

Distr.: General  
23 July 2020  
Arabic  
Original: English



الدورة الخامسة والسبعون

البند 102 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

### المحتويات

#### الصفحة

2	.....	أولا - مقدمة
2	.....	ثانيا - التطورات الأخيرة في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها صلة بالوسائل والأساليب الحربية
2	.....	ألف - الذكاء الاصطناعي والنظم الذاتية التشغيل
4	.....	باء - التكنولوجيات الرقمية
7	.....	جيم - البيولوجيا والكيمياء
9	.....	دال - تكنولوجيا الفضاء الجوي
16	.....	هاء - التكنولوجيات الكهرومغناطيسية
17	.....	واو - تكنولوجيات المواد
20	.....	ثالثا - الآثار الأوسع نطاقاً على الأمن ونزع السلاح
21	.....	رابعا - الآثار المترتبة على الجهود الرامية إلى الحد من العواقب الإنسانية للنزاعات المسلحة
22	.....	خامسا - إجراءات الاستجابة للتطورات العامة في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها آثار على الأمن ونزع السلاح
23	.....	سادسا - الاستنتاجات والتوصيات

\* A/75/150



الرجاء إعادة استعمال الورق

260820 140820 20-09943 (A)



## أولا - مقدمة

1 - في الفقرة 5 من القرار 35/74 بشأن دور العلم والتكنولوجيا في سياق الأمن الدولي ونزع السلاح، طلبت الجمعية العامة إلى الأمين العام أن يقدم إليها في دورتها الخامسة والسبعين تقريراً مستكملاً عن التطورات الراهنة في ميدان العلم والتكنولوجيا وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجال الأمن الدولي ونزع السلاح.

2 - وعلى مر التاريخ، ساهمت العلوم والتكنولوجيا في زيادة رفاه وازدهار البشرية. وهي عوامل تمكين رئيسية في الجهود الرامية إلى تنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030. ومن المهم ألا تؤدي أي جهود ترمي إلى تنظيم تكنولوجيات الأسلحة الجديدة أو تطبيقات التكنولوجيات الجديدة في مجال الأسلحة إلى عرقلة النمو الاقتصادي والتكنولوجي والابتكار في أي دولة.

3 - ومع ذلك، هناك قلق متزايد من أن التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا ذات الصلة بالأمن ونزع السلاح تحدث بنسق يفوق سرعة قدرة الأطر المعيارية والتنظيمية على فهم المخاطر وإدارتها. وكما أوضح الأمين العام في تقريره المعنون "تأمين مستقبلنا المشترك: خطة لنزع السلاح" الصادر في عام 2018، يجب على المجتمع الدولي أن يظل يقظاً وأن يفهم أن تكنولوجيات الأسلحة الجديدة والناشئة يمكن أن تُعرض للخطر أمن الأجيال المقبلة ويمكن أن تطرح تحديات للقواعد القانونية والإنسانية والأخلاقية الموجودة؛ ولعدم الانتشار؛ والاستقرار الدولي؛ والسلام والأمن.

4 - وقد تضمن تقرير الأمين العام عن هذا الموضوع (A/73/177 و A/74/122) لمحة عامة عن التطورات الأخيرة في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها صلة بالوسائل والأساليب الحربية. وشكل التقرير الثاني منهما الصادر في عام 2019، تحديثاً للتقرير الأول وتناول التطورات التي حدثت في إطار المنتديات الحكومية الدولية ذات الصلة.

5 - ومنذ عام 2018، تواصل تسارع وتيرة التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا ذات الصلة بالأمن الدولي ونزع السلاح. ولذلك، يتضمن هذا التقرير معلومات مستكملة شاملة، ويعرض لمحة عامة عن التطورات العلمية والتكنولوجية وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجال الأمن الدولي ونزع السلاح.

## ثانياً - التطورات الأخيرة في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها صلة بالوسائل والأساليب الحربية

### ألف - الذكاء الاصطناعي والنظم الذاتية التشغيل

6 - لا يوجد تعريف للذكاء الاصطناعي يتفق عليه الجميع. ويُطبق هذا المصطلح في السياقات التي تحاكي فيها النظم الحاسوبية التفكير أو السلوك الذي يقرنه الناس بالذكاء البشري، من قبيل التعلم وحل المشاكل واتخاذ القرارات. ويتألف مجال الذكاء الاصطناعي الحديث من مجموعة من التخصصات الفرعية والطرائق، من قبيل تحليل البيانات، والتعرف البصري، والتعرف الصوتي، والتعرف النصي، والروبوتات. والتعلم الآلي هو أحد تلك التخصصات الفرعية. وبينما تتضمن البرامج التي يُعدها المبرمجون يدوياً عادة تعليمات محددة بشأن كيفية إنجاز مهمة ما، فإن التعلم الآلي يتيح للأنظمة الحاسوبية التعرف على الأنماط

الموجودة في مجموعات كبيرة من البيانات والقيام بتنبؤات. وتعتمد تقنيات التعلم الآلي اعتمادا كبيرا على جودة البيانات المدخلة إليها.

7 - وللذكاء الاصطناعي تطبيقات مدنية متنوعة جدا، ومعظم أنشطة البحث والتطوير المتعلقة بالذكاء الاصطناعي تتم في المجال المدني. وقد تعززت التطورات في الآونة الأخيرة في مجال الذكاء الاصطناعي نتيجة الاستثمارات التجارية الضخمة، وزيادة سرعة معالجات البيانات، وتوافر مجموعات بيانات أكبر مما كان موجودا من قبل. وشهدت تقنيات التعرف على الصور وتوليد الصور تحسنا كبيرا في السنوات الأخيرة. كما شهدت تقنيات التعرف على الصوت وفهم اللغة وقيادة المركبات تقدما كبيرا. وعلى الرغم من هذا التقدم، يبدو أن إمكانات الذكاء الاصطناعي الأكثر شيوعا لا تزال غير متطورة بما يكفي لتعود بالنفع على العديد من تطبيقات الأسلحة التي يمكن تصورها.

8 - ويشير التشغيل الذاتي إلى قدرة المنظومة، بمجرد تفعيلها، على تنفيذ مهام أو وظائف معقدة نسبياً دون تدخل أو تحكم بشري. ويمكن تصنيف النظم الذاتية التشغيل إلى: (أ) النظم التي تتطلب تدخلا بشريا في وقت ما أثناء تنفيذ المهمة (وجود العنصر البشري ضمن الحلقة؛ أو شبه ذاتية التشغيل)؛ و (ب) النظم التي تنفذ المهام بشكل مستقل ولكن تحت إشراف عنصر بشري يمكنه التدخل (وجود العنصر البشري فوق الحلقة)؛ و (ج) النظم التي تعمل بشكل مستقل عن مشاركة البشر أو إشرافهم (وجود العنصر البشري خارج الحلقة، أو ذاتية التشغيل بشكل تام). ويمكن إدماج عناصر النظام الذاتي التشغيل في آلة واحدة أو توزيعها على آلات متعددة موصولة شبكياً. وكانت التطورات التي حدثت مؤخرا في النظم الذاتية التشغيل مدفوعة بالتطورات الحاصلة في مجال الذكاء الاصطناعي، وكذلك بالتطورات في مختلف التكنولوجيات التمكينية، من قبيل أجهزة الاستشعار.

### التطبيقات العسكرية والآثار المترتبة عليها

9 - تولي بعض الدول اهتماما متزايدا للذكاء الاصطناعي والتشغيل الذاتي في قدراتها العسكرية. وقام بعضها بالفعل باختبار مجموعة متنوعة من النظم التي تطبق تلك التكنولوجيات أو باستخدامها في الميدان. وظلت إمكانية التنقل للتطبيق السائد للتشغيل الذاتي في النظم العسكرية. وتشمل الأمثلة على ذلك الطائرات غير المأهولة القادرة على الإقلاع ذاتيا من حاملات طائرات والهبوط ذاتيا عليها، وعلى التزود بالوقود ذاتيا في الجو؛ والسفن البحرية غير المأهولة التي تستطيع الملاحة ذاتيا، بما في ذلك في امتثال للقوانين والاتفاقيات البحرية، والقادرة على التعامل مع الخصوم؛ ونظم التشغيل الذاتي لدعم الجنود وللنقل البري؛ والنظم التي تتحكم في مركبات متعددة غير مأهولة على اختلاف أنواعها؛ ونظم التنقل المنسق وتشكيل الأسراب؛ والنظم التي تقوم بفرز البيانات الاستخباراتية وتحليلها، بما في ذلك الصور؛ و (ب) ونظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الدفاعية والهجومية؛ وتطبيقات اتخاذ القرارات؛ والألعاب الحاسوبية المتعلقة بالحروب، وتطبيقات المحاكاة والتدريب.

10 - وعموما يفهم من منظومات الأسلحة الذاتية التشغيل أنها منظومات أسلحة تستخدم التشغيل الذاتي لأداء وظائفها الحرجة المتصلة بتنفيذ هجوم، بما في ذلك اختيار الهدف وإطلاق النار. وقد تستخدم منظومات الأسلحة التشغيل الذاتي لأداء مهام أخرى، من قبيل الملاحة، ولكنها لا تعتبر عموما من منظومات الأسلحة الذاتية التشغيل إذا نفذ وظائفها الهجومية مشغلا بشريا. ولا يزال تعريف منظومات الأسلحة الذاتية التشغيل محل نقاش في إطار المداولات الدولية (انظر CCW/GGE.1/2019/3).

ومع ذلك، قد تم بالفعل نشر منظومات أسلحة قادرة، بمجرد تفعيلها، على اختيار الأهداف والتصويب عليها بشكل ذاتي، دون المزيد من التدخلات البشرية، وإن كان ذلك في نطاق محدود من البيئات العملية. وتتضمن الأمثلة المذكورة بكثرة بعض منظومات الأسلحة المستخدمة للدفاع عن نقاط محددة (أي محيط ضيق) التي تُجهز بها السفن البحرية، وأبراج المدافع الآلية التي تُنشر على الحدود المتنازع عليها، وبعض الذخائر الموجّهة التي تختار هدفاً محدداً بعد إطلاقها حسب معايير عامة أو مختارة مسبقاً.

11 - وفيما يتعلق بالتطبيقات المحتملة للتشغيل الذاتي للأسلحة التي كثيرا ما تُذكر، تضطلع وظائف التشغيل الذاتي بمهام تعتبر مُهمّة أو متكررة أو تتطلب قدراً أكبر من التحمل أو السرعة أو الموثوقية أو الدقة مما يمكن للمشغل البشري القيام به. ويمكن للمنظومات الذاتية التشغيل أداء المهام الروتينية نسبياً بدرجة عالية من الدقة والموثوقية، وهي تتيح بذلك فرصة أمام الموارد البشرية للقيام بمهام أخرى. ويمكن لهذه الخاصيات أن تزيد من جاذبية هذه المنظومات بالنسبة للقوات المسلحة وكذلك للجماعات المسلحة من غير الدول.

### العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

12 - عملاً بما تقرر أثناء المؤتمر الاستعراضي الخامس للأطراف المتعاقدة السامية في اتفاقية حظر أو تقييد استعمال أسلحة تقليدية معينة يمكن اعتبارها مفرطة الضرر أو عشوائية الأثر (الاتفاقية المتعلقة بأسلحة تقليدية معينة) المعقود في عام 2016، أنشئ فريق الخبراء الحكوميين المعني بالتكنولوجيات الناشئة في مجال منظومات الأسلحة الفتاكة الذاتية التشغيل. وقد عقد الفريق اجتماعات سنوية خلال الفترة من 2017 إلى 2019. ومُدّدت ولايته لمدة سنتين خلال اجتماع الأطراف المتعاقدة السامية لعام 2019. واعتمد الفريق تقاريره بتوافق الآراء في كل سنة من سنوات عمله الثلاث. وتوصل الفريق في تقريره لعام 2019 إلى استنتاجات وحدد الجوانب التي قد تحتاج لمزيد من التوضيح أو الاستعراض في إطار كل بند من بنود جدول أعماله. واتفق الفريق أيضاً على 11 مبدأً توجيهياً (انظر CCW/GGE.1/2019/3).

### باء - التكنولوجيا الرقمية

13 - إن "التكنولوجيات الرقمية" مصطلح فضفاض يشمل مجموعة من التكنولوجيات التي تقوم بتجهيز المعلومات في شكل أرقام ثنائية (الترميز الثنائي). وهي متغلغلة في كل جانب من جوانب الحياة المعاصرة وتحرك الابتكار في جميع قطاعات المجتمع. ويتزايد إدماج التكنولوجيات الرقمية كما هو الحال مثلاً في تطوير المدن الذكية، وأنظمة التحكم الصناعية، والأغراض والأجهزة الشخصية. وقد أدى الاعتماد المتزايد على التكنولوجيات الرقمية الأكثر تقدماً وتعقيداً وترابطاً إلى نشأة مواطن ضعف جديدة، فضلاً عن تطوير أدوات ضارة متصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. ويمكن استغلال مواطن الضعف والأدوات تلك لتحقيق طائفة متنوعة من الأغراض التي تشمل الاستخدامات الإجرامية والإرهابية، وكذلك لكي تقوم الدول بتطوير قدراتها العسكرية. ويركز هذا الفرع على التطورات التي شهدتها التكنولوجيات الرقمية ذات الصلة بالسلام والأمن الدوليين، أي تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، بما في ذلك على نقاط تقاطعها مع الذكاء الاصطناعي؛ والشبكة الخفية (المظلمة)؛ والحوسبة الكمية.

### تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

14 - تتكون تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، التي يمكن اعتبارها فئة فرعية من التكنولوجيات الرقمية، من مجموعة متنوعة من الأدوات والموارد المستخدمة لنقل المعلومات أو تخزينها أو إنتاجها أو تقاسمها

أو تبادلها، بما في ذلك باستخدام الإنترنت. ويشهد الاعتماد العالمي على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات نمواً مطرداً بفضل تطورات جديدة في مجالات مثل تكنولوجيا الشبكات، وعلوم البيانات، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء. وبالتوازي مع تزايد تعقيد تكوين برمجيات ومعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات عموماً وتزايد الطلب على قابلية التشغيل البيئي وتكامل المنصات والأجهزة، يتزايد أيضاً خطر الثغرات الأمنية واحتمال استغلال منتجات ونظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وهناك أيضاً خطر استغلال نقاط الضعف الموجودة في منظومات الأسلحة. وقد أعربت الدول عن قلقها من التطورات التي شهدتها البيئة العالمية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك الزيادة الهائلة في الحوادث التي تضمنت استخداماً عدائياً أو ضاراً لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات من قبل جهات فاعلة من الدول ومن غير الدول. وتتضمن الحوادث المثيرة للقلق تلك التي تلحق أضراراً بالبنية التحتية الحيوية وما يرتبط بها من نظم معلومات في الدول. ويمكن أن يؤدي الاستخدام الضار لتكنولوجيات المعلومات والاتصالات إلى زيادة احتمال التصورات الخاطئة وسوء التقدير والتصعيد غير المقصود بين الدول، وقد يعرض السلام والأمن الدوليين للخطر.

15 - ويمكن أن تستهدف الأنشطة الضارة مختلف أنواع شبكات ونظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ويمكن توجيهها عبر طبقات مختلفة من طبقات الإنترنت<sup>(1)</sup>، بما في ذلك هياكلها الأساسية المادية، وخصائصها الشبكية والتوجيهية، والتطبيقات والمحتوى. ويمكن أن تؤثر هذه الأنشطة أيضاً على التكنولوجيات التي تعتمد على عدد من هذه العناصر، مثل الخدمات السحابية أو الأجهزة الموصلة بشبكة. وتستخدم وسائل وأساليب متنوعة لاستهداف النظم القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ولاستغلال نقاط ضعفها<sup>(2)</sup>. وقد صممت البرمجيات الضارة أو الخبيثة لإلحاق الضرر بالأجهزة أو الخدمات أو الشبكات القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أو استغلالها، وذلك في كثير من الأحيان من خلال نقطة ضعف لا يعرفها صاحب المنتج أو مستخدمه. وتشمل أنواع البرمجيات الضارة الفيروسات، وفيروسات الفدية، وفيروسات أحصنة طروادة، وديدان الحواسيب، وهجمات تعدد العملات الرقمية المشفرة، وشبكات الحواسيب المصابة (البوت نت). وتنتقل البرمجيات الضارة عادة من خلال الاستدراج الموجه، حيث يتم استدراج المستخدم لتفعيل برمجيات ضارة بإغرائه بوعود كاذبة. وتشمل الأنشطة الضارة التي تستهدف الشبكة ووظائف التوجيه في الإنترنت التلاعب ببروتوكولات التوجيه وهجمات حجب الخدمة الموزع، حيث يتم توجيه حجم كبير من حركة المرور إلى خادم معين، وغالباً ما يتم ذلك باستخدام البرمجيات الضارة، بهدف تحميلها فوق طاقتها. ويمكن أن تخلف الأنشطة التي تقوض سلامة نظام أسماء النطاقات والبروتوكولات الأخرى أضراراً بالغة أيضاً، شأنها شأن المساس بالبنية التحتية المادية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل الكابلات الموجودة تحت سطح البحر والبنية التحتية للشبكة المادية.

(1) يشير ذلك إلى صيغة مبسطة من نموذج الربط بين النظم المفتوحة، الذي يصور الإنترنت على أنها شبكة تتكون من سبع طبقات.  
(2) انظر الدراسة الاستقصائية عن التهديدات ومواطن الضعف في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مؤلف كامينو كافاناغ، "Stemming the exploitation of ICT threats and vulnerabilities: an overview of current trends, enabling dynamics and private sector responses"، معهد الأمم المتحدة لبحوث نزع السلاح، 2019.

## تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والذكاء الاصطناعي

16 - تستعين الأنشطة الضارة المتصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بشكل متزايد بالذكاء الاصطناعي، بما في ذلك من خلال العمليات المعروفة باسم العمليات السيبرانية المستقلة. ويمكن للبرمجيات الضارة ذات الخصائص المستقلة أن تتحرك أفقياً داخل الشبكات من خلال تعلم الأنماط العادية لأساليب العمل وبروتوكولات الأمان؛ وهكذا تتفادى الكشف عن أنشطتها الضارة. وإضافة إلى ذلك، يمكن للأنشطة الضارة المتصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات مثل هجمات حجب الخدمة الموزع، أن تُنفَّذ آلياً وبالتالي يمكن توسيع نطاقها. كما يمكن الاستعانة بالبرمجيات التي تستخدم الخوارزميات لمسح برمجيات التشغيل وأنظمة الأمان بكفاءة من أجل تحديد نقاط الضعف. ويمكن للخوارزميات التي تقوم بمسح وتحليل مجموعات البيانات الكبيرة، بما في ذلك من وسائل التواصل الاجتماعي، أن تحسن فعالية تقنيات الاستدراج الموجه. ويُطبَّق الذكاء الاصطناعي أيضاً لمقاومة الأنشطة الضارة المتصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

### الشبكة الخفية

17 - تشير الشبكة الخفية (أو المظلمة) إلى جزء من الإنترنت لا يمكن البحث فيه باستخدام محركات البحث التقليدية وهو جزء متخف وراء برمجيات تحجب الهوية. وقد أُبلغ عن حالات تم فيها استخدام الشبكة الخفية لتيسير الاتجار غير المشروع بالأسلحة النارية والذخائر والمتفجرات<sup>(3)</sup>. ومما يبعث على القلق أيضاً أنه يمكن استخدامها لتيسير نقل المواد والتكنولوجيات التي يمكن أن تسيء استخدامها الجهات الفاعلة الخبيثة من غير الدول لتطوير أسلحة الدمار الشامل. ومن المعروف أيضاً أنه يجري تداول نقاط الضعف غير المعروفة للبرمجيات في نظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الشبكة الخفية.

### الحوسبة الكمية

18 - إن الحوسبة الكمية مجال ناشئ قد يكون له أثر تمكيني وتحويلي في نفس الوقت. ومن المحتمل أن تسمح الخصائص الكمية، وأبرزها التراكم والتشابك، بالعمل بسرعة حاسوبية أعلى بكثير وبتعزيز قدرة الحواسيب على حل مشاكل أكثر تعقيداً، مقارنة بالجيل الحالي من الحواسيب. ورغم أن الهندسة التطبيقية في مجال الحوسبة الكمية لا تزال في مرحلة مبكرة، فإن البحوث المتعلقة بتطبيقاتها العسكرية جارية حالياً في مجالات مثل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والاستخبارات والمراقبة والاستطلاع.

### العمليات والهياكل والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

19 - قد أُدرج البند المعنون "التطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي" في جدول أعمال الجمعية العامة منذ عام 1998<sup>(4)</sup>. ومنذ عام 2004، أنشأت الجمعية خمسة أفرقة من الخبراء الحكوميين لدراسة التدابير التعاونية التي يمكن اتخاذها للتصدي للتهديدات القائمة والمحتملة في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وقد اتفقت ثلاثة من هذه الأفرقة على تقارير موضوعية

(3) انظر Giacomo Persi Paoli, *The Trade in Small Arms and Light Weapons on the Dark Web: A Study* (New York, Office for Disarmament Affairs (UNODA) Occasional Papers No. 32, 2018).

(4) للاطلاع على مزيد من المعلومات عن المداورات الحكومية الدولية المتعلقة بالتطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي، انظر [www.un.org/disarmament/ict-security](http://www.un.org/disarmament/ict-security).

تضمنت توصيات للتصدي للتهديدات التي يثيرها استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك توصيات بشأن المعايير والقواعد والمبادئ الدولية للسلوك المسؤول للدول، وتدابير بناء الثقة وبناء القدرات، وكيفية تطبيق القانون الدولي على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات<sup>(5)</sup>.

20 - وفي عام 2018، أنشأت الجمعية العامة فريقا عاما مفتوح العضوية معنيا بالتطورات في ميدان المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية في سياق الأمن الدولي (انظر القرار 27/73)، وهو مفتوح لجميع الدول الأعضاء. وفي عام 2019، عقد الفريق اجتماعا تشاوريا غير رسمي فيما بين الدورات مع الأطراف المهتمة أي ممثلي قطاع الأعمال والمنظمات غير الحكومية والأوساط الأكاديمية، لتبادل الآراء بشأن المسائل التي تدخل في نطاق ولاية الفريق<sup>(6)</sup>. وفي عام 2018 أيضا، كلفت الجمعية العامة بإنشاء فريق جديد من الخبراء الحكوميين معني بالارتقاء بسلوك الدول المسؤول في الفضاء الإلكتروني في سياق الأمن الدولي (انظر القرار 266/73)، ويعقد هذا الفريق، بالإضافة إلى دوراته العادية، اجتماعين تشاوريين غير رسميين مفتوحين لجميع الدول الأعضاء، فضلا عن سلسلة من المشاورات الإقليمية<sup>(7)</sup>.

21 - ولم تُخصص مداوات حكومية دولية بعد لموضوع الحوسبة الكمية واستخدام الشبكة الخفية في سياق الأمن الدولي. ومع ذلك، قد تشكل الشبكة الخفية خطرا كبيرا على ممارسة الدول مهمة الرقابة بفعالية على عمليات نقل التكنولوجيا غير الملموسة، التي قد تكون وثيقة الصلة بالالتزامات المحددة في قرار مجلس الأمن 1540 (2004) وقرارات متابعته.

## جيم - البيولوجيا والكيمياء

22 - إن استحداث الأسلحة الكيميائية والبيولوجية وإنتاجها وتكديسها وحيازتها ونقلها واستعمالها أنشطة محظورة منذ أمد طويل بموجب القانون الدولي. وقواعد مكافحة استخدامات الكيمياء والبيولوجيا في أغراض عدائية مكرسة في 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). وقد ظلت هذه المعايير محفوظة لسنوات عديدة، غير أن استخدام المواد الكيميائية مؤخرا كأسلحة في العديد من السياقات، إلى جانب التقدم المحرز في مجال الكيمياء والبيولوجيا، قد يقوض هذه المعايير القائمة منذ فترة طويلة.

23 - أما فيما يتعلق بالأسلحة البيولوجية، فإن التحديات السابقة أمام الحيازة، المرتبطة إما بتوليف العوامل القائمة أو باستحداث عوامل جديدة، قد تم التغلب عليها بالجوء إلى نقل الجينات وغير ذلك من نهج هندسة التخليق الحيوي. وقد برهن العلماء على أنه يمكن تخليق فيروسات وجراثيم في المختبرات وإعادة إحياء أمراض بعد غيابها عن الوجود. ومع أن هذا النوع من الأبحاث قد يكون بدافع الرغبة في فهم هذه الأمراض بشكل أفضل، فهو يثير شواغل بسبب تداعيات استخدامها المزدوج. فتعديل العوامل البيولوجية

(5) انظر A/65/201 و A/68/98 و A/70/174.

(6) يمكن الاطلاع على رسالة الرئيس بشأن التقرير الموجز عن الاجتماع التشاوري غير الرسمي المعقود فيما بين الدورات على الموقع الشبكي للفريق العامل المفتوح باب العضوية.

(7) يمكن الاطلاع على الموجزات المجمع للمشاورة الإقليمية على الموقع الشبكي لفريق الخبراء الحكوميين.

يمكن أن يقوي أو يعزز جدواها كأسلحة بيولوجية، وذلك على سبيل المثال بزيادة قدرتها الإمبراضية وإمكانية تحايلها على مناعة الكائن المضيف، وتعزيز إمكانية انتقالها ومدى انتشارها في خلايا الكائن المضيف، وإثارة أو تحسين مقاومتها لمضادات الميكروبات والعقاقير، وتعزيز استقرارها البيئي. وكان الاهتمام في الفترة الأخيرة منصبا على تعديل الجينات، والأساليب من قبيل تقنية المتكررات المتكثلة بانتظام القصيرة التواتر، مما يثير تساؤلات وشواغل أخلاقية وأمنية<sup>(8)</sup>. وأدت التطورات الحاصلة في تكنولوجيات الإنتاج إلى تبسيط وخفض توقيعات الإنتاج، أي أنه يكفي توفير مجموعة أقل تقدما من المهارات وحيز زمني ومكاني أضيق لتطوير عوامل الأسلحة البيولوجية، مما يضيق إمكانية الكشف عن تلك العوامل ومنعها. كما أن التقدم المحرز في مجالات من قبيل الجسيمات النانوية والنمذجة المتطورة لأنماط النثر (النشر) باستخدام تقنيات البيولوجيا الهوائية قد ساهم في زيادة تيسير إيصال العوامل البيولوجية الآن. إلا أنه من المهم الاعتراف بأن التقدم المحرز في مجال العلوم والتكنولوجيا البيولوجية قد ساهم أيضا في تحسين وسائل وأساليب الكشف والتشخيص والمراقبة، وكذلك في تحسين وسائل وأساليب إنتاج اللقاحات وتقنيات التحري.

24 - وفيما يتعلق بالأسلحة الكيميائية، قد اقترن التقدم الملحوظ المحرز في فهم العمليات الحيوية على المستوى الجزيئي بتعزيز القدرة على التحكم في تلك العمليات والتدخل فيها بالوسائل الكيميائية. ومن المتوقع أن يستمر نمو القدرات في هذه المجالات في المستقبل المنظور. وقد أدت الأدوات الحاسوبية لتصميم الجزيئات التي يمكنها أن تستهدف أنواعا من الخلايا بعينها (على سبيل المثال الأعضاء) والمواد الكيميائية الصيدلانية العالية الفعالية التي تؤثر على الجهاز العصبي المركزي إلى إثارة شواغل بشأن إمكانية إنتاج أنواع جديدة من العوامل الكيميائية السامة<sup>(9)</sup>. وتسمح أساليب التوليف الجديدة بإنشاء مركبات غير متوقعة. وفي الوقت نفسه، تثير مجموعة من الأسلحة الكيميائية الأكثر بدائية وارتجالا تهديدات متزايدة أيضا. كما أن وفرة المعارف المتعلقة بصنع أجهزة مرتجلة لنثر العوامل الكيميائية، بما في ذلك الطائرات غير المأهولة، إلى جانب سهولة الحصول على المواد الكيميائية في الأسواق، تثير تحديات جديدة بالنسبة للأمن ونزع السلاح.

25 - ويجب النظر أيضا في استمرار التداخل بين التخصصات التقليدية التي تفصل بين البيولوجيا والكيمياء. حيث يجري بشكل متزايد إنتاج المواد الكيميائية الخام والمصنعة والمتخصصة باستخدام عمليات تتضمن وسائط بيولوجية، من قبيل التخمر الميكروبي أو استخدام الإنزيمات كعوامل حفازة. وبالإضافة إلى ذلك، أحرز تقدم كبير في التركيب الكيميائي للجزيئات ذات الأصل البيولوجي. وفي المجال الصناعي والأوساط الأكاديمية، يتواصل توسيع اهتمامات أفرقة البحوث المتعددة التخصصات لتشمل مجالات تتجاوز نطاق البيولوجيا والكيمياء لإدماج أفكار ونهج مأخوذة من الفيزياء والحوسبة والهندسة وعلم المواد والتكنولوجيا النانوية. ويعود هذا التقارب العلمي بفوائد كبيرة وقد استخدم من أجل تحسين التدابير المضادة الدفاعية ضد عوامل الحرب الكيميائية والبيولوجية. غير أن هذه النهج والعمليات الجديدة، مقترنة بالتطورات الحاصلة في اكتشاف العقاقير وإيصالها، يمكن أن تُستغل أيضا في تطوير مواد كيميائية سامة جديدة يمكن استخدامها كأسلحة، أو في تطوير آليات التفاعل المتصلة بها.

(8) انظر على سبيل المثال: "Assessing the security implications of genome editing technology: report of an international workshop" (2017).

(9) تجدر الإشارة مع ذلك إلى أن الحوادث الأخيرة شملت عوامل معروفة في الحرب الكيميائية، مثل خريل الكبريت، جرى إعدادها باستخدام طريقة كانت قد نُشرت في القرن التاسع عشر، وعوامل أعصاب فوسفورية عضوية كانت قد استحدثت قبل فترة الحرب الباردة وأثناءها.



الجارية لتطوير التكنولوجيا الموصوفة أدناه تتم في المجال العسكري، وإن كان بعض المشاريع عبارة عن مساعٍ مشتركة بين منظمات البحوث العسكرية والمدنية<sup>(14)</sup>.

### التوجيه والدقة وإمكانية التسيير

31 - تعتمد جدوى الصواريخ على دقتها والشعاع المدمر لرأسها الحربي. وتقليدياً، كانت الصواريخ تستخدم أساساً التوجيه بالقصور الذاتي، بالاعتماد على أجهزة استشعار داخلية تكشف عن الانحرافات عن مسار الطيران المبرمج مسبقاً وتُدخل التصويبات إلى نظام التسيير. غير أن دقة نظم التوجيه بالقصور الذاتي تتراجع مع مرور الوقت وتقل كلما كانت المسافات أطول. وتواصل الدول السعي إلى تحسين مختلف الابتكارات التكنولوجية لزيادة دقة صواريخها. وقد شملت تلك الابتكارات تتبع مسارات الصواريخ في الجو بواسطة رادارات أرضية؛ وأجهزة الاستشعار البصري؛ والصور الملتقطة بالرادارات؛ وسواتل الملاحه وتحديد الموقع.

32 - وقد بدأت البحوث في مجال تكنولوجيا المركبات العائدة المسيرة (يمكن لرؤوسها تتبع الأهداف الأرضية بشكل مستقل) في تسعينيات القرن الماضي، ونُشرت منظومات لديها تلك القدرات منذ عام 2010. وقد صُممت تلك المركبات لنقل حمولات تقليدية أو نووية. وبالمقارنة مع المركبات العائدة التي تتبع مساراً باليستياً، تكمن ميزتها العسكرية الرئيسية في أنها قد تكون أقدر على التهرب من بعض أنظمة الدفاع المضادة للصواريخ. ومن الناحية النظرية، يمكنها أيضاً استهداف أهداف متحركة. ولكي تكون هذه المنظومات فعالة، كثيراً ما يلزمها دعم متقدم في مجال تحديد الأهداف، بما في ذلك باستخدام البيانات المتعلقة بتحديد الموقع المأخوذة من الأقمار الصناعية والرادارات الأرضية.

33 - وللتكنولوجيات التي تزيد من دقة الصواريخ والقدرة على تسييرها العديد من التداعيات. فقد سمحت الزيادات في دقة الصواريخ النووية مع مرور الوقت بنشر منظومات استراتيجية من الرؤوس الحربية التي تحمل شحنات أصغر.

34 - كما أدى تحسن دقة الصواريخ التي تحمل رؤوساً تقليدية إلى تعزيز فائدتها العسكرية لاستخدامها كأسلحة تكتيكية أو في ساحات المعركة، كما يتضح ذلك من استخدام تلك المنظومات في السنوات الأخيرة في مختلف النزاعات المسلحة التي دارت في الشرق الأوسط. وأفضى ذلك إلى تطوير قذائف مدفعية أطول مدى، يصعب تمييز بعضها عن الصواريخ الباليستية القادرة على نقل أسلحة نووية. وأدى ذلك أيضاً إلى تعزيز قدرة بعض الدول، بل حتى الجماعات المسلحة من غير الدول، على استخدام الصواريخ الباليستية، التي كانت تعتمد في الأصل على تصميمات لمنظومات الأسلحة النووية، كأسلحة تكتيكية. وقد تساعد زيادة الفائدة التكتيكية لهذه المنظومات على الانتشار ويمكنها أن تشكل تحدياً للنظم المصممة لكبح انتشار الصواريخ الباليستية القادرة على نقل أسلحة نووية.

