Funded by
the European Union

UNIDIR

مقدمة

الحرب الإلكترونية والابتكارات في الأنظمة الجوية غير المأهولة: التداعيات على الحد من التسلح ونزع السلاح

ميرسيني ماركوبولو • فيديريكو مانتيلاسي



ملخص تنفيذي

أصبح الطيف الكهرومغناطيسي (EMS) عاملاً رئيسياً في تمكين العمليات العسكرية الحديثة. ومع تزايد عدد وأنواع القدرات التي تعتمد على الطيف الكهرومغناطيسي في مجالات الاتصالات والملاحة والاستشعار والتوجيه، أصبح التنافس على السيطرة على الطيف الكهرومغناطيسي جانباً مركزياً ومتنامياً من جوانب العمليات العسكرية. ورغم أن «الحرب الإلكترونية» (EW) ليست جديدة، إلا أنها أصبحت الآن سمة مستمرة وموزعة ومتاحة بشكل متزايد في النزاعات الحديثة. وقد أدت هذه الحرب إلى تسريع ديناميكية التفاعل بين التدابير والتدابير المضادة، حيث تقابل التطورات الرامية إلى تعطيل الطيف الكهرومغناطيسي تطورات أخرى تسعى إلى التغلب على هذه التعطيلات. يبحث هذا الدليل التمهيدي في كيفية قيام تقنيتين أساسيتين من تقنيات الحرب الإلكترونية – التشويش والتزييف – بدفع عجلة الابتكارات في تصميم واستخدام الأنظمة الجوية غير المأهولة (UAS)، كما ينظر في تداعيات هذه الديناميكية على نزع السلاح والحد من التسلح والأمن الدولي.

وتتعرض الأنظمة الجوية غير المأهولة بشكل خاص للحرب الإلكترونية، حيث يمكن تشويش أو تزييف كل من روابط القيادة والتحكم (C2) الخاصة بها والإشارات الصادرة عن نظام الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية (GNSS) التي تدعم عمليات الملاحة والاتصالات وتحديد الاهداف. ويمكن أن تتراوح الآثار بين فقدان الوعي بالموقف وصولاً إلى انحراف مسار نظام جوي غير مأهول عن مساره بفعل مهاجم. وقد أدى الانتشار المتزايد للأنظمة الجوية غير المأهولة في النزاعات الحديثة، مقترناً بنقات ضعفها، إلى جعلها واحدة من أوضح الساحات التي تتكشف فيها حلقة من التدابير والتدابير المضادة بين الحرب الإلكترونية وأنظمة الأسلحة.

استجابةً لنقات الضعف هذه، تعمل الجيوش والقطاعات الصناعية على تطوير مجموعة واسعة من التقنيات لجعل الطائرات بدون طيار أكثر مرونة وقدرة على الصمود. وتشمل هذه:

- تقنيات مقاومة التشويش والتزييف واتصالات ذات احتمالية اكتشاف منخفضة، أو استخدام كابلات الألياف الضوئية لحماية وصلة القيادة والتحكم (C2)
- طرق تحديد المواقع التكميلية التي لا تعتمد على الترددات الراديوية (مثل هوائيات ذات نمط استقبال متحكم به، وأجهزة الاستقبال متعددة الأقمار الصناعية، ومطابقة التضاريس) لتقليل الاعتماد على نظام الملاحة العالمي (GNSS)
- الذكاء الاصطناعي (AI)، الذي يُستخدم بشكل متزايد لمعالجة بيانات أجهزة الاستشعار، ودعم الملاحة الذاتية والتعرف على الأهداف، وتمكين الأنظمة من مواصلة العمل مع تقليل الاعتماد على الإشارات الخارجية أو الاستغناء عنها تمامًا

وغالبًا ما تتداخل هذه الابتكارات مع بعضها البعض. ورغم أن العديد منها لا يزال في مرحلة الاختبار أو التطوير، إلا أنها تعيد بالفعل تشكيل اتجاه تطوير أنظمة الطائرات بدون طيار. وعلى وجه الخصوص، تشير هذه الابتكارات إلى ظهور أنظمة قادرة على العمل مع اعتماد محدود أو ضئيل أو معدوم على المدخلات الخارجية المستمرة.

