

القوة الجوية باستخدام طائرات بدون طيار صغيرة ومنخفضة التكلفة التداعيات على الحرب المستقبلية

الدكتور نيل رينيك (Dr. Neil Renic)
باحث ، مركز الدراسات العسكرية،
جامعة كوبنهاجن، الدنمارك

جوهان كريستنسن (Johan Christensen)
باحث مساعد، مركز الدراسات العسكرية،
جامعة كوبنهاجن، الدنمارك

ملخص

لقد توسعت الجيوش في الاعتماد على الطائرات بدون طيار في السنوات الأخيرة لتقديم القوة الجوية على ارتفاعات منخفضة، والتهرب من الدفاعات الجوية والسماح للمستخدمين بتكبير السرعة والمدى والقدرة القاتلة والضغط النفسي الناجم عن تأثيرات القتال. وتشير هذه التطورات إلى فرص كبيرة لتعزيز القوة الجوية بأسعار أقل؛ ومع ذلك، فإن الاستخدام المتزايد للطائرات بدون طيار يتطلب تقييمات دقيقة لقدرة الطائرات بدون طيار والقدرات المضادة للطائرات بدون طيار. تبحث هذه الورقة البحثية في الدور التحويلي للطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة في الحروب المستقبلية، مستفيدة من الدروس المستفادة من مسارح العمليات الأخيرة وأهميتها في تخطيط القوة. ويجب أن تضمن برامج الاستحواذ على الطائرات بدون طيار والقدرات المضادة للطائرات بدون طيار إمكانية إدخال هذه التقنيات للعمل داخل الأنظمة الحالية بشكل فعال وبأسعار معقولة. ويثير استخدام الذكاء الاصطناعي والطائرات بدون طيار أيضًا أسئلة مهمة حول العمل ضمن المعايير القانونية والأخلاقية المقبولة. في تقييمها للفائدة التشغيلية والتكتيكية للطائرات بدون طيار وضرورة وجود قدرات قوية لمكافحة الطائرات بدون طيار لحماية الأصول الحيوية، تحلل هذه الورقة الاتجاهات الناشئة وتداعياتها على الحرب المستقبلية من خلال تسليط الضوء على أربعة دروس للاستفادة من الطائرات بدون طيار كقوة مضاعفة.

مقدمة

لقد أثبتت الحروب بين روسيا وأوكرانيا وناجورنو كاراباخ خطأ التوقعات بشأن مدى سرعة حسم معركة التفوق الجوي أو كيفية تقدم الصراعين العسكريين (Deptula, 2024; Gressel, 2020). لقد كانت فعالية الدفاعات الجوية المتعددة المستويات التي تتألف من صواريخ أرض-جو (SAM)، والمدافع المضادة للطائرات، وصواريخ الدفاع الجوي المحمولة (MANPADS) سمة دائمة للحرب الجوية في أوكرانيا (Deptula and Bowie, 2024). وفي غياب التفوق الجوي، اعتُبرت المهام على ارتفاعات متوسطة وعالية الارتفاع محفوفة بالمخاطر على نطاق واسع بالنسبة للطائرات المقاتلة، مما يحد من دورها. وفي أوكرانيا، مع عدم تمكن أي من الجانبين من اكتساب التفوق الجوي الذي يسمح باستخدام الطائرات المقاتلة دون منازع، أدى التكافؤ الجوي الناتج عن ذلك إلى تحويل التركيز على تقديم التأثيرات القتالية للصواريخ والطائرات بدون طيار (Deptula and Bowie, 2024). ومع ذلك، وكما نجحت أنظمة الدفاع الجوي في تقييد الطائرات المخترقة، فقد أثبتت أيضاً فعاليتها إلى حد كبير في اعتراض الغالبية العظمى من الهجمات الصاروخية. وكان للانتشار الشامل للطائرات بدون طيار غير المكلفة ولكن متعددة الاستخدامات للاستخدامات التشغيلية والتكتيكية تأثير تحويلي، مما أدى إلى تكثيف السرعة والمدى والقدرة القاتلة والضغط النفسي للقتال. ومن المؤكد أن هذه "المقارنات للقوة الجوية" سوف تصبح عنصراً ثابتاً في الحروب المستقبلية، مما يحفز إنتاج وشراء الطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة في جميع أنحاء العالم (Chavéz and Swed, 2024). على الرغم من التحليل الواسع النطاق لتأثيرات الطائرات بدون طيار على الطبيعة المتغيرة للحرب، إلا أن التركيز كان يقتصر في المقام الأول على الجهات الفاعلة الكبرى واحتضانها للطائرات بدون طيار المتقدمة في الطرف العلوي من طيف التكنولوجيا (Kunertova, 2023a; Murray, 2023). وعلى النقيض من ذلك، لم يتم إيلاء سوى قدر ضئيل من الاهتمام لفائدة الطائرات بدون طيار منخفضة التكلفة بالنسبة للقوة الجوية للدول الأصغر (Kramar et al., 2021).

إن الطائرات بدون طيار الصغيرة ومنخفضة التكلفة تقود "ديمقراطية" القوة الجوية، مما يجعل التأثيرات العسكرية أكثر سهولة وبأسعار أقل (Postma, 2021). تسلط هذه الورقة البحثية الضوء على أربعة دروس مستفادة من استخدام الطائرات بدون طيار الصغيرة ومنخفضة التكلفة في الصراعات الأخيرة (Renic and Christensen, 2024; Gressel, 2020). أولاً، ستكون ترسانات الطائرات بدون طيار المتنوعة ضرورية لتلبية احتياجات المقاتلين العمليّة والتكتيكية في ساحات المعارك المحدودة والمتنازع عليها. إن قدرتها على تضخيم القوة النارية بتكلفة فعالة وإسقاط الكتلة القتالية بسرعة سوف تدفع إلى التبني الاستراتيجي لهذه الأنظمة على نطاق واسع. ثانياً، يؤكد انتشار الطائرات بدون طيار في الحروب على أهمية تطوير تقنيات مضادة للطائرات بدون طيار. وسيكون ضمان تركيز عمليات الاستحواذ على القدرة على تحمل التكاليف المستدامة أمراً ضرورياً للدفاع عن الأصول العسكرية والمدنية الحيوية المعرضة لتهديد الطائرات بدون طيار في

”

ينبغي التعامل مع شراء الطائرات بدون طيار ودمجها في هياكل القوة باعتبارها مسعى تعاونيًا لضمان تلبية المتطلبات المستقبلية بفعالية وكفاءة.

المستقبل. ستكون هناك حاجة إلى تكييف الدفاع الجوي المحلي قصير المدى والحرب الإلكترونية (EW) ، من خلال دمج تقنيات جديدة مثل الليزر والأسلحة المضادة للطائرات بدون طيار. ثالثاً، يعد التعاون الدولي أمراً ضرورياً لإدارة تكلفة الإنتاج على نطاق واسع وتجميع المعرفة والموارد. ينبغي التعامل مع شراء الطائرات بدون طيار ودمجها في

هياكل القوة باعتباره مسعى تعاونيًا لضمان تلبية المتطلبات المستقبلية بفعالية وكفاءة. رابعاً، ليس كل درس مستفاد من مسارح العمليات الأخيرة يمكن تطبيقه في أماكن أخرى، ولا بد من تصميم السياسة الوطنية بما يتناسب مع بيئات التهديد المحددة ومتطلبات المقاتلين. وأخيراً، يتعين على المؤسسات العسكرية أن تضمن موقفاً مسؤولاً من الناحية القانونية والأخلاقية فيما يتصل بتطوير واستخدام أنظمة الأسلحة المستقلة بشكل متزايد.

الدرس الأول: الاستخدام المتطور للطائرات بدون طيار في القوة الجوية

على مدى عقود من الزمن، ركز الاهتمام الأمريكي والأوروبي بالطائرات المسلحة بدون طيار في المقام الأول على النماذج متوسطة الارتفاع وطويلة الأمد (MALE). لقد تم استغلال هذه المنصات الباهظة الثمن ذات التقنية العالية على نطاق واسع في الحرب العالمية على الإرهاب، وخاصة من قبل الجيش الأمريكي في أفغانستان والعراق وأماكن أخرى. وفي الآونة الأخيرة، نشرت أذربيجان طائرات بدون طيار من طراز MALE مثل Bayraktar TB2 في حرب ناغورنو كاراباخ الثانية، كما نشرتها القوات المسلحة الأوكرانية في صراعها مع روسيا (Postma, 2020; Danczuk, 2023). ومع ذلك، تحول الاهتمام العسكري بشكل متزايد نحو الطائرات بدون طيار الأصغر حجماً والأقل تكلفة في الطرف الأدنى من طيف التكنولوجيا (Cook, 2023). هذه الأنظمة الصغيرة، السريعة، التي يصعب اكتشافها، والتي يمكن استخدامها في هجوم أحادي الاتجاه (OWA) أو قابلة لإعادة الاستخدام، والتي يتم إنتاجها والتخلص منها على نطاق واسع، تُستخدم الآن في مجموعة متنوعة ومتنوعة من المهام، بما في ذلك الاستخبارات المحمولة جواً، والمراقبة والاستطلاع (ISR)، والحرب الإلكترونية، والاستهداف (Renic and Christensen, 2024). يقدم الجدول 9.1 نظرة عامة على الصعوبات والقيود في اكتشاف الطائرات بدون طيار الصغيرة التي تحلق على ارتفاعات منخفضة نسبيًا.

			الوصف		الطريقة
النوع	النطاق	الصفات	الدقة	المزايا	القيود
يعتمد على الصوت	25-30 قدم	مجموعة ميكروفون متعددة الاتجاهات	متغير	يكتشف الطائرات بدون طيار وموجات الصوت الطنانة	مدى قصير، تداخل الضوضاء
يعتمد على الفيديو	350 قدم	التقاط الصور من مسافات عالية	معتدل-منخفض	التقاط صور عالية الدقة	فشل الكشف العالي
يعتمد على الحركة	50-150 قدم	كشف الحركة والسرعة	مقبول	يكتشف الطائرات بدون طيار بين الأجسام الطائرة	مدى قصير
يعتمد على الحرارة	350 قدم	كشف الحرارة	ارتفاع منخفض	دقيق في اكتشاف الطائرات بدون طيار ذات الأجنحة الثابتة	غير دقيق في اكتشاف الطائرات الرباعية المروحية الأصغر حجمًا
يعتمد على الرادار	أكثر من 150-1500 قدم	كشف الحرارة والحركة والضوضاء	عالي إلى معتدل	دقة عالية في اكتشاف الطائرات بدون طيار الكبيرة والمتوسطة	غير دقيق في اكتشاف الطائرات بدون طيار الصغيرة والمصغرة
يعتمد على التردد اللاسلكي	200-1400 قدم	كشف إشارة الترددات الراديوية واعتراضها	عالي إلى معتدل	ناجح في اكتشاف الإشارات واعتراضها	عرضة لتداخل الإشارات، وغير قادر على اكتشاف الترددات الأعلى والأدنى

الجدول 9.1: طرق الكشف عن الطائرات بدون طيار (adapted from Yaacoub et al., 2020)

على المستوى التكتيكي للحرب، أدى دمج طائرات بدون طيار ذات منظور الشخص الأول إلى زيادة توافر القوة الجوية على ارتفاعات منخفضة بشكل جذري؛ مما يوفر قدرات لدعم الاستخبارات والمراقبة والمراقبة والاستهداف المخصص سابقًا لطائرات الدعم (Bronk and Watling, 2024). ومن خلال دمجها مع وحدات المدفعية، عملت الطائرات بدون طيار أيضًا على تعزيز سرعة ودقة الضربات في الخطوط الأمامية، مما أدى إلى ضغط سلسلة القتل إلى أقل من 5 دقائق (Cranny-Evans, 2023; Renic and Christensen, 2024). لقد أدت الطائرات بدون

طيار الصغيرة منخفضة التكلفة إلى توسيع نطاق القدرات التشغيلية للمستخدمين العسكريين، مما يوفر وسيلة فعالة من حيث التكلفة لضرب أهداف عالية القيمة ومكلفة بسرعة (Renic and Christensen, 2024). على سبيل المثال، استخدمت الوحدات الأوكرانية ما يسمى بالطائرات بدون طيار الانتحارية لاستهداف السفن في البحر وتدميرها، مما أدى إلى تعطيل خطوط الاتصالات البحرية الحيوية (Eckel, 2024; Williams, 2024). وقد أثبتت النماذج الأكثر تقدماً مثل Bayraktar TB2 فعاليتها العالية في ضرب خطوط العدو أو خلفها لضرب الوحدات الأرضية والمركبات والبنية التحتية الحيوية وعقد الخدمات اللوجستية. وكانت طائرات OWA بدون طيار الأصغر حجماً فعالة أيضاً في تدهور خطوط الإمداد ومراكز الخدمات اللوجستية.

تم نشر الآلاف من الطائرات بدون طيار في أوكرانيا، لاستكشاف ساحة المعركة لجمع المعلومات الاستخباراتية، وتتبع تحركات القوات المعارضة، وتحديد المواقع الجغرافية، مما يساهم في توفير ساحة معركة أكثر "شفافية". ومع تزايد إمكانية اكتشاف مناورات العدو، وتزايد تعرض المنصات ذات القيمة العالية مثل الدبابات المدرعة والقيادة التكتيكية للاستهداف بواسطة الطائرات بدون طيار، ركزت القوات البرية على السرعة والتشتت وتجنب الاكتشاف. وباعتبارها مورداً قيماً للغاية ولكنه قابل للتصرف ويمكن نشره وإنفاقه على نطاق واسع، فإن الطائرات بدون طيار الصغيرة ومنخفضة التكلفة تهيمن بشكل متزايد على التفكير العسكري في أوروبا وأماكن أخرى، بالنسبة للجيش الكبيرة والصغيرة على حد سواء. لقد أصبح هناك إدراك بأن الطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة يمكن أن تمكن من شن حرب عالية الكثافة من خلال جعل الضربات بعيدة المدى ممكنة بتكاليف أقل بكثير. على سبيل المثال، عملت طائرات بدون طيار أوكرانية على مسافة تزيد عن 1000 كيلومتر (620 ميلاً) داخل روسيا وتم إسقاطها فوق موسكو (BBC News, 2024). علاوة على ذلك، فإن التهديد المستمر الذي تشكله أنظمة الطائرات بدون طيار على خطوط المواجهة وخارجها يمكن أن يؤدي إلى تضخيم الضغوط النفسية ضد الخصوم ودعم العمليات المعلوماتية للتأثير على عملية صنع القرار المعادية.

وفي المستقبل، سوف تستفيد حتى الجهات العسكرية الصغيرة من العمق الاستراتيجي المتزايد والمرونة التشغيلية التي يتيحها نشر ترسانات متنوعة من الطائرات بدون طيار. ومع ذلك، فإن تقييم أين وكيف يمكن دمج الطائرات بدون طيار داخل هياكل القوة القائمة لتمكين المكاسب التشغيلية بشكل متماسك ليس بالمهمة السهلة. وسيكون من الضروري تبني مزيج من منصات الطائرات بدون طيار المتقدمة وعالية الجودة لعمليات الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع الاستراتيجية "الرؤية العميقة" و"الضرب العميق" باستخدام طائرات بدون طيار صغيرة ومنخفضة التكلفة يمكن إنتاجها ونشرها بسرعة وعلى نطاق واسع للتأثيرات التكتيكية. وأخيراً، فإن النجاح في حرب الطائرات بدون طيار سوف يعتمد على أكثر من مجرد الوصول إلى الطائرات بدون طيار؛ فإلى جانب الإنتاج والشراء، فإن فعالية إسقاط القوة الجوية باستخدام الطائرات بدون طيار سوف تعتمد على العوامل المؤسسية، بما في ذلك العقيدة، والتكامل، وتدريب المقاتلين. وفي المقابل، تسلط هذه العوامل الضوء على عوامل تمكينية أخرى، مثل دور العقلية التكيفية والابتكار العسكري. يتعين على الجيوش أن تخطط لمستقبل حيث من المتوقع أن يمتلك كل خصم، حتى الجهات الفاعلة غير الحكومية، ترسانة طائرات بدون طيار متعددة الاستخدامات لنشرها على نطاق واسع. ونتيجة لهذا، يتعين على الجيوش أن تفكر ليس فقط في الاستخدام المحتمل للطائرات بدون طيار، بل وأيضاً في كيفية مواجهة تهديدات الطائرات بدون طيار.

الدرس الثاني: ضرورة تعزيز القدرة على مواجهة الطائرات بدون طيار

رغم أن الطائرات بدون طيار تعتبر أسلحة فعالة ومتعددة الاستخدامات، إلا أنها ليست بلا حدود. أولاً، لا تستطيع تكنولوجيا الطائرات بدون طيار تعويض العيوب في تصميم القوة أو الجودة أو التوظيف. ثانياً، لا تعلن الطائرات بدون طيار نهاية الحرب الاستنزافية - وفي بعض الظروف، فإنها في الواقع تعززها. وأخيراً، هناك مجموعة من التدابير المضادة المتاحة، مع وجود تدابير جديدة قيد التطوير لتحديد أو تخفيف التأثير المحتمل لاستخدام الطائرات بدون طيار من قبل الخصوم. ولكن هذه ليست عملية ثابتة أو قصيرة الحلقة؛ فالحاجة المستمرة إلى صيانة وتطوير الدفاعات والتدابير المضادة ضد المخاطر المستمرة المتمثلة في تكتيكات الهجوم المكثف والهجمات المشبعة سوف تواجه تحدياً يتمثل في تكلفة وتعقيد مواجهة الطائرات بدون طيار "الرخيصة". وكما حذرت JAPCC في تقرير حول مواجهة الطائرات بدون طيار: "يجب أن يكون مجال مكافحة الطائرات بدون طيار في طليعة التطورات الحالية ... وإلا فإن حلف شمال الأطلسي سيكون له عيب واضح وحاسم في المهام القادمة" (JAPCC, 2020).

إن الدفاع الجوي يسترشد بالاقتصاد الصارم؛ فالأنظمة اللازمة لتحديد تهديدات الطائرات بدون طيار الواردة غالباً ما تكون أكثر تكلفة بكثير من الهدف. على سبيل المثال، يتم إسقاط طائرات بدون طيار تبلغ تكلفتها بضعة آلاف من الدولارات بواسطة طائرات اعتراضية تبلغ تكلفتها أكثر من مليون دولار. مع إطلاق العشرات من الطائرات بدون طيار الصغيرة بشكل روتيني نحو نفس الهدف في ضربات منسقة، فإذا وصلت 10% فقط من هذه الطائرات إلى هدفها، فإن التأثير على اقتصاد الحرب لدى الخصم يمكن أن يكون هائلاً (BBC News, 2024). تنتج أوكرانيا طائرات بدون طيار على نطاق واسع، حيث يستغرق بناء جسم الطائرة وتركيب الإلكترونيات والمحرك والمتفجرات أقل من بضع ساعات - ويتم استخدام ما يصل إلى 30 في المائة من هذه الأنظمة القابلة للتصرف للغاية لأغراض الخداع فقط (BBC News, 2024; CNN, 2024). على الجانب الروسي، تبلغ تكلفة طائرات "شاهد" بدون طيار الإيرانية نحو 20 ألف دولار أميركي؛ وفي المقابل، قد تصل تكلفة نشر أنظمة الدفاع الجوي المتطورة مثل باتريوت - التي تم تطويرها لمواجهة تهديدات أكثر تقدماً بأعداد أقل - إلى مليار دولار أميركي (Terajima, 2024). بشكل عام، تم تصميم الدفاعات الجوية التي يتم تشغيلها اليوم للكشف عن الطائرات المقاتلة عالية السرعة وتحديد هدفها وتتبع مؤشر الهدف، وبالتالي فهي غير فعالة في الغالب ضد الطائرات بدون طيار الصغيرة والبطيئة (Gressel, 2020). ومع انخفاض حجم الهدف ومع إدخال أسراب الطائرات بدون طيار للتغلب على الدفاعات الجوية للعدو، أصبحت هذه الدفاعات تواجه تحديات متزايدة (Postma, 2021).

باختصار، يمكن أن يؤدي استخدام الطائرات بدون طيار المصنعة بثمان بخص والتي يتم تشغيلها على نطاق واسع إلى التهرب من الدفاعات الجوية واستنزافها (Postma, 2021). لقد أصبح الدفاع النشط ضد الطائرات بدون طيار مشكلة خطيرة، مما دفع الانتباه نحو دمج الدفاع الجوي منخفض المستوى مع قدرات أكثر فعالية واستدامة لمكافحة الطائرات بدون طيار، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، منصات مضادة للطائرات مثل مركبة Gepard الألمانية ومنصات SKYNEX، وأجهزة التشويش مثل أنظمة Skywiper الليتوانية، والأسلحة المثبتة على المركبات مثل Slinger C-UAS (Newsweek, 2023; Forbes, 2023; C4ISRNET, 2023). وهذا يسلط الضوء على الدرس الثاني: إن الدفاعات الجوية التي تعطي الأولوية للقدرة على تحمل التكاليف المستدامة تشكل أهمية حيوية للدفاع بشكل فعال ضد طائرات العدو بدون طيار. يوضح الجدول 9.2 التدابير الرئيسية لمواجهة تهديدات الطائرات بدون طيار والقيود المفروضة عليها.

الإجراءات المضادة	التأثير على الهدف	القيود/التغرات
النيران المباشرة	تدمير	حجم الأهداف عدد الأهداف الرؤية
طائرات الصيد بدون طيار	تدمير	عدد الأهداف الرؤية نقاط الضعف المتأصلة في الطائرات بدون طيار
الصواريخ	تدمير	التكاليف
أسلحة الليزر	تدمير	الظروف الجوية ستائر دخان طلاء الأهداف
أسلحة الموجات الدقيقة	تعطيل	ختم الالكترونيات
التشويش الإلكتروني	تعطيل السيطرة على الأخذ	ختم الالكترونيات
الدفاع عن سرب الطائرات بدون طيار	الدمار الفردي اضطراب السرب	عدم وجود استجابة دقيقة وقت النشر

الجدول 9.2: التدابير المضادة للطائرات بدون طيار، وحدودها.

