

إعادة التفكير في القوة القتالية التفوق الجوي في عصر التهديدات الشاملة

صباحت خان (Sabahat Khan)

مدير، مجلة القوة الجوية،
الإمارات العربية المتحدة

ملخص

في عصر التهديدات الشاملة، يواجه التفوق الجوي تحديات غير مسبوقة. إن التقدم السريع في أنظمة الأمتة والأسلحة يؤدي إلى تحويل ساحة المعركة، مما يجعل الأساليب التقليدية للتفوق الجوي عفا عليها الزمن. يجب على القوات الجوية إعادة التفكير في القوة القتالية للحفاظ على الفعالية في البيئات شديدة التنافس وتكون قادرة على الوصول إلى المتجهات لتحقيق التفوق الجوي في جداول زمنية مضغوطة. يجب على القوات الجوية أن تجد طرقًا جديدة لتمكين الحركة والمناورة للقتال بشكل فعال داخل مناطق استخدام الأسلحة المعادية. باستخدام نموذج تشغيلي موزع يستفيد من "شبكات القتل" ذات البصمة المنخفضة، يمكن للقوات الجوية إنشاء هيكل قوة أكثر مرونة ومرونة لتعزيز قدرة القوة على البقاء والفعالية العملية. تسلط هذه الورقة الضوء على الدور الحاسم للقدرات غير الحركية، وخاصة الحرب الإلكترونية، والدور الحاسم للذكاء الاصطناعي في تمكين التكامل متعدد المجالات والسماح باتخاذ قرارات أكثر تفوقًا والقدرة على المناورة "للتغلب على" الخصوم. لكن هذه إعادة التصويت الاستراتيجية قد تفرض آثاراً أوسع نطاقاً مما هو متوقع حالياً.

مقدمة

وبفضل تقنيات الاستشعار بعيدة المدى، وإطلاق النيران عبر المجالات الأكثر فتكاً، وقدرات الهجوم الإلكتروني (EA)، والتي سوف تستمر جميعها في رؤية تقدم سريع وتصبح أكثر سهولة في الوصول إليها، يمكن للخصوم “الاستشعار العميق” و”الضرب العميق” بشكل أفضل من أي وقت مضى. إن المستويات المتزايدة من الأتمتة تعمل على تقليص سلسلة القتل (القدرة على العثور على الأهداف وإصلاحها وتتبعها واستهدافها والاشتباك معها وتقييمها)، مما يسمح بتقديم تأثيرات القتال بشكل أسرع ولكن أيضاً تحسين توقيت ودقة أنظمة الأسلحة. وفي الوقت نفسه، فإن الاستخدام المتزايد للأنظمة غير المأهولة يجعل من الممكن إيجاد طرق جديدة لتنفيذ مهام هجومية عالