وبطريقة يعول عليها، وهو الشرط القاضي بوضع وسم فريد على أحد المكونات الأساسية أو الهيكلية للسلاح. وأثار استخدام البلاستيك البوليميري في صنع الأسلحة شواغل نظرا لأن الوسوم الموضوعة على هذه المادة أكثر عرضة للمحو والتعديل من الوسوم الموضوعة على مواد تقليدية مثل الفولاذ.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

69 - في مؤتمر الأمم المتحدة الرابع لاستعراض التقدم المحرز في تنفيذ برنامج العمل المتعلق بمنع الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة من جميع جوانبه ومكافحته والقضاء عليه، اتفقت الدول على ضمان فعالية الوسم وحفظ السجلات، بغض النظر عن المواد أو طرق التصنيع المستخدمة (انظر A/CONF.192/2024/RC/3). كما اتفقت الدول على تبادل الخبرات والدروس المستفادة والممارسات الجيدة والتوجيهات ذات الصلة المتعلقة بالجهود المبذولة من أجل التصدي للتصنيع غير المشروع للأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة، بما في ذلك استخدام تكنولوجيات التصنيع بالإضافة، مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد.

70 - وقررت الجمعية العامة، بموجب قرارها 40/79، أن يُنشأ عقب المؤتمر الاستعراضي الرابع فريق خبراء تقني مفتوح العضوية لمعالجة التطورات في تصنيع الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة وتصميمها وما يرتبط بها من تكنولوجيا. وسيجتمع فريق الخبراء التقني المفتوح العضوية للمرة الأولى خلال اجتماع الدول الذي يُعقد مرة كل سنتين في إطار برنامج العمل في عام 2026.

ثالثا - التعاون الدولي، بما في ذلك بناء القدرات

71 - التعاون الدولي ضروري لتحقيق الإمكانات الكاملة للتطورات الحاصلة في مجال العلوم والتكنولوجيا، مع الحد أيضا من المخاطر المحتملة على السلام والأمن. وتدرك الدول أن مثل هذا التعاون، بما في ذلك بناء القدرات، يمكن أن يدعم اتخاذ خطوات حاسمة لسد الفجوة التكنولوجية المتنامية داخل البلدان وفيما بينها، وتسريع وتيرة التقدم نحو تحقيق خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وإضافة إلى إسهام التعاون الدولي في تحقيق الأهداف الإنمائية، فإنه يمكن أن يدعم تنفيذ اتفاقات وأطر نزع السلاح وعدم الانتشار وتحديد الأسلحة والالتزام بها، فضلاً عن دعم قدرة الدول على المشاركة الفعالة والهادفة في المناقشات الحكومية الدولية ذات الصلة.

72 - وبينما يتطلب سد الفجوات التكنولوجية بناء قدرات تقنية أساسية في مجالات مثل القدرة الحاسوبية وآليات التقييم وجمع البيانات، فإن الجوانب الهيكلية الأخرى لبناء القدرات ضرورية أيضًا. وتشمل هذه

(36) Wenting He, “Enabling technologies and international security: a compendium – 2024 edition”, UNIDIR, p. 12.

الجوانب تنمية القوى العاملة وإعداد سياسات واستراتيجيات وتشريعات وطنية. ويتزايد الاهتمام أيضا ببرامج الزمالة والتدريب التي تركز على المسائل الدبلوماسية والمتعلقة بالسياسات، بما في ذلك في مجالات أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والذكاء الاصطناعي.

73 - وفي هذا الصدد، يمكن تصنيف مختلف أنواع أنشطة بناء القدرات في سياق الأمن الدولي على النحو التالي:

(أ) القدرات التقنية والقدرات المتعلقة بالبنية التحتية؛

(ب) وضع السياسات والاستراتيجيات والتشريعات الوطنية؛

(ج) الموارد البشرية ونقل المعارف والمهارات؛

(د) دعم المشاركة المتعددة الأطراف وصنع السياسات، بما في ذلك في مناقشات الحوكمة.