(14) على سبيل المثال، يشترك في تطوير برنامج البحث الدولي التجريبي للطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت بكثير الذي يُعرف باسم "سكرامجت" كل من الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة الأمريكية (ناسا)، ومختبر بحوث القوات الجوية للولايات المتحدة، ومنظمة علوم وتكنولوجيا الدفاع في أستراليا، وجامعة كوينزلاند.

## المركبات الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير

35 - تعمل الصواريخ الباليستية عادة بسرعات تفوق سرعة الصوت بكثير<sup>(15)</sup> أثناء مرحلة الدفع والمرحلة النهائية من الطيران على الأقل. وتقوم بعض الدول بتطوير ونشر مركبات قادرة على الانزلاق والتسيير بسرعات تفوق سرعة الصوت بكثير عبر مسافات طويلة داخل الغلاف الجوي. وكما هو الحال مع المركبات العائدة المسيرة، تُطلق المركبات الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير من صاروخ بالستي. ومع ذلك، فإن المركبة الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير تتفصل عن محركها الدافع (المعزز) على ارتفاع أقل، وتتواصل معظم أجزاء رحلتها على مسار غير بالستي، وتظل مدفوعة بقوة الرفع الحركي الهوائي. وهكذا، في حين أن المركبة العائدة المسيرة قد تكون قادرة على تقادي منظومات الدفاع المضادة للصواريخ في المرحلة النهائية من رحلتها، قد تكون المركبات الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير قادرة أيضاً على تقادي منظومات الدفاع المضادة للصواريخ في منتصف مسارها<sup>(16)</sup>. وليس ذلك ناتجاً عن القدرة على تسييرها فقط وإنما أيضاً لأنها تقضي معظم أجزاء رحلتها على ارتفاعات تحت أفق (نطاق) استشعار محطات رادارات الدفاع.

36 - وقد بدأت البحوث المتعلقة بالمركبات الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير في ثلاثينيات القرن الماضي. ويبدو أن الاهتمام العسكري مؤخراً بهذه المركبات نابع من احتمال أن تكون قادرة مثلاً، على تنفيذ عمليات قصف تقليدية في أي مكان على كوكب الأرض في غضون دقائق أو ساعات؛ وعلى تقادي المنظومات الاستراتيجية والتكتيكية المضادة للصواريخ؛ وعلى نشر أسلحة استراتيجية فعالة تنقل حمولات غير نووية؛ وعلى ضرب أهداف متحركة على مسافة بعيدة، بما في ذلك في البحر. وقد تمت أول عملية نشر معروفة لمركبات انزلاقية تفوق سرعة الصوت بكثير في عام 2019، باستخدام صاروخ بالستي عابر للقارات كمعزز. وقد أثارت هذه التطورات مخاوف بشأن الدخول في منافسات جديدة في مجال الأسلحة الاستراتيجية.

## المحركات الضاغطة فوق الصوتية

37 - تسعى الدول إلى الوصول بتكنولوجيا المحركات الضاغطة فوق الصوتية (Scramjets) إلى مرحلة النضج، بما في ذلك كاستراتيجية لتحقيق هدف صنع طائرة قابلة لإعادة الاستخدام تكون قادرة على الحفاظ على سرعات تفوق سرعة الصوت بكثير. والمحركات الضاغطة فوق الصوتية، التي تسمى أيضاً صواريخ انسيابية تفوق سرعة الصوت بكثير، مثلها مثل المحركات الضاغطة النفاثة (ramjets)، تتنفس الهواء: فهي

(15) يشير مصطلح "فوق سرعة الصوت بكثير" عموماً إلى سرعة تفوق 5 ماخ. ويشير مصطلح "فوق سرعة الصوت" إلى سرعات تتراوح بين 1 ماخ (أي سرعة الصوت = 343 متراً في الثانية) و 5 ماخ.

(16) يمكن تقسيم مسارات الصواريخ الباليستية إلى مرحلة الدفع ومرحلة منتصف المسار والمرحلة النهائية. ومرحلة الدفع هي المرحلة الأولى من الطيران التي تعمل بالطاقة. وتشير مرحلة منتصف المسار إلى جزء الرحلة اللاحق لحرق مصدر وقود الصاروخ والسابق للعودة إلى الغلاف الجوي. والمرحلة النهائية هي المرحلة الأخيرة من رحلة الصاروخ، حيث تبدأ بالعودة إلى الغلاف الجوي. ويشير المحللون إلى أنه في حين أن مسار المركبة الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير قد يجعل اعتراضها في منتصف المسار صعباً، فإن السرعة البطيئة نسبياً لهذه المركبات في المرحلة النهائية قد تجعل اعتراضها أسهل في تلك المرحلة.

- تستخدم الأكسجين من الغلاف الجوي بدلاً من الأكسجين المحمل على متنها في احتراق الوقود. وتتطلب التصاميم الحالية أن يتم تسريع تلك المنظومات أولاً من خلال مركبة دفع إلى سرعة في حدود 3,5 ماخ<sup>(17)</sup>.
- 38 - وأجري أول اختبار ناجح لرحلة باستخدام المحركات الضاغطة فوق الصوتية في عام 2004. ولم تدم اختبارات الطيران الأكثر نجاحاً للمحركات الضاغطة فوق الصوتية سوى ثوان معدودة. وتشمل العقبات التقنية المتبقية التي تحول دون استمرار رحلات المحركات الضاغطة فوق الصوتية لفترات أطول التحكم في الحرارة والحاجة إلى أنظمة توجيه واتصالات على المتن تكون قادرة على العمل في درجات حرارة عالية للغاية. ورغم إجراء أغلبية البحوث في هذا المجال في أوساط عسكرية، تشارك هيئات أكاديمية أيضاً في هذه المساعي، وقد دارت بعض النقاشات حول التطبيقات المستقبلية المحتملة في مجال الطيران المدني. ويعتقد الخبراء أن المحركات الضاغطة فوق الصوتية قد تنتشر في غضون عقد من الزمن<sup>(18)</sup>.
- 39 - ولا يمكن أن تتجاوز المحركات التوربينية النفاثة التقليدية سرعة تناهز 2,5 ماخ. ولذلك، اعتمدت الجهود السابقة الرامية إلى اختبار المحركات الضاغطة فوق الصوتية على معززات الصواريخ التي تُستخدم لمرة واحدة. وتسعى إحدى المجالات الجديدة نسبياً للبحث في هذا الميدان إلى وضع نظام هجين يجمع بين عناصر التوربينات والمحركات الضاغطة النفاثة والمحركات الضاغطة فوق الصوتية، وهو يُعرف باسم نظام دفع بدورة مركبة. ولا تزال هذه المنظومات قيد التطوير، ولم يتم اختبارها أثناء الطيران بعد.

#### المنظومات المضادة للصواريخ والمنظومات الأرضية المضادة للسواتل

- 40 - كانت المنظومات المضادة للصواريخ تركز تقليدياً على مواجهة الصواريخ الباليستية التي لها مسارات يمكن التنبؤ بها. وقد أثبتت نُهج مفاهيمية مختلفة في المنظومات المستخدمة أو قيد التطوير، بما في ذلك الصواريخ أرض - جو أو الصواريخ أرض - فضاء التي تحمل رؤوساً حربية متفجرة، والمدافع الآلية فائقة السرعة، وأشعة الليزر وأجهزة تقادي الاصطدامات الحركية المصممة للاعتراض على ارتفاعات عالية أو خارج الغلاف الجوي.
- 41 - وأصبحت المنظومات الصاروخية سطح - جو التي تعترض هدفها داخل الطبقة الجوية السفلى أكثر شيوعاً، وقد استُخدمت بشكل مكثف في بعض النزاعات المسلحة وفي سياقات أخرى. وتم تطوير عدد من المنظومات الصاروخية سطح - جو القائمة بالاعتماد على المنظومات المضادة للطيران، وهي مصممة لمواجهة الصواريخ الباليستية الأقصر مدى والقذائف في المرحلة النهائية من الطيران. وعموماً، لم تثر هذه المنظومات مخاوف بشأن أثرها على الاستقرار، مع أن استخدامها على نطاق واسع قد يدفع المنافسين إلى اتخاذ تدابير مضادة، مثل إطلاق صواريخ متتالية أو السعي إلى تطوير منظومات قابلة للتسيير تُصمم بطريقة تجعلها قادرة على تقادي وسائل الاعتراض. ويجري استكشاف استخدام الطاقة الموجهة في التطبيقات المضادة للصواريخ، بما في ذلك بتركيب أجهزة ليزر على الطائرات، رغم عدم نشر منظومات من هذا القبيل حتى الآن. ويؤكد أنصار المفهوم أنه يمكن استخدام تلك المنظومات للدفاع ضد الصواريخ في مرحلة الدفع.

(17) كانت المحركات الضاغطة النفاثة موجودة منذ الأربعينيات، وهي تعمل على إبطاء دخول الهواء إلى محرك الاحتراق عند سرعات أقل من سرعة الصوت وتعمل بسرعات تصل إلى 6 ماخ. وفي المحركات الضاغطة فوق الصوتية، يحدث الاحتراق مع تحرك الهواء بسرعة تفوق سرعة الصوت.

(18) انظر، على سبيل المثال، James M. Acton, Silver Bullet? Asking the Right Questions About Conventional Prompt Global Strike, p. 55.

42 - وعادة ما تستهدف المنظومات المضادة للصواريخ المصممة لضرب أهداف خارج الغلاف الجوي الصواريخ الأطول مدى التي تكون إما في منتصف المسار أو في المرحلة النهائية من الطيران. وتستخدم تلك المنظومات عموماً أجهزة تقادي الاصطدامات الحركية بدلاً من المتفجرات. ويتم تسيير أجهزة الاعتراض تلك باستخدام دواسر على متنها، مثل المركبات الفضائية، وهي تتطلب أجهزة استشعار متقدمة لتتبع هدفها. أما المنظومات الأكثر كفاءة، التي تُعرّف من حيث السرعة القصوى التي تبلغها عند احتراق المحرك المعزز، فيمكنها أن تصيب الصواريخ التي تحلق على ارتفاعات أعلى وعلى نطاقات عرضية أكبر مقارنة بموقع منصة إطلاق صواريخ الاعتراض.

43 - وقد ثبت أن هذه المنظومات الأكثر كفاءة قادرة فعلاً على ضرب سواتل موجودة في مدار أرضي منخفض<sup>(19)</sup>. ويرى محللون أن ضرب سائل أسهل من ضرب صاروخ باليستي، نظراً إلى أن السواتل تسلك مسارات يمكن التنبؤ بها ويمكن قياسها بدقة قبل وقت طويل كما أنها تقتصر عموماً إلى أي وسيلة للهروب من التهديدات. ولكن تم الإعراب عن القلق بشدة من المنظومات الاستراتيجية المضادة للصواريخ، نظراً لصلتها بالأسلحة النووية الاستراتيجية، وقدرتها على ضرب السواتل، والمفاهيم الأمنية القائمة على الردع المتبادل.