الدرس الثالث: التعاون الدولي في مجال تكنولوجيا الطائرات بدون طيار

وسوف يكون من الضروري في المستقبل تبني نهج تعاوني لتعظيم المكاسب المحتملة من التوسع في استخدام الطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة وتقليص تكاليف قدرات مكافحة الطائرات بدون طيار. مع معدل استنزاف متوسط يصل إلى 10 آلاف وحدة شهرياً من قبل القوات الأوكرانية، من الأفضل تصور الطائرات بدون طيار، من حيث المشتريات، كنوع من الذخيرة (Watling and Reynolds, 2023). ويؤكد هذا على مستويات الإنتاج الصناعي وتوافر الإمدادات اللازمة لتلبية متطلبات المقاتلين بالطائرات بدون طيار في العمليات المستدامة. مع تزايد المتطلبات العسكرية لشراء طائرات بدون طيار صغيرة ومنخفضة التكلفة بملايين الوحدات سنوياً، تدخلت الشركات في جميع أنحاء العالم لتلبية هذه الاحتياجات العسكرية المتزايدة بسرعة (Zelenskyy, 2023; Euroactive and Reuters, 2024; Martin, 2024; Clark, 2024). ويقوم المصنعون من الولايات المتحدة

وتركيا والمملكة المتحدة وكندا، من بين دول أخرى، بتوريد مجموعة واسعة من تقنيات الطائرات بدون طيار والطائرات المضادة للطائرات بدون طيار، مثل طائرة فينيكس جوست المزودة بالذخيرة المتسكعة، وطائرة بايراكتار تي بي 2، وأنظمة الدفاع الجوي تيرا هوك بالادين (Zelensky, 2023; Renic and Christensen, 2024). كما وسعت روسيا من اتصالاتها الصناعية، باستخدام طائرة بدون طيار انتحارية من طراز "شاهد" إيرانية الصنع، وتقوم الآن بتصنيع طرازها المعزز بأنظمة الحرب الإلكترونية، والمعروف باسم "جيران 2" (جيرانيوم) محليًا، في سيبيريا (Bennet and Ilushyina, 2023; Euroactive and Reuters, 2024).

يعد التعاون الدولي أمراً أساسياً للمستخدمين العسكريين لتلبية متطلبات المقاتلين المتزايدة بسرعة من خلال زيادة القدرة الصناعية. ومن أجل استغلال أقصى إمكانات الطائرات بدون طيار في الحروب المستقبلية، سيكون التعاون الدولي في عمليات الشراء وتطوير التكنولوجيا والتكامل أمراً ضرورياً. وتحتاج الحكومات والجيوش إلى تعزيز آليات التعاون مع الحلفاء والشركاء لتطوير برامج مشتركة لشراء وتطوير وتدريب ودمج تكنولوجيا الطائرات بدون طيار في هياكل القوة. ومن الناحية النسبية، تعتبر تكنولوجيا الطائرات بدون طيار ميسورة التكلفة للغاية، وهي تتزايد باستمرار، على الرغم من أن حرب الطائرات بدون طيار في المستقبل لن تكون رخيصة. إن إنشاء قاعدة صناعية مناسبة، وتدريب وإعادة تدريب المشغلين، وتوفير الاستثمارات الأجنبية، وشراء المنصات على نطاق واسع، هي عناصر أساسية لتطوير القدرات للطائرات بدون طيار منخفضة التكلفة. كل هذا سيتطلب الوقت والموارد.

الدرس الرابع: الحاجة إلى مناهج مخصصة

في حين أن الصراعات المسلحة الأخيرة تقدم دروساً حاسمة حول الحروب المستقبلية، وخاصة في ما يتصل بالدور التحويلي الذي تلعبه قوة الطائرات بدون طيار، فإن الدرس الأخير يتعلق بما لا ينبغي لنا أن نتعلمه. إن الخصائص المحددة للحرب بين روسيا وأوكرانيا، على سبيل المثال، بما في ذلك نطاقها وتكلفتها وخلفيتها الاستراتيجية، لا يمكن تكرارها بشكل مثالي في أماكن أخرى (Renic and Christensen, 2024). بالنسبة لأوكرانيا، يمثل الصراع تهديداً وجودياً ذا مخاطر عالية للغاية، وهو ما كان بمثابة المحرك الرئيسي وراء استجوابها على الطائرات بدون طيار ونشرها بسرعة مذهلة. لقد تعاون الضباط والفنيون والمدنيون العسكريون الأوكرانيون في أساليب مبتكرة وتجريبية لاستخدام وتطوير الطائرات بدون طيار، إلى جانب مجموعة من التقنيات الأخرى. وبمجرد إدراكها لفائدة الطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة لإبراز القوة الجوية بتكلفة منخفضة ومخاطر تشغيلية، دعمت الحكومة الأوكرانية التطور السريع للقدرات الصناعية وأنشأت شبكة تجمع بين "خدمات الأقمار الصناعية التجارية، والاستخبارات مفتوحة المصدر، والطائرات بدون طيار"، وتجمع وترسل من خلال أنظمة مثل (DELTA Devaraux, 2023).

DELTA هو نظام إدارة المعركة الذي يدمج معايير ISTAR التابعة لمنظمة حلف شمال الأطلسي لتوفير الوعي الظرفي عبر المجالات للمستخدمين. وبعد تعزيزها لاحقاً بقدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، واستغلال تحليلات البيانات الضخمة، لعبت DELTA دوراً حيوياً في تحسين استخدام الطائرات بدون طيار وتأثيراتها (CSIS, 2024). على سبيل المثال، دعم المهندسون البريطانيون من شركة Palantir، وهي شركة تقدم برامج تحليل البيانات، نظراءهم

”

ويجب على المؤسسات العسكرية أيضًا أن تظل حذرة في اعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع، وتحديد التطبيقات المحددة حيث يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين الكفاءة التشغيلية مع الحفاظ على السيطرة البشرية الهادفة والحكم على عملية اتخاذ القرارات الحاسمة.