74 - وقد أثيرت أهمية التعاون الدولي في سياق عدد من العمليات الحكومية الدولية المتعلقة بتطورات العلم والتكنولوجيا، بما في ذلك تلك التي تجري تحت رعاية الأمم المتحدة وتلك التي تتناول أنواعاً محددة من التكنولوجيا. وترد أدناه عدة عمليات من هذا القبيل، مما يدل على الطبيعة الشاملة للتعاون الدولي وأهميته الكبيرة للمناقشات بشأن التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا وآثارها المحتملة على السلام والأمن الدوليين.

سدّ الفجوات الرقمية

75 - في أيلول/سبتمبر 2024، اعتمدت الجمعية العامة التعاهد الرقمي العالمي، المرفق بميثاق المستقبل، الذي تعهدت فيه الدول بتسخير فوائد التكنولوجيات الحالية والجديدة والناشئة والتخفيف من المخاطر المرتبطة بها من خلال الحوكمة الفعالة والشاملة والمنصفة على جميع المستويات (القرار 1/79).

76 - ويتمثل أحد الأهداف الخمسة الرئيسية للتعاهد الرقمي العالمي في سد جميع الفجوات الرقمية وتسريع وتيرة التقدم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ولتحقيق هذا الهدف، تم تحديد عدة إجراءات، وهي: ربط جميع الأشخاص والمدارس والمستشفيات بالإنترنت؛ والتوسع في جعل التكنولوجيات الرقمية في متناول جميع الناس وبأسعار معقولة، بما في ذلك بلغات وأشكال متنوعة؛ وزيادة الاستثمار في المنافع العامة الرقمية والبنية التحتية العامة الرقمية؛ ودعم الابتكار، بما في ذلك في صفوف النساء والشباب، والمنشآت الصغيرة والمتوسطة.

77 - وتستند هذه الإجراءات إلى ضرورة التعاون الدولي، بطرق من بينها بناء المهارات والقدرات الرقمية، والاستثمار في المنافع العامة الرقمية، مثل البرمجيات المفتوحة المصدر ونماذج الذكاء الاصطناعي المفتوحة، ودعم الاتصال بالإنترنت الشامل لجميع الناس. وإدراكا لأهمية بناء القدرات في مجال الذكاء الاصطناعي، على وجه الخصوص، طلبت الدول إلى الأمين العام، من خلال التعاهد الرقمي العالمي، وضع خيارات تمويل طوعية مبتكرة لبناء القدرات في مجال الذكاء الاصطناعي تأخذ في الاعتبار توصيات الهيئة الاستشارية الرفيعة المستوى المعنية بالذكاء الاصطناعي من أجل إنشاء صندوق عالمي للذكاء الاصطناعي. وينبغي أيضاً الاستفادة من التعاون الدولي وبناء القدرات لتعزيز سلامة وأمن التكنولوجيات الرقمية، ومن ثم تقليل المخاطر المتعلقة بإساءة الاستخدام وظهور نقاط ضعف رقمية جديدة يمكن أن تستغلها الجهات الفاعلة الخبيثة.

العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري

78 - أقرت الجمعية العامة في قرارها 239/79 بالحاجة إلى تضييق الفجوات القائمة في المجتمعات والاقتصادات بين البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية وداخلها، مع إيلاء اعتبار خاص لاحتياجات البلدان النامية وأولوياتها وظروفها. وعقدت العزم على سد الثغرات بين البلدان فيما يتعلق بالذكاء الاصطناعي المسؤول في المجال العسكري، ودعت الدول إلى اتخاذ إجراءات للتعاون على أساس طوعي في تقديم المساعدة للبلدان النامية وتبادل المعارف معها من خلال تبادل الممارسات الجيدة والدروس المستفادة بشأن ضمان التطبيق المسؤول للذكاء الاصطناعي في المجال العسكري.

أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

79 - شاركت الدول، في إطار الفريق العامل المفتوح العضوية المعني بأمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأمن استخدامها، في مناقشات شاملة بشأن موضوع بناء القدرات. ويمثل بناء القدرات إحدى النقاط الأساسية في مناقشات الفريق العامل، وقد أحرزت الدول تقدماً في مجموعة من المبادرات، بما في ذلك عقد مائدة مستديرة عالمية بشأن بناء القدرات في مجال أمن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في أيار/مايو 2024.

80 - وواصلت الدول تشجيع تعميم مبادئ بناء القدرات فيما يتعلق بتكنولوجيات المعلومات والاتصالات، على النحو الوارد في المرفق جيم للوثيقة A/78/265 وعلى نحو ما وردت تفاصيله لأول مرة في التقرير النهائي للفريق العامل المفتوح العضوية المعني بالتطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي (A/75/816، المرفق الأول، الفقرة 56). وبتأييدها هذه المبادئ، خلصت الدول إلى أن بناء القدرات ينبغي أن يكون عملية مستدامة، وقائمة على الأدلة، ومحايدة سياسيا، وشفافة، وخاضعة للمساءلة، وبدون شروط.

البيولوجيا والكيمياء

81 - بموجب المادة العاشرة من اتفاقية الأسلحة البيولوجية، ينبغي على الدول الأطراف في الاتفاقية "القادرة على ذلك، أن تتعاون أيضاً بالإسهام، بصورة فردية أو بالاشتراك مع الدول أو المنظمات الأخرى، في تأمين المزيد من التوسع في الاكتشافات والتطبيقات العلمية في ميدان البكتريولوجيا (البيولوجيا) الموجهة إلى الوقاية من الأمراض أو إلى الأغراض السلمية الأخرى". وفي هذا الصدد، تنظر الدول الأطراف في إنشاء آلية لتيسير التنفيذ الكامل للتعاون والمساعدة الدوليين بموجب المادة العاشرة.

82 - وبموجب المادة الحادية عشرة من اتفاقية الأسلحة الكيميائية، تشجَّع الدول الأطراف على التعاون الدولي في مجال الكيمياء وتبادل المعلومات العلمية والتقنية المتعلقة بدورة الحياة الكيميائية بأكملها لأغراض غير محظورة بموجب الاتفاقية. وتدعم منظمة حظر الأسلحة الكيميائية عدة برامج تركز على تبادل المعلومات والمعدات والمواد الكيميائية وتوفر دعم الخبراء لبناء القدرات التقنية لمختبرات الكيمياء التحليلية على مستوى العالم والحفاظ عليها. وفي عام 2023، افتتحت المنظمة مركز الكيمياء والتكنولوجيا التابع لها، والذي يعمل على إيجاد أوجه تآزر في تبادل المعرفة والتعاون العلمي والتقني وأنشطة بناء القدرات.

أمن الفضاء الخارجي

83 - أقرّ فريق الخبراء الحكوميين المعني بتدابير كفالة الشفافية وبناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي بفوائد التعاون الدولي وبناء القدرات في مجال استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، وكذلك اعتماد سياسة تهدف إلى تعزيز النشر المفتوح للبيانات الساتلية (A/68/189، الفقرات 49 إلى 56).

84 - وقد أدرجت هيئة نزع السلاح التابعة للأمم المتحدة في تقريرها لعام 2023 عددا من التوصيات لمعالجة التعاون الدولي (A/78/42، المرفق، الفقرة 15 (و)). ونظر فريق الخبراء الحكوميين المعني باتخاذ تدابير عملية أخرى لمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي في تقريره لعام 2024 في عناصر هامة محتملة بشأن التعاون الدولي يمكن مراعاتها لدى اتخاذ مزيد من التدابير وإجراء مفاوضات دولية مناسبة، بما في ذلك في صك دولي ملزم قانونا بشأن منع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي (A/79/364، الفقرة 72).

الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة

85 - دأبت الدول على معالجة مسألة التعاون والمساعدة الدوليين في إطار برنامج العمل المتعلق بمنع الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة من جميع جوانبه ومكافحته والقضاء عليه. وسيجتمع في عام 2026 للمرة الأولى فريق الخبراء التقني المفتوح العضوية لمعالجة التطورات في تصنيع الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة وتصميمها وما يرتبط بها من تكنولوجيا، المنشأ حديثًا، وذلك من أجل القيام بجملة أمور منها تحديد ودراسة تدابير محددة للتعاون والمساعدة الدوليين تهدف إلى بناء قدرات الدول، بما في ذلك عن طريق سد الفجوات التكنولوجية وتقديم المساعدة التقنية لتعزيز القدرات الوطنية.

رابعا - الاستنتاجات والتوصيات

86 - أقرت الدول في ميثاق المستقبل بأن التغير التكنولوجي السريع يتيح فرصا ويحمل مخاطر لما تبذله من جهود جماعية للحفاظ على السلام والأمن الدوليين، والتزمت بأن يكون القانون الدولي، بما في ذلك ميثاق الأمم المتحدة، هو النبراس الذي يوجه عملها في معالجة هذه المخاطر (قرار الجمعية العامة 1/79، الفقرة 48). وتشجَّع الدول الأعضاء على اتخاذ تدابير ملموسة لتحقيق هذه الغاية.

87 - وفي هذا الصدد، ستواصل كيانات الأمم المتحدة دعم الجهود التي تبذلها الدول للتصدي للتحديات الناشئة التي يمكن أن تؤثر على السلام والأمن الدوليين، وكذلك تلك التي لها آثار على حقوق الإنسان أو القواعد والمبادئ الإنسانية، أو غيرها من مقاصد المنظمة وأهدافها.

88 - وقد نظرت الدول الأعضاء في تأثير تكنولوجيات محددة على السلام والأمن الدوليين في مجموعة متنوعة من المحافل. ومع ذلك، لم تحظَ أوجه التآزر والتقارب بين التكنولوجيات بنفس المستوى من الاهتمام. ويوصى بأن تحدد الدول الأعضاء منتديات متعددة الأطراف لمناقشة أوجه التآزر بين التكنولوجيات التي يتناولها هذا التقرير.

89 - ومن الضروري تعزيز نُهج أصحاب المصلحة المتعددين في إجراء المناقشات ذات الصلة في ضوء المجموعة المتنوعة من الجهات الفاعلة التي تقود الابتكارات في مجال العلوم والتكنولوجيا. ويوصَى بأن تواصل هيئات الأمم المتحدة وكياناتها تشجيع إشراك أصحاب المصلحة المتعددين في عملها، مع الحرص في ذلك

على مراعاة المساواة في التوزيع الجغرافي والتوازن بين الجنسين، بما في ذلك الأوساط الأكاديمية والقطاع الصناعي والجهات الفاعلة الأخرى من القطاع الخاص، من خلال المنابر الرسمية وغير الرسمية.

90 - وستظل الجهود المبذولة على صعيد التعاون الدولي وبناء القدرات بالغة الأهمية لاغتنام الفرص المرتبطة بالتكنولوجيات الجديدة والناشئة، مع التصدي في الوقت نفسه للمخاطر التي يشكلها سوء استخدامها. وينبغي أن تهدف هذه الجهود إلى سد الفجوة الرقمية وضمان أن تتمكن جميع الدول من الاستفادة من مزايا هذه التكنولوجيات بشكل آمن ومأمون.

91 - وتُشجَّع الدول الأعضاء على مواصلة السعي لإيجاد سبل تتيح إدماج استعراضات التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا في أعمالها في إطار جميع هيئات الأمم المتحدة المعنية بنزع السلاح، بما في ذلك من خلال العمليات الهادفة لاستعراض تنفيذ معاهدات نزع السلاح. وقد يستلزم ذلك تطوير آليات مخصصة لاستعراض تطور العلم والتكنولوجيا، حسب الاقتضاء، لإثراء المناقشات الحكومية الدولية.