44 - ويقال إن الصواريخ الأرضية قد طُورت خصيصاً لضرب السواتل الموجودة في مدار أرضي منخفض. وقد أُبلغ عن إطلاق صاروخ مباشر الصعود قادر على ضرب سائل على ارتفاع مدار ثابت بالنسبة للأرض<sup>(20)</sup>. ولبلوغ تلك الارتفاعات، يجب أن تضاهي قدرة المعزز قدرة مركبة إطلاق فضائية. وهذا أمر جدير بالاهتمام بشكل خاص لأنه حتى ذلك الحين لم يكن يُنظر إلى مركبات الإطلاق الفضائية على أن لديها قدرات ملائمة لأداء مهام عسكرية.

#### العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

45 - أنشأت الجمعية العامة ثلاثة أفرقة من الخبراء الحكوميين لتدارس مسألة الصواريخ من جميع جوانبها خلال الفترة الفاصلة بين 2001 و 2008<sup>(21)</sup>. ومع أن مسألة الصواريخ لا تزال مدرجة في جدول أعمال اللجنة الأولى، لم يصدر أي قرار بشأن هذا الموضوع منذ عام 2008<sup>(22)</sup>.

46 - وهناك نظامان حكوميان دوليان معنيان بالتدابير الطوعية المتعلقة بتكنولوجيا القذائف (الصواريخ)، وهما: نظام التحكم في تكنولوجيا القذائف، ومدونة لاهاي لقواعد السلوك. وأنشئ نظام التحكم في تكنولوجيا القذائف في عام 1987 بهدف الحد من انتشار الصواريخ الباليستية وغيرها من الناقلات غير المأهولة القادرة على نقل أسلحة الدمار الشامل. ويضم النظام 35 عضواً. وبموجب مدونة لاهاي لقواعد السلوك، التي اعتُمدت في عام 2002، تعهدت الدول سياسياً بممارسة أقصى درجات ضبط النفس في تطوير الصواريخ

(19) يُعتبر المدار الأرضي المنخفض عموماً بأنه يصل إلى ارتفاع 1 000 كيلومتر، مقارنة بالارتفاع الأقصى البالغ نحو 1 200 كيلومتر بالنسبة لصاروخ بالستي عابر للقارات على مسار قياسي.

(20) على بُعد 35 786 كم فوق الأرض.

(21) انظر A/57/229، و A/61/168، و A/63/178.

(22) انظر قرار الجمعية العامة 55/63.

البالستية واختبارها ونشرها، وبتخاذ تدابير تضمن الشفافية فيما يتعلق بسياسات الصواريخ البالستية والمركبات الفضائية المدنية وإطلاقها. ويشارك ما مجموعه 143 دولة في مدونة لاهاي لقواعد السلوك.

47 - وقد نظر المجلس الاستشاري لمسائل نزع السلاح في الأسلحة التي تفوق سرعة الصوت بكثير في عام 2016، وأوصى بإجراء مزيد من الدراسات بشأن هذا الموضوع. ولهذا الغرض، اشترك مكتب شؤون نزع السلاح ومعهد الأمم المتحدة لبحوث نزع السلاح في استضافة اجتماع "المسار 1,5" بشأن الأسلحة التي تفوق سرعة الصوت بكثير المعقود في عام 2018 والذي تلاه نشر دراسة معنونة "الأسلحة التي تفوق سرعة الصوت بكثير: تحد وفرصة لتحديد الأسلحة الاستراتيجية".

48 - وذكرت مصادر أن الاتحاد الروسي والولايات المتحدة الأمريكية أجريا مناقشات بشأن مسألة المركبات الانزلاقية التي تفوق سرعة الصوت بكثير في إطار محادثات ثنائية بشأن تخفيض الأسلحة، بما في ذلك في سياق اتفاق يخلف المعاهدة المبرمة بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الروسي بشأن التدابير الرامية إلى زيادة تخفيض الأسلحة الهجومية الاستراتيجية والحد منها.

49 - وقد أثيرت مسألة الأسلحة الأرضية المضادة للسوائل في مختلف هيئات الأمم المتحدة المعنية بأمن الفضاء الخارجي، بما في ذلك مؤتمر نزع السلاح وهيئة نزع السلاح واللجنة الأولى للجمعية العامة.

### التكنولوجيات الفضائية

50 - بينما حركت المصالح العسكرية والأمنية الجهود المبكرة الرامية إلى الوصول إلى الفضاء واستخدامه، أصبح استخدام الفضاء اليوم يشمل مجموعة واسعة من الأنشطة المضطلع بها في القطاعات المدنية والتجارية والاقتصادية والعسكرية. وتعتمد القوات العسكرية المتقدمة بشكل كبير على التكنولوجيات الفضائية لتنفيذ مهام أساسية من قبيل مهام أنظمة الإنذار المبكر والملاحقة وتحديد الأهداف والاتصال. والسوائل معرضة بشكل خاص للقدرات المضادة للمركبات الفضائية، بما في ذلك الاستخدام المضر لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتداخل الكهرومغناطيسي اللاسلكي، والإبهار بالليزر، والخداع والتشويش، والأسلحة الأرضية المضادة للسوائل المصممة للتدمير بالاصطدام. ويمكن لعدد من تلك القدرات أن تستهدف أيضا العنصر الأرضي للمنظومات الفضائية. ولكن هذا الفرع يركز على آخر التطورات في التكنولوجيات الفضائية التي يمكن أن تكون لها تطبيقات مضادة للسوائل.

### تقديم الخدمات في المدار والإزالة النشيطة للحطام

51 - تعكف كيانات مدنية وعسكرية وطنية وشركات تجارية على تطوير قدرات لتقديم خدمات ربوتية في المدارات. وتعتمد تلك القدرات على عدد من وظائف المكونات، بما في ذلك التسيير والاقتراب والالتقاء والالتحام والإمساك. وتتطلب بعض العمليات الاضطلاع ببعض هذه الوظائف بصورة مستقلة. وتشمل التطبيقات الخاصة بهذه القدرات إعادة تزويد السوائل بالوقود وإصلاحها ونقلها، وربما الاضطلاع بأنشطة تعدين في الكويكبات. ويجري حاليا تطوير وتشغيل أنظمة قادرة على القيام بمثل هذه الأنشطة في كل من المدار الأرضي المنخفض والمدار الأرضي التزامني. وفي شباط/فبراير 2020، التحم أول سائل تجاري مقم للخدمات بنجاح مع السائل إنتلسات 901 الذي أطلق في الفضاء قبل 17 عاما.

52 - ويشير المفهوم المتعلق بالإزالة النشيطة للحطام إلى استخدام نظام خارجي للتخلص من الحطام الفضائي على نقيض الأجسام المصممة لإزالة نفسها من المدار. ويقوم العديد من الدول والكيانات التجارية بتطوير واختبار تلك المنظومات من خلال مجموعة متنوعة من السبل التكنولوجية. وينطوي معظمها على الالتقاء مع هدف واستيعابه وتعديل مساره لكي يحترق في الغلاف الجوي. وتشمل الاستراتيجيات التي يتم استكشافها استخدام سواتل صغيرة مجهزة بأذرع آلية وشبكات وحراب ومواد لاصقة. وأجريت أيضًا دراسات أكاديمية بشأن جدوى استخدام أشعة الليزر الفضائية لتدمير الحطام الفضائي الصغير نسبياً. ولم يبلغ أي نظام من هذا القبيل قدرته التشغيلية بعد، مع أنه يجري اختبار بعض المفاهيم في الفضاء.

53 - وبينما تُنفَّذ عمليات الالتقاء والاقتراب آلياً في الفضاء منذ عقود، فإن عملية تقديم خدمات في المدار مختلفة لأنها تنطوي على تفاعلات بين جسمين فضائيين لم يصمّم خصيصاً لذلك الغرض. وهناك قلق من إمكانية استخدام السواتل القادرة على القيام بعمليات التقاء واقتراب لتنفيذ أعمال غير مرغوبة أو خطيرة أو معطّلة أو عدوانية أو من أنه سيكون من المستحيل تفسير غرضها مباشرة من سلوكها، لا سيما نظراً إلى قدرتها على الاقتراب من الساتل دون تعاونه وفي غياب قواعد للاستخدام المسؤول لمثل هذه المنظومات.

#### أشعة الليزر الفضائية

54 - لا تزال أشعة الليزر الفضائية تقتصر إلى الطاقة اللازمة لإلحاق أضرار بالمركبات الفضائية الأخرى أو بالأجسام الأرضية بسبب محدودية الطاقة المتاحة لها مقارنة بأشعة الليزر الأرضية، التي يمكن أن تضلّ أجهزة الاستشعار أو تلحق أضراراً بمكوناتها الحساسة عندما تكون مستويات الطاقة المتاحة عالية بالقدر الكافي. وقد تم استكشاف واستخدام وسائل الاتصال القائمة على الليزر بين السواتل. وهي أقل عرضة لتقنيات التشويش التقليدية مقارنة بالاتصالات اللاسلكية. وقد استُخدم أول نظام اتصال قائم على الليزر في تشرين الثاني/نوفمبر 2016. ويمكن أن يؤدي تطوير هذه النظم إلى زيادة طاقة أشعة الليزر الفضائية. ويجري البحث أيضاً في استخدام أشعة الليزر الفضائية لتغيير مسار الكويكبات أو الأجسام الأخرى لتقادي اصطدامها المحتمل بالأرض.

#### العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

55 - دخلت معاهدة المبادئ المنظمة لأنشطة الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي، بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى، حيز النفاذ في عام 1967 بعد أن نظرت فيها لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية والجمعية العامة. وتوفر المعاهدة الإطار الأساسي للقانون الدولي للفضاء، بما في ذلك حظر وضع أسلحة نووية أو أي أسلحة دمار شامل أخرى في أي مدار حول الأرض أو على أية أجرام سماوية أو وضع مثل هذه الأسلحة في الفضاء الخارجي بأية طريقة أخرى<sup>(23)</sup>.

56 - وقد أدرج منع سباق التسلح في الفضاء الخارجي في جدول أعمال مؤتمر نزع السلاح منذ عام 1985 وظل ضمن المسائل الأساسية المدرجة في جدول أعمال المؤتمر على مدى أكثر من عقدين من الزمن.

(23) تتمثل معاهدات الأمم المتحدة الأخرى المتعلقة بالفضاء الخارجي في اتفاق إنقاذ الملاحين الفضائيين وإعادة الملاحين الفضائيين ورد الأجسام المطلقة في الفضاء الخارجي؛ واتفاقية المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تحدثها الأجسام الفضائية؛ واتفاقية تسجيل الأجسام المطلقة في الفضاء الخارجي؛ والاتفاق المنظم لأنشطة الدول على سطح القمر والأجرام السماوية الأخرى.

57 - واجتمع فريق الخبراء الحكوميين المعني باتخاذ تدابير عملية أخرى لمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي، المنشأ عملاً بقرار الجمعية العامة 250/72، في جلستين في عام 2018 و عام 2019. وناقش عددا من المسائل الناشئة، بما في ذلك التدابير الممكنة المتعلقة بعمليات الالتقاء والاقتراب، فضلا عن الإزالة النشيطة للحطام. ولكن الفريق لم يتمكن في نهاية المطاف من التوصل إلى توافق في الآراء بشأن تقرير موضوعي نهائي (انظر A/74/77).