الأوكرانيين في تطوير حلول لرسم أفضل الطرق للطائرات بدون طيار للوصول إلى الأهداف أثناء تجنب الدفاعات الجوية والرادار وأجهزة التشويش الإلكترونية، باستخدام البيانات من استخبارات الإشارات وصور الأقمار الصناعية (BBC News, 2024). وبدعم من الذكاء الاصطناعي، أصبحت بعض الطائرات بدون طيار مبرمجة بأكثر من ألف نقطة مسار للهروب من التدابير المضادة (CNN, 2024). وكما ذكر اللواء المتقاعد روبن فونتيس من القيادة السيرانية الأمريكية، فإن

البيانات والتحليلات التشغيلية من المسارح العملية الأخيرة تغذي مختبرات الذكاء الاصطناعي، مما يسمح للشركات ”بضبط وتكييف وتحسين أنظمة الذكاء الاصطناعي الخاصة بها أثناء التنقل“. إن الدروس المستفادة والمعرفة التطبيقية من العمليات الأخيرة تدفع إلى تحقيق تحسينات تدريجية في الذكاء الاصطناعي العسكري، مما يسهل التحرك نحو ”ساحة المعركة الشبكية“ في المستقبل (National Defense Magazine, 2023).

مع اعتمادها المتزايد على الطائرات بدون طيار، شكلت أوكرانيا فرعًا منفصلًا لتسريع الابتكار في تطوير الأنظمة غير المأهولة بالسكان البرية والبحرية والجوية (Bieliesko, 2024). وبفضل هذا الانفتاح على التجارب والتبني السريع للأنظمة والتقنيات الجديدة، أصبح الجيش الأوكراني، مثل غيره من المؤسسات العسكرية، أكثر انفتاحًا على استخدام أنظمة أسلحة أكثر استقلالية. ومع ذلك، فإن التحرك نحو مزيد من الحكم الذاتي لا يخلو من مقايضات استراتيجية وأخلاقية وقانونية، وخاصة في ما يتصل بتقليص السيطرة البشرية ذات المغزى في ممارسة القوة المميتة (Renic and Christensen, 2024). يتعين على الحكومات أن تقوم بتقييم استراتيجي للفوائد والمخاطر المترتبة على تخفيف الأطر التنظيمية المتعلقة بتكنولوجيا الطائرات بدون طيار.

ورغم وجود حوافز عسكرية واضحة لهذه التقنيات، فإن الاعتبارات الأخلاقية والقانونية تحتاج إلى معالجة عاجلة. ويجب على المؤسسات العسكرية أيضًا أن تظل حذرة في اعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع، وتحديد التطبيقات المحددة حيث يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين الكفاءة التشغيلية مع الحفاظ على السيطرة البشرية الهادفة والحكم على عملية اتخاذ القرارات الحاسمة. إن توسيع نطاق استخدام الطائرات بدون طيار لحل التحديات العملية وتعظيم الفعالية العسكرية قد يساعد الجيوش على اغتنام الميزة، ولكن يتعين عليها أن تظل مدركة للحدود العملية لهذه الأدوات واستخداماتها الأخلاقية. وعلى الرغم من أن الدول لا تستطيع التأثير بشكل حاسم على التنظيم الدولي كجهات فاعلة فردية، فإن الاعتراف المشترك بالحاجة إلى تجنب سباق التسلح العالمي المستقل من شأنه أن يساعد بشكل حاسم في تعزيز النهج الأخلاقية والقانونية للتنمية.

الخاتمة

وقد أبرزت الصراعات الأخيرة التأثير التحويلي للطائرات الصغيرة بدون طيار وتقدم رؤى حاسمة للجيوش الأخرى لبناء القدرة على نشر القوة الجوية بأسعار أقل في أماكن شديدة التقييد والصراع. ومن خلال تعلم أربعة دروس رئيسية، يمكن للجيوش أن تضع نفسها في وضع يسمح لها بالاستعداد بشكل فعال للحرب باستخدام الطائرات بدون طيار. أولاً،

يمكن تمكين الجهات العسكرية على المستويين العملياتي والتكتيكي من تحقيق قدر أفضل من الوضوح والدقة والوصول في ساحات المعارك المتنازع عليها من خلال طائرات بدون طيار صغيرة الحجم وبأسعار معقولة للغاية. ثانياً، سوف يتطلب التصدي بفعالية لتهديدات الطائرات بدون طيار اتباع نهج جديدة للدفاع الجوي من المستوى الأدنى، وهو ما يجب تعزيزه بحلول أحدث وأكثر فعالية من حيث التكلفة. ثالثاً، سيكون للتعاون الدولي دور حاسم في تجميع الموارد والخبرات لضمان القدرة الإنتاجية على نطاق صناعي قادرة على المنافسة من حيث التكلفة، وهي ضرورية لدعم متطلبات الطائرات بدون طيار في المستقبل. وأخيراً، يتعين على المؤسسات العسكرية أن تبني نهجاً مخصصاً لاعتماد الطائرات بدون طيار منخفضة التكلفة على نطاق واسع لتعكس بيئة التهديد الفريدة الخاصة بها ومتطلبات المقاتلين، وضمان الحفاظ على المعايير الأخلاقية والقانونية لتوجيه الاستخدام الموسع للطائرات بدون طيار والذكاء الاصطناعي.