وبالتالي، فإن الحرب الإلكترونية هي قوة تُشكّل تطور الأنظمة الجوية غير المأهولة (UAS) والقدرات العسكرية بشكل أوسع. وتنطوي هذه الديناميكية على عدة تداعيات على السلام والأمن الدوليين، ونزع السلاح، والحد من التسلح. أولاً، تتقاطع هذه الديناميكية بشكل مباشر مع المناقشات الجارية حول أنظمة الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل (LAWS)، حيث تخلق البيئات المتأثرة بالحرب الإلكترونية ضغوطاً قوية على الجيوش لنشر المزيد من الأنظمة ذاتية التشغيل، مما يعقّد مسائل التحكم البشري. ثانياً، إن طبيعة الاستخدام المزدوج للعديد من التقنيات المعنية تزيد من مخاطر الانتشار، لاسيما فيما يتعلق بانتقال كل من قدرات الحرب الإلكترونية القوية أو التدابير المضادة المقاومة للحرب الإلكترونية إلى الجهات الفاعلة من غير الدول، بينما تدفع بدورها إلى مزيد من التطوير للتدابير المادية لمكافحة الأنظمة الجوية غير المأهولة، مثل أسلحة الطاقة الموجهة. ثالثاً، إن الطبيعة المعرَّفة بالبرمجيات للعديد من التقنيات المتعلقة بالحرب الإلكترونية ووتيرة الابتكار تجعل قدرات الرصد والتحقق أكثر صعوبة بشكل متزايد، حيث يمكن إعادة تكوين الأنظمة أو تحسينها دون تغييرات مرئية في الأجهزة. وأخيرًا، تؤثر هذه الديناميكيات على الجهود الحالية في مجال الحوكمة المتعلقة بالأنظمة الجوية غير المأهولة، والتي تركز بشكل أساسي على تتبع نقل الأنظمة ومكوناتها، بدلاً من التركيز على التطورات النوعية التي قد تؤثر على ملامح المخاطر المرتبطة بها.

ومع استمرار الحرب الإلكترونية في تشكيل تصميم الأنظمة الجوية غير المأهولة ونشرها واستخدامها العملياتي، فإن مجتمع نزع السلاح والحد من التسلح سيستفيد من مشاركة أوثق وأكثر منهجية في هذه الديناميكية. وتشمل الاعتبارات التي تستحق مزيداً من الاهتمام ما يلي:

- متابعة التطورات في مجال الحرب الإلكترونية لفهم أفضل لكيفية تأثيرها على البيئة التشغيلية للأنظمة المسلحة ذاتية التشغيل (LAWS) وكيف سيؤثر ذلك على انماط التحكم البشري
- رصد انتشار تقنيات الحرب الإلكترونية ذات الاستخدام المزدوج والتقنيات المقاومة للحرب الإلكترونية، بما في ذلك انتشارها بين الجهات الفاعلة من غير الدول، وتأثيراتها المتتالية على تطوير أنظمة مكافحة الأنظمة الجوية غير المأهولة
- استكشاف نُهج الرصد والتحقق التي يمكنها أن تأخذ في الاعتبار الطبيعة المعرَّفة بالبرمجيات والسريعة التطور للقدرات المتعلقة بالحرب الإلكترونية
- النظر في الكيفية التي ينبغي للتطورات النوعية المدفوعة بالحرب الإلكترونية أن توجه أطر الحكومة القائمة المتعلقة بنقل وتصدير واستخدام الأنظمة غير المأهولة

صورة الغلاف: طائرة مسيّرة تحوم في بيئة مظلمة ومليئة بالدخان، تضيئها شبكة متفجرة ومتوهجة من الأضواء الزرقاء المترابطة. تم إنشاؤها بالذكاء الاصطناعي بواسطة أنكا

Palais des Nations
1211 Geneva, Switzerland

© 2026, UNIDIR

UNIDIR.ORG

@unidir
/unidir
/un_disarmresearch
/unidirgeneva
/unidir