58 - واجتمع فريق الخبراء الحكوميين المعني بتدابير كفالة الشفافية وبناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي في عامي 2012 و 2013، واتفق على تقرير بتوافق الآراء (A/68/189). وفي عام 2018، وافقت هيئة نزع السلاح على إضافة البند التالي إلى جدول أعمالها للفترة 2018-2020: "إعداد توصيات تعزز التنفيذ العملي لتدابير الشفافية وبناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي بغية منع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي، وذلك عملاً بالتوصيات الواردة في تقرير فريق الخبراء الحكوميين المعني بتدابير كفالة الشفافية وبناء الثقة في أنشطة الفضاء الخارجي (A/68/189)". وفي عام 2019، اعتمدت لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية الديباجة والمبادئ التوجيهية الـ 21 بشأن استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد. وقررت اللجنة أن تُعيد تشكيل الفريق العامل المعني باستدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد، إلى جانب وضع خطة خمسية تبدأ في عام 2020.

## هاء - التكنولوجيات الكهرومغناطيسية

59 - تستخدم مجموعة متنوعة من أنواع الأسلحة قيد التطوير أو التي تم نشرها مؤخراً الطاقة الكهرومغناطيسية لإحداث أثارها التدميرية الرئيسية. ويمكن تقسيمها عموماً إلى ما يلي: (أ) أنظمة تنفي أو تعيق أو تدمر قدرة الخصم على الوصول إلى الطيف الكهرومغناطيسي، في ممارسة يطلق عليها عادة اسم الحرب الكهرومغناطيسية (يشار إليها أيضاً باسم الحرب الإلكترونية)؛ (ب) وأنظمة تدمر الهدف بإلحاق ضرر مادي به. وتندرج مدافع السكة (Railguns)، التي تستخدم الطاقة الكهرومغناطيسية لدفع القذائف، في إطار الفئة الثانية. وقد تندرج أنواع مختلفة من أسلحة الطاقة الموجهة في أي من الفئتين أو في كليهما.

60 - ويستخدم العديد من منظومات الأسلحة الحديثة، ولا سيما الطائرات والصواريخ، أجهزة الاستشعار ونظم التوجيه والاتصالات التي تعتمد على الطيف الكهرومغناطيسي لتشغيلها. وتسعى الحرب الكهرومغناطيسية إلى استغلال هذا الاعتماد من خلال التشويش أو الازعاج أو الخداع أو القرصنة، ويمكنها استخدام وسائل متنوعة، تتراوح بين أسلحة الترددات اللاسلكية، والنبضات الكهرومغناطيسية النووية افتراضياً. وتوجد منظومات مزودة بهذه القدرات منذ السبعينيات على الأقل. وبشكل عام، يكون استخدامها أقل تكلفة بكثير من تكاليف التدابير المضادة المماثلة، مثل منظومات الدفاع الجوي. ويمكن تركيب منظومات الحرب الكهرومغناطيسية على المركبات الأرضية والطائرات المأهولة وغير المأهولة والسفن. ومن الناحية النظرية، يمكن أيضاً استخدامها تحت سطح البحر أو في الفضاء الخارجي. وتستخدم القوات العسكرية المنظومات الكهرومغناطيسية لمنع الهجمات الكهرومغناطيسية على منظوماتها. وتحفز التطورات في ميدان الإلكترونيات الابتكارات في هذا المجال، التي تتضمن منظومات يمكنها التشويش على ترددات متعددة في آن واحد، ويمكنها تحديد الأهداف بدقة أكبر، ويصعب نسبتها إلى جهة معينة. ويمكن للأسلحة الكهرومغناطيسية تعطيل أو وقف الاتصال الرقمي على نطاق واسع، وإن كانت هناك محاولات جارية للدفاع عن بعض عناصر البنية التحتية الحيوية من هذه الهجمات بشكل أفضل.

61 - وأسلحة الطاقة الموجهة هي مجموعة فرعية محددة من أنظمة الحرب الكهرومغناطيسية التي يمكن استخدامها، في بعض الحالات، لإحداث أثر مادي مدمر. ويجري السعي إلى إيجاد سبل تكنولوجية في هذا الصدد، بما في ذلك أجهزة الليزر العالية الطاقة وأجهزة الموجات الدقيقة العالية الطاقة والموجات المليمترية وفيض الجسيمات. ويبدو أن أشعة الليزر العالية الطاقة لديها أكبر قابلية للاستخدام المباشر في التطبيقات المدمرة والمعطلة. وتتسم أسلحة الليزر بجاذبيتها للجيش، خاصة في تطبيقات الدفاع الجوي والدفاع المضاد للصواريخ، بسبب دقتها وسرعتها والتكلفة المنخفضة لـ "نخيرتها". ويقال إن بعض الدول تستخدم أشعة الليزر الأرضية لتعمي أو تبهر أجهزة الاستشعار البصرية لسوائل المراقبة التي تمر فوق أراضيها. وفي العقود الأخيرة، سمحت التطورات الحاصلة في مجال تكنولوجيا ليزر الحالة الصلبة جزئياً على الأقل بإيجاد حل للشواغل المتعلقة بالحجم والوزن. وفي هذا الصدد، يجري البحث في إمكانية استخدام أشعة الليزر التي تعتمد على ألياف شديدة الصغر في شكل شبكات. وتدرس الجيوش أيضاً استخدام أشعة الليزر التي تعتمد على الإلكترون الحر كأسلحة طاقة مباشرة. ومن المعروف أنه قد تم نشر عدة أسلحة ليزر عالية الطاقة ذات التأثير الحركي، ومن المعروف أيضاً أن العديد من الأسلحة الأخرى قيد التطوير والاختبار. ويُستخدم الليزر على نطاق واسع في القطاعات المدنية.

62 - وتستخدم مدافع السكة الطاقة الكهرومغناطيسية لإطلاق مقذوفات صلبة. ويمكن نظرياً أن تكون هذه الأسلحة، التي يمكن أن يصل مداها إلى حوالي 200 كيلومتر أو أقل، قادرة على إطلاق مقذوفات بسرعات أكبر من القذائف أو الصواريخ باستخدام محركات تستعمل الوقود الدفعي الكيميائي. ولذلك فهي قادرة على تدمير الأهداف باستخدام طاقتها الحركية وحدها. وتكون المقذوفات التي تستخدمها مدافع السكة أخف بكثير وأقل تكلفة من الصواريخ التي يكون مداها شبيهاً بها. وتشمل العوائق التقنية التي تحول دون نشر مدافع السكة حاجتها إلى مصادر طاقة كبيرة وإلى مكونات قوية للغاية في منصة الإطلاق والمقذوفات. وقد ساعد التقدم في تخزين الطاقة وتصغير الدوائر الإلكترونية القوية على تطوير نماذج قابلة للتطبيق. ويقال إنه يجري تطوير مدافع السكة لأغراض منع الوصول/الدخول إلى مناطق محددة والقيام بأدوار الدفاع البحري، وإنه قد تم اختبار أول سلاح من هذا النوع. ومن المتوقع نشر هذه الأسلحة في غضون فترة تتراوح بين 5 و 10 سنوات.

#### العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

63 - يتناول هذا الفرع الأسلحة التي تم التطرق إليها أثناء المداولات الحكومية الدولية الأخيرة وهي الأسلحة المستخدمة في الحرب الكهرومغناطيسية وأسلحة الطاقة الموجهة، والتي ناقشها فريق الخبراء الحكوميين المعني باتخاذ تدابير عملية أخرى لمنع حدوث سباق تسلح في الفضاء الخارجي (انظر A/74/77 والفرع دال من هذا التقرير أيضاً).

#### واو - تكنولوجيات المواد

64 - يتناول هذا الفرع التطورات التي شهدتها تكنولوجيات المواد من حيث استخدامها في الأسلحة والشواغل المتصلة بذلك.

65 - غير أن التطورات التي تمكّن من تصميم الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة بطريقة قابلة للتعديل ومن تصنيعها، فضلاً عن الاستخدام المتزايد للبوليمرات في صنعها، قد تقوض الجدوى من وسم الأسلحة على المدى الطويل، كما قد تقوّض قدرة السلطات الوطنية على الاحتفاظ بسجلات دقيقة للأسلحة وعلى تعقبها.

66 - وتتكون الأسلحة القابلة للتعديل من العديد من المكونات التي يمكن إعادة تشكيلها إما من قبل الشركة المصنّعة أو في ورشة أسلحة، أو في الميدان من قبل المستخدم. وقد تتطلب عملية إعادة التشكيل هذه استخدام أدوات محددة وقد لا تتطلب ذلك، مما يؤدي إلى تشكيلة متغيرة تثير تحدياً محتملاً يعرقل ضمان الحفاظ على وسم فريد للسلاح ككل. ويشترط الصك الدولي لتمكين الدول من التعرف على الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة غير المشروعة وتعقبها في الوقت المناسب وبطريقة يعول عليها (الصك الدولي للتعقب) وضع وسم فريد على "المكون الأساسي أو الهيكلي" للسلاح، مثل الجسم و/أو علبة المغلاق.

67 - ومع أن أغلبية الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة تُصنع باستخدام مواد تقليدية مثل الفولاذ والخشب والباكلايت، فإن تزايد استخدام البوليمرات في تقنيات التصنيع قد يقوّض الجدوى من الوسم على المدى الطويل. إذ أنه من السهل نسبياً تغيير أو محو علامات الوسم الموضوعة على الأسلحة المصنوعة من البوليمرات مقارنة بالعلامات الموضوعة على الأسلحة المصنوعة من مواد تقليدية مثل الفولاذ. وفي الأصل، كانت مواد البلاستيك البوليمرية تُستخدم فقط لإنتاج مكونات الأسلحة غير الهيكلية، مثل المقبض. غير أن هذه المواد أدمجت فيما بعد لصنع أجزاء أخرى من الأسلحة، بما في ذلك جسم السلاح. ومن المرجح أن زيادة استخدام هذه المواد تعزى، جزئياً، إلى أن كلفتها أرخص ووزنها أقل؛ ولذلك، من المهم عدم إغفال الآثار الأمنية المرتبطة بالطرق المختصرة في تصميمات الأسلحة.

68 - والتصنيع بالإضافة، المعروف أيضاً بالطباعة الثلاثية الأبعاد، هو مجموعة من تكنولوجيات الإنتاج التي تقوم بتصنيع الأشياء عن طريق إضافة طبقات متتالية وفقاً لتصميم رقمي. ومقارنةً بتقنيات الإنتاج التقليدية، فإن هذه التقنيات أرخص عندما تُصنّع كميات كبيرة، ويمكنها بناء هياكل أكثر تعقيداً، كما أنها لا تعتمد على مشغلين مهرة من البشر. وتم استحداث تقنيات التصنيع بالإضافة في الثمانينيات، ولكن استخدامها في التطبيقات العسكرية حديث العهد نسبياً.

69 - ويمكن أن يثير التصنيع بالإضافة تحديات جديدة من حيث السيطرة على انتشار الأسلحة وما يتصل بها من أصناف. وبشكل خاص، يمكن نقل ملفات التصميم الرقمية أو تعميمها على نطاق واسع بكل سهولة. وقد تم بالفعل استخدام التصنيع بالإضافة في صناعات الطيران والدفاع لإنتاج الطائرات ومكونات الصواريخ، بما في ذلك المحركات. وتعكف الدول أيضاً على دراسة استخدام التصنيع بالإضافة لإنشاء هياكل جديدة للرؤوس الحربية. ولا تزال نوعية المواد وتقنية التصنيع تبعث على القلق.