المراجع

- BBC News. (2023), Ukraine drone war: Russia's unmanned aerial vehicles [Online] BBC News. Available from: <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-68901820>
- BBC News. (2024), Ukraine's long-range strikes bring war home to Russia [Online]. Available from: <https://www.bbc.com/news/articles/c6240qepyp>
- Bennet, D. and Ilushyhina, M. (2023), Inside the Russian effort to build 6,000 attack drones with Iran's help [Online] The Washington Post. Available from: <https://www.washingtonpost.com/investigations/2023/08/17/russia-iran-drone-shahed-alabuga/>
- Bieliesko, M. (2024), Outgunned Ukraine Bets on Drones as Russian Invasion Enters Third Year [Online] Atlantic Council blog. Available from: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/outgunned-ukraine-bets-on-drones-as-russian-invasion-enters-third-year/>
- Bondar, K. (2024) Understanding the Military AI Ecosystem of Ukraine. Center for Strategic and International Studies. Available from: <https://www.csis.org/analysis/understanding-military-ai-ecosystem-ukraine>
- Bronk, J. (2023) De-centralized command and control in air operations: Implications for air battle management and mission command. The Air Power Journal. Available from: <https://theairpowerjournal.com/decentralized-c2-air-operations-battle-management-mission-command/>
- Bronk, J. and Watling, J. (2024) Mass Precision Strike Designing UAV Complexes for Land Forces. RUSI. Available from: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/occasional-papers/mass-precision-strike-designing-uav-complexes-land-forces>
- C4ISRNET. (2023), Here's the counter-drone platforms now deployed in Ukraine [Online] C4ISRNET. Available from: <https://www.c4isrnet.com/opinion/2023/11/21/heres-the-counter-drone-platforms-now-deployed-in-ukraine/>
- Chavéz, K. and Swed, O. (2023) Emulating underdogs: Tactical drones in the Russia-Ukraine war. Contemporary Security Policy, 44(4), pp. 592–605
- Chavéz, K. and Swed, O. (2024), Small drones for big militaries: The way ahead [Online] War Room. Available from: <https://warroom.armywarcollege.edu/articles/small-drones/>
- Clark, C. (2024), NATO 'drone coalition' for Ukraine announces new common fund, formalizes plans [Online] Breaking Defense. Available at: <https://breakingdefense.com/2024/07/nato-drone-coalition-for-ukraine-announces-new-common-fund-formalizes-plans/>
- CNN. (2024), Exclusive: Inside a secretive Ukraine drone unit targeting Russian territory [Online]. Available from: <https://edition.cnn.com/2024/10/16/europe/elite-ukrainian-drone-unit-russia-intl-cmd/index.html>
- Cook, E. (2023), Why Ukraine's Once-Fearful Bayraktar Drones Are Becoming Obsolete [Online] Newsweek. Available from: <https://www.newsweek.com/ukraine-bayraktar-tb2-russia-1839972>

- Cranny-Evans, S. (2023) Russia's Artillery War in Ukraine: Challenges and Innovations. RUSI. Available from: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russias-artillery-war-ukraine-challenges-and-innovations>
- Crebo-Rediker, H. (2024), Coming to Ukraine's defense: Leveraging the European Investment Bank for Ukrainian drone manufacturers [Online] Council on Foreign Relations. Available from: <https://www.cfr.org/article/coming-ukraines-defense-leveraging-european-investment-bank-ukrainian-drone-manufacturers>
- Danczuk, J. (2023) Bayraktars and Grenade-Dropping Quadcopters: How Ukraine and Nagorno-Karabakh Highlight Present Air and Missile Defense Shortcomings and the Necessity of Unmanned Aircraft Systems. Military Review.
- Denisova, K. (2024), German drone manufacturer opens factory in Ukraine [Online] The Kyiv Independent. Available from: <https://kyivindependent.com/german-drone-manufacturer-opened-factory-in-ukraine/>
- Denisova, K. (2024), German drone manufacturer opens factory in Ukraine [Online] The Kyiv Independent. Available from: <https://kyivindependent.com/german-drone-manufacturer-opened-factory-in-ukraine/>
- Deptula, D. and Dr. Bowie, C. J. (2024) The Significance of Air Superiority: The Ukraine-Russia War. Mitchell Institute for Aerospace Power Studies. Available from: https://mitchellaerospacepower.org/wp-content/uploads/2024/07/Ukraine_Control_of_the_Air_Policy_Paper_50.pdf
- Deptula, D.A. and Bowie, C.J. (2024) The Significance of Air Superiority: The Ukraine-Russia War. Mitchell Institute. Available from: <https://mitchellaerospacepower.org/the-significance-of-air-superiority-the-ukraine-russia-war/>
- Devaraux, B. (2022), Loitering Munitions in Ukraine and Beyond [Online] War on the Rocks. Available from: <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and-beyond/>
- Devaraux, B. (2023), Open-source technology and public-private innovation are the key to Ukraine's strategic resilience [Online] War on the Rocks. Available from: <https://warontherocks.com/2023/08/open-source-technology-and-public-private-innovation-are-the-key-to-ukraines-strategic-resilience/>
- Eckel, M. (2024), Ukraine Has No Navy. But It's Hammering Russia in the Black Sea [Online] RadioFreeEurope, RadioLiberty. Available from: <https://www.rferl.org/a/ukraine-navy-black-sea-russia/32826343.html>
- Euroactive and Reuters (2024), Putin says Russia is ramping up drone production tenfold [Online] Euroactive. Available from: <https://www.euractiv.com/section/defence-and-security/news/putin-says-russia-is-ramping-up-drone-production-tenfold/>
- Finlan, A. (2021) The shape of warfare to come: a Swedish perspective 2020–2045. Defense and Security Analysis, 37(4), pp. 472-491
- Forbes. (2023), Ukraine's nearly 50-year-old Gepards are still the best air defense guns in the world [Online] Forbes. Available from: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2023/09/08/ukraines-nearly-50-year-old-gepards-are-still-the-best-air-defense-guns-in-the-world/>
- Gressel, G. (2020) Military lessons from Nagorno-Karabakh: Reason for Europe to worry [Online] European Council on Foreign Relations. Available from: <https://ecfr.eu/article/military-lessons-from-nagorno-karabakh-reason-for-europe-to-worry/>
- Guitton, J. (2021). Fighting the Locusts: Implementing Military Countermeasures Against Drones and Drone Swarms. Scandinavian Journal of Military Studies, 4(1), pp. 26–36. Available from: <https://doi.org/10.31374/sjms.53>
- Khomenko, I. (2024), Ukraine introduces innovative strategy against Russian attack drones. Here's what we know [Online] United24 Media. Available from: <https://united24media.com/latest-news/ukraine-introduces-innovative-strategy-against-russian-attack-drones-heres-what-we-know-2965>
- Kramar, V., Hinkula, H., Erkkilä, J. and Kolli, T. (2021). Overview of the Nordic challenges for unmanned aircraft systems. 30th Conference of Open Innovations Association FRUCT, pp. 86–98
- Kunertova, D. (2023a) The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game. Bulletin of the Atomic Scientists, 79(2), pp. 95-102