70 - وتعني التكنولوجيا النانوية استغلال أجسام يتراوح حجمها بين 1 و 100 نانومتر. وهي حقل واسع جداً يتضمن العديد من التطبيقات المدنية والعسكرية المحتملة. ويمكن أن تكون للمواد النانوية الاصطناعية مجموعة من الخصائص الجذابة بما في ذلك زيادة التوصيل الكهربائي والصلابة والقوة وخفض الوزن. وقد تم استكشاف التطبيقات الممكنة لمثل هذه المواد لمدة لا تقل عن عقد من الزمن. وإضافة إلى تطبيقات مثل الحجب والتموه والدرع الذكي، بحثت القوات العسكرية في استخدام المواد النانوية لزيادة الطاقة المنبعثة من المتفجرات. وأُعرب عن القلق من قدرة التكنولوجيا النانوية على تحسين نقل الأسلحة الكيميائية والبيولوجية.

#### العمليات والهيئات والصكوك الحكومية الدولية ذات الصلة

71 - منذ عام 2011، نظرت الدول بشكل منهجي في التطورات الحاصلة في مجال صناعة الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة وتصميمها والتكنولوجيات المتصلة بها أثناء الاجتماعات المعقودة بشأن برنامج العمل المتعلق بمنع الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة من جميع جوانبه ومكافحته

والقضاء عليه، والصك الدولي للتعقب (انظر A/CONF.192/2018/RC/3، الفرع الثاني-ألف-4 والفرع الثالث-واو).

72 - وخلال مؤتمر الأمم المتحدة الثالث لاستعراض التقدم المحرز صوب تنفيذ برنامج العمل المتعلق بمنع الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة من جميع جوانبه ومكافحته والقضاء عليه، المعقود في عام 2018، التزمت الدول بشكل خاص بمراعاة التحديات المتصلة بتصميم الأسلحة القابلة للتعديل واستخدام البوليمرات، ولا سيما الصعوبات الماثلة أمام الوسم والتعقب. وكررت الدول التأكيد على ضرورة وسم الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة بشكل دائم بما يتواءم مع الصك الدولي للتعقب، ولاحظت أن وضع علامات فريدة على المكون الأساسي أو الهيكل للسلح القابل للتعديل أمر أساسي لضمان إمكانية التعقب.

73 - وبناء على طلب المشاركين في المؤتمر، التمس الأمين العام آراء الدول الأعضاء بشأن التطورات الأخيرة في صنع الأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة وتكنولوجياها وتصميمها، لا سيما الأسلحة المصنوعة من البوليمر والأسلحة القابلة للتعديل، بما في ذلك فيما يتعلق بالفرص والتحديات المرتبطة بها، فضلاً عن تأثير تلك التطورات على فعالية تنفيذ الصك الدولي للتعقب، وأن يقدم توصيات بشأن سبل معالجتها. ويتضمن التقرير الموحد للأمين العام عن الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة من جميع جوانبه وتقديم المساعدة إلى الدول من أجل كبح الاتجار غير المشروع بالأسلحة الصغيرة والأسلحة الخفيفة وجمعها (A/74/187) قائمة غير حصرية بالعناصر المتصلة بالأسلحة القابلة للتعديل والتصاميم باستخدام البوليمرات من أجل إعداد مرفق تكميلي محتمل للصك الدولي للتعقب.

74 - وخلال المشاورات المتعلقة بالاستعراض الشامل لعام 2016 لحالة تنفيذ قرار مجلس الأمن 1540 (2004)، ناقشت الدول الأعضاء الجوانب المساعدة على الانتشار للتصنيع بالإضافة. ولاحظت الوثيقة الختامية بشأن الاستعراض أن خطر انتشار أسلحة الدمار الشامل على أيدي جهات فاعلة من غير الدول يتفاقم من جراء التقدم السريع المحرز في مجال العلوم والتكنولوجيا والتجارة الدولية (S/2016/1038، الفقرة 34).

75 - وسيكون للتصنيع بالإضافة آثار على نظم مراقبة التصدير المختلفة، بما في ذلك نظام التحكم في تكنولوجيا القذائف، ومجموعة موردي المواد النووية، وترتيب فاسنار. وتمت مناقشة التصنيع بالإضافة في إطار نظام التحكم في تكنولوجيا القذائف لعدة سنوات، وتمت إضافته رسمياً إلى جدول أعماله في عام 2017.

76 - ومنذ المؤتمر الاستعراضي الثالث للدول الأطراف في اتفاقية الأسلحة الكيميائية المعقود في عام 2013، أوصى المجلس الاستشاري العلمي لمنظمة حظر الأسلحة الكيميائية بإبقاء أوجه التقدم المحرز في مجال التكنولوجيا النانوية قيد الاستعراض، وأدرج استعراضاً للميدان في تقريره الأخير المقدم إلى المؤتمر الاستعراضي الرابع<sup>(24)</sup>.

(24) انظر منظمة حظر الأسلحة الكيميائية، الوثيقة RC-4/DG.1.

## ثالثاً - الآثار الأوسع نطاقاً على الأمن ونزع السلاح

77 - يتطرق هذا الفرع إلى الشواغل المشتركة والمترابطة والمتصلة بالوسائل والأساليب الحربية الجديدة في سياق التحديات المحتمل أن تثيرها من حيث صون السلام والأمن على الصعيدين العالمي والإقليمي، وكذلك نزع السلاح.

78 - وهناك عدد من تكنولوجيات الأسلحة الجديدة التي يمكن أن توجج التنافس على الأسلحة، بما في ذلك على المستوى الاستراتيجي. وبينما تواجه الجهود الدولية الرامية لتحديد الأسلحة صعوبات، تتسارع التطورات التكنولوجية المتصلة بمنظومات الأسلحة مثل المنظومات المضادة للصواريخ والأسلحة التي تفوق سرعة الصوت بكثير. وقد ازدادت كثافة البحوث في مجال التطبيقات العسكرية للذكاء الاصطناعي والتشغيل الذاتي، بما في ذلك في مجال منظومات الأسلحة النووية وعمليات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصارة. وأخيراً، قد يؤدي التقدم التكنولوجي إلى نشأة تهديدات جديدة للهياكل الأساسية للإنذار المبكر والمراقبة، مما قد يسهم في زيادة اهتمام العديد من الدول بتطوير قدرات فضائية مضادة.

79 - وقد تؤدي بعض تكنولوجيات الأسلحة الجديدة إلى احتمال خفض عتبات استخدام القوة. ويمكن لتكنولوجيات الأسلحة الجديدة أيضاً أن تضع في محك الاختبار الأطر القانونية القائمة، بما في ذلك بتسهيل استخدام القوة بواسطة الوسائل غير التقليدية، مثل التشويش الكهرومغناطيسي، وأيضاً بسبل يصعب فهمها في ضوء العتبات التقليدية لممارسة حق الدفاع عن النفس. وبالمثل، يبدو أن تزايد استخدام الأنظمة الموجهة والذاتية التشغيل يبيسر استخدام القوة في السياقات التي يكون فيها الإطار القانوني الساري غير واضح. وعلاوة على ذلك، يمكن أن ينشأ عن زيادة اللجوء إلى التشغيل الذاتي والتشغيل عن بُعد والسعي إلى تنفيذ العمليات العسكرية في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والفضاء الخارجي تصوراً عن القدرة على شن حرب دون إصابات. وأخيراً، تنص بعض العقائد العسكرية على أن الهجمات على الهياكل الأساسية الحيوية يمكن أن تبرر التفكير في استخدام الأسلحة النووية.

80 - كما أن العديد من تكنولوجيات الأسلحة الجديدة تقلص بالفعل مدة اتخاذ القرار اللازمة لكي ترد قوات الخصم. وهذا ينطبق بوجه خاص على الأسلحة التي تنطلق بسرعات عالية أو الأسلحة التي تصمم لتكون عسوية على الكشف. وقد تثير الأسلحة التي تجمع بين هاتين الخاصيتين إشكالية كبيرة، لا سيما إذا استخدمت نظماً يمكن أن تحمل ذخائر نووية أو ذخائر تقليدية. ويمكن أن تترتب على هذه التكنولوجيات عدة عواقب غير مرغوب فيها، مثل سوء الفهم والتصعيد غير المقصود أو غير المتعمد. ويمكن أن تتفاقم هذه العواقب بسبب زيادة التشغيل الذاتي لمنظومات الأسلحة. وعلاوة على ذلك، لا شك أن تزايد اعتماد القوات العسكرية الحديثة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيات الفضائية، فضلاً عن صعوبة الحماية من الهجمات في هذين المجالين، قد يؤدي إلى زعزعة الاستقرار.

81 - وقد أثيرت شواغل فيما يتعلق بتعقيدات الإسناد المرتبطة بالعديد من هذه التطورات. وفي هذا الصدد، ظهرت تحديات بالفعل نتيجة الاستخدام الضار لأدوات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيات التي يتم التحكم فيها عن بُعد. فعلى سبيل المثال، حدثت حالات تم فيها إسقاط طائرات غير مأهولة مدنية ولم يتسن بعد ذلك الكشف عن هوية مشغليها. ويمكن القيام بأنشطة ضارة متصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات عن طريق وكلاء، مما قد يجعل الإسناد التقني لهذا النشاط أكثر صعوبة. ومن المرجح أن تثير هجمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات القائمة على الذكاء الاصطناعي والهجمات الحركية القائمة على الذكاء الاصطناعي تحديات إضافية من حيث الإسناد.

82 - وأخيراً، يشعر العديد بالانشغال من سهولة اقتناء أو استخدام هذه التكنولوجيات كأدوات للانتشار من قبل الجهات الفاعلة الخبيثة من غير الدول. إذ أن الجمع بين التصنيع بالإضافة والاتصالات المشفرة أو الاتصالات القائمة على الشبكة الخفية يزيد من خطر الانتشار. كما يمكن للجهات الفاعلة من غير الدول الحصول على معلومات عن نقاط الضعف غير المكشوفة للبرمجيات في نظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك على الشبكة الخفية. ويمكن أن تسمح زيادة رقمنة المعلومات بنقل المعلومات الحساسة المساعدة على الانتشار إلكترونياً من بلد إلى آخر، وبالتالي من الالتفاف على ضوابط التصدير والاستيراد التي تسري على الأصناف الملموسة. ويمكن أن تسعى الجهات الفاعلة الخبيثة إلى استغلال مواطن الضعف الفريدة في النظم القائمة على الذكاء الاصطناعي، بالاستفادة مثلا من البحوث الصادرة بشأن الاستراتيجيات القادرة على خداع النظم العالية الأداء للتعرف الآلي البصري والتعرف الآلي الصوتي باستخدام مناورات بسيطة جداً. وتُجري جهات بحث أكاديمية وجهات بحث من القطاع الصناعي الخاص كثيرا من البحوث المتقدمة في ميادين مثل البيولوجيا التوليفية والذكاء الاصطناعي وتقوم بنشر نتائجها. كما أن المركبات الجوية الموجهة عن بُعد متوفرة بسهولة في الأسواق، وتتضمن النماذج الأكثر تطورا منها بالفعل خاصيات التشغيل الذاتي أو قد تكون قابلة للبرمجة لأداء وظائفها الأساسية، مثل الملاحه.

#### رابعا - الآثار المترتبة على الجهود الرامية إلى الحد من العواقب الإنسانية للنزاعات المسلحة

83 - تؤثر تكنولوجيات الأسلحة الجديدة على جهود المجتمع الدولي الرامية إلى الحد من آثار النزاعات المسلحة على المدنيين. كما أنها تثير شواغل بشأن تفسير القانون الدولي الإنساني واحترامه.

84 - ومع أن تكنولوجيات الأسلحة الجديدة قد تساعد على الحد من أثر النزاعات المسلحة، بزيادة دقة الأسلحة، فهي تشكل أيضا تهديدات جديدة بالنسبة للمدنيين والأعيان المدنية. وقد تسبب عدد من حوادث تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التي حدثت في السنوات الأخيرة في عرقلة عمل الهياكل الأساسية المدنية بشدة، بما في ذلك الخدمات الحكومية، والنظم المصرفية، والمرافق النووية، وشبكات الطاقة الكهربائية، والنظم الصناعية، والخدمات الصحية. وقد يزداد أيضاً خطر التعرض للأنشطة الضارة المتصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بسبب انتشار الاستخدام الشخصي والصناعي للأجهزة المترابطة الموصولة بالإنترنت. وأخيراً، قد تخلف حوادث تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التي تؤثر على البنية التحتية المادية للإنترنت وتعوق الاتصال الإلكتروني آثارا واسعة النطاق على مجتمعات بأكملها.

85 - ويمثل احتمال استخدام أسلحة في الفضاء الخارجي والتدمير المتعمد للأجسام الفضائية مصدرا رئيسيا للقلق بسبب الطابع المستمر وغير المتوقع للحطام الفضائي الذي سينتج عن ذلك والذي يمكن أن يشكل خطرا على جميع الأجسام التي تعمل على ارتفاع مماثل. وهذا بدوره يمكن أن يؤدي إلى تدمير أجسام فضائية أخرى تقدم خدمات مدنية أساسية أو تساعد على الوقاية من الكوارث والتخفيف من حدتها وتدعم الأنشطة الإنسانية. ويمكن أن تترتب على فقدان هذه الخدمات عواقب إنسانية كبيرة.

86 - وقد أثار تزايد الاستعانة بالذكاء الاصطناعي والتشغيل الذاتي لأداء الوظائف الحرجة لمنظومات الأسلحة شواغل إنسانية وشواغل أخرى. ولا يزال يتعين إثبات قدرة أي برمجيات خوارزمية على اتخاذ قرارات وأحكام شبيهة بما يكفي بالفكر البشري بحيث تمثل للقانون الدولي الإنساني، بما في ذلك لمبادئ التمييز

والتناسب والحيطة. وقد أكد العديد من الدول أنه لن يكون في وسع أي منظومة أسلحة إصدار مثل هذه الأحكام وفقاً للقانون الدولي الإنساني. وقد يؤدي تعقيد نظام الذكاء الاصطناعي إلى جعله غير متوقع وغير قابل للتفسير، مما قد يؤدي إلى وقوع حالات يفشل فيها النظام بشكل غير متوقع أو بشكل لا يمكن أن يفشل فيه المشغل البشري. وإضافة إلى ذلك، قد تتفاوت إمكانات بعض الجهات الفاعلة أو درجة اهتمامها أو فهمها فيما يتعلق بتصميم أسلحة قائمة على الذكاء الاصطناعي بقدر يكفي للامتثال للمبادئ الإنسانية ومبادئ حقوق الإنسان، مما يؤدي إلى نشأة تصورات بأن تلك الجهات الفاعلة تستفيد دون مسوغ من هذه التكنولوجيات وربما تدفع جهات أخرى إلى خفض مستوى المعايير الخاصة بها تقادياً لفقدان بعض المزايا. وأخيراً، فإن استخدام خاصية التشغيل الذاتي في عملية تحديد الأهداف التي تقوم بها منظومة الأسلحة قد تقلل من قدرتها على تحديد هدف مشروع في البيانات الدينامية المكتظة، بما في ذلك المناطق المأهولة بالسكان.

87 - ويمكن أن يؤدي عدم الوضوح المتصل بكيفية تطبيق القانون الدولي الإنساني في مجالات جديدة إلى تعقيد الجهود المتعددة الأطراف في مجال التنظيم والمراقبة. وأكد بعض الخبراء الحكوميين بأن الاعتراف بانطباق القانون الدولي الإنساني يمكن أن يُطَبِّع القيام بأعمال قتالية في ميادين جديدة أو استخدام تكنولوجيات أسلحة جديدة ذات عواقب غير معروفة أو ذات عواقب يُحتمل أن تكون خطيرة ومزعزعة للاستقرار. وجرت الإشارة أيضاً إلى أن القانون الدولي الإنساني لا يشجع على العسكرة ولا يضيف الشرعية على أي شكل من أشكال الحرب أو يجعل استخدامها قانونياً. وقد يثير هذا الغموض عدداً من التحديات، نظراً إلى أن الدول قد تحتفظ بأراء متباينة جداً بشأن كيفية تطبيق القانون الدولي الإنساني أو قد تسعى إلى تطوير قدرات توازي المزايا التي تتصور أنها لدى خصومها الذين قد لا يحترمون بالضرورة التزاماتهم الدولية.

88 - وتترتب على بعض تكنولوجيات الأسلحة الجديدة أيضاً تداعيات متزايدة على ضمان احترام حقوق الإنسان. ويمكن لبعض الأسلحة، مثل الطائرات غير المأهولة المسلحة، أن تتيح استخدام القوة في سياقات خارج نطاق النزاعات المسلحة. وقد تثير استخدامات معينة للتكنولوجيات التكميلية من جانب القوات المسلحة، من قبيل البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتحديد واختيار الأهداف، شواغل أخرى في مجالات الأخلاقيات وحماية البيانات والخصوصية.

## خامساً - إجراءات الاستجابة للتطورات العامة في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها آثار على الأمن ونزع السلاح

89 - مع أن صكوك الأمم المتحدة وهيئاتها المعنية بنزع السلاح تميل إلى معالجة المسائل المتعلقة بنوع أو فئة واحدة من الأسلحة أو مجال واحد في كل مرة، قد تناول العديد من العمليات والهيئات المتصلة بنزع السلاح مؤخراً بطريقة أعم التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا التي لها آثار على الأمن ونزع السلاح.

90 - وبموجب المادة 36 من البروتوكول الإضافي لاتفاقيات جنيف المبرمة في 12 آب/أغسطس 1949 والمتعلق بحماية ضحايا المنازعات المسلحة الدولية، تلتزم الدول الأطراف، عند دراسة أو تطوير أو اقتناء سلاح جديد أو أداة للحرب أو اتباع أسلوب للحرب، بأن تتحقق مما إذا كان ذلك محظوراً في جميع الأحوال أو في بعضها بمقتضى القانون الدولي الساري. وقد أدت التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا إلى زيادة الاهتمام بتبادل المعلومات عن العمليات الوطنية لإجراء تلك الاستعراضات، مما قد يساعد على بناء الثقة في كيفية تحمل الدول لهذه المسؤولية، وضمان القدرة على التنبؤ باحتمال استحداث تكنولوجيات جديدة مزعزعة للاستقرار، والمساعدة على التوصل إلى فهم مشترك للقانون الدولي، ولا سيما القانون الدولي الإنساني.

- 91 - وتشكل الاتفاقية المتعلقة بأسلحة تقليدية معينة إطاراً لتناول التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا المتصلة بمقاصد الاتفاقية.
- 92 - وفي عام 2018، أنشأ مؤتمر نزع السلاح، خمس هيئات فرعية لبدء عملية تدريجية تشمل جميع البنود الموضوعية من جدول الأعمال، وكذلك المسائل الناشئة وغيرها من المسائل ذات الصلة بالعمل الموضوعي للمؤتمر وفقاً للمقرر CD/2119. وقد تطرقت الهيئة الفرعية الخامسة، في جملة أمور، إلى التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتسليح الذكاء الاصطناعي (انظر الوثيقة CD/2141).
- 93 - وقد نظر المجلس الاستشاري لمسائل نزع السلاح في السنوات الأخيرة في عدد من التطورات العلمية والتكنولوجية التي يُحتمل أن تكون لها آثار على الأمن ونزع السلاح، وقدم توصيات بشأنها.
- 94 - وفي القرار 2325 (2016)، دعا مجلس الأمن الدول إلى أن تأخذ في الاعتبار التطورات المتعلقة بالطابع المتغير لمخاطر الانتشار، وأوجه التقدم السريع في مجال العلوم والتكنولوجيا، في تنفيذها للقرار 1540 (2004).

## سادسا - الاستنتاجات والتوصيات

- 95 - لقد تم التطرق إلى العديد من التطورات التي تناولها هذا التقرير بوصفها موضوع مداولات متعددة الأطراف دارت مؤخراً أو جارية حالياً في إطار الأمم المتحدة، أو تم تناولها ضمن العمليات الجارية. وستواصل كيانات الأمم المتحدة دعم وتيسير العمليات الجديدة القائمة والمحتملة الهادفة للتصدي للتحديات الناشئة قبل أن تشكل خطراً على السلام والأمن، أو المبادئ الإنسانية، أو غيرها من مقاصد وأهداف المنظمة.
- 96 - وتتعترف مختلف الإجراءات المتعلقة بالتكنولوجيا الناشئة الواردة في تقرير الأمين العام المعنون "تأمين مستقبلنا المشترك: خطة لنزع السلاح" بأهمية إشراك العديد من أصحاب المصلحة وتلتزم بتيسيرها في سياقات متنوعة. وسمحت الأنشطة المضطع بها حتى الآن بتسليط الضوء على الاهتمام الكبير للجهات الفاعلة في قطاع الصناعة والقطاع الخاص بالمشاركة في العمليات الحكومية الدولية وبإتاحة فرصة أمامها لعرض وجهات نظرها. كما برهن العديد من الدول عن رغبتها في التحلي بالشمولية والشفافية مع القطاع الخاص فيها. ويوصى بأن تواصل هيئات الأمم المتحدة وكياناتها تشجيع مشاركة العديد من أصحاب المصلحة والحرص على مراعاة المساواة في التوزيع الجغرافي، بما في ذلك من القطاع الصناعي والقطاع الخاص، في المنابر الرسمية وغير الرسمية.
- 97 - وللمضي قدماً، تُشجّع الدول الأعضاء على مواصلة السعي لإيجاد سبل تتيح إدماج استعراض التطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا في أعمالها، بما في ذلك من خلال العمليات الهادفة لاستعراض تنفيذ المعاهدات وفي إطار أجهزة الأمم المتحدة الرئيسية المعنية بنزع السلاح.
- 98 - وللمساهمة في الحفاظ على مستوى الوعي بالتطورات في ميدان العلم والتكنولوجيا وأثرها المحتمل على الجهود المبذولة في مجال الأمن الدولي ونزع السلاح، يُوصى بمواصلة تقديم التقارير التي تحدّث المعلومات الواردة في هذا التقرير كل سنة.