- Kunertova, D. (2023b) Drones have boots: Learning from Russia's war in Ukraine. *Contemporary Security Policy*, 44(4), pp. 576-591
- Layton, P. (2023) Future options for artificial intelligence and machine learning-assisted decision-making in air warfare. *The Air Power Journal*. Available from: <https://theairpowerjournal.com/artificial-intelligence-machine-learning-decision-making-air-warfare/>
- Martin, T. (2024), European coalition bids to deliver 1 million drones to Ukraine [Online] *Breaking Defense*. Available from: <https://breakingdefense.com/2024/02/european-coalition-bids-to-deliver-1-million-drones-to-ukraine/>
- Miller, C., Hall, B., Schwartz, F. and McCormick, M. (2024), US urged Ukraine to halt strikes on Russian oil refineries [Online] *Financial Times*. Available from: <https://www.ft.com/content/98f15b60-bc4d-4d3c-9e57-cbdde122ac0c>.
- Murray, R. (2023) Innovation and military strategy: Shifting to decentralized and dispersed approaches. *The Air Power Journal*. Available from: <https://theairpowerjournal.com/innovation-and-military-strategy-shifting-to-decentralized-and-dispersed-approaches/>
- National Defense Magazine. (2023), Ukraine: A living lab for AI warfare [Online] *National Defense Magazine*. Available from: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2023/3/24/ukraine-a-living-lab-for-ai-warfare>
- NATO Joint Air Power Competence Center. (2020) A comprehensive approach to countering unmanned aircraft systems. *Joint Air Power Competence Centre*. Available from: <https://www.japcc.org/c-uas-defensive-counter-air-operations/>
- Newsweek. (2023), Ukraine's air defenses – Skynex [Online] *Newsweek*. Available from: <https://www.newsweek.com/ukraine-air-defenses-skydex-1935141>
- Postma, J. (2020) Drones over Nagorno-Karabakh: A glimpse at the future of war? *Atlantisch Perspectief*, 45(2), pp. 15-20.
- Postma, J. (2021) Drones over Nagorno-Karabakh: A glimpse at the future of war? *Atlantisch Perspectief*, 45(2), pp. 15-20. Available from: <https://www.jstor.org/stable/48638213>
- Renic, N. and Christensen, J. (2024) Drones, the Russo-Ukraine War and the future of armed conflict. *Center for Military Studies*. Available from: <https://cms.polsci.ku.dk/english/publications/drones-the-russo-ukrainian-war-and-the-future-of-armed-conflict/>
- RFE/RL's Russian Service. (2024), Ukrainian Drones Struck Russian Oil Facility, Igniting Major Fire, Source Tells RFE/RL', *RadioFree Europe Radio Liberty*. Available at: <https://www.rferl.org/a/russia-fire-oil-depot-azov-drone-attack/32997491.html>
- Rogers, J. (2023) Arctic drones – A new security dilemma. *The Geographical Journal*, 189, pp. 422-437.
- Stoll, H., Hoehn, J. and Courtney, W. (2024) Air defense shapes warfighting in Ukraine. *RAND*. Available from: <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/02/air-defense-shapes-warfighting-in-ukraine.html>
- Terajima A. (2024), Ukraine introduces innovative strategy against Russian attack drones. Here's what we know [Online] *Kyiv Independent*. Available from: <https://kyivindependent.com/explainer-irans-cheap-effective-shahed-drones-and-how-russia-uses-them-in-ukraine/>
- Watling, J. and Reynolds, N. (2023) Meatgrinder: Russian tactics in the second year of its invasion of Ukraine. *RUSI*. Available from: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/meatgrinder-russian-tactics-second-year-its-invasion-ukraine>
- Williams, B. G. (2024), How the Ukrainians – With No Navy – Defeated Russia's Black Sea Fleet [Online]. Available from: <https://www.military.com/daily-news/2024/07/19/how-ukrainians-no-navy-defeated-russias-black-sea-fleet.html>
- Yaacoub, J., Noura, H., Salman, O. and Chehab, A. (2020). Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations. *Internet of Things*. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100218>
- Zelenskyy, V. (2023), Ukraine can and will create the best weapons – President's speech at the Second International Defense Industries Forum [Online] *President of Ukraine*. Available from: <https://www.president.gov.ua/en/news/ukrayina-mozhe-j-bude-stvoryuvati-najkrashi-zrazki-zbroji-vi-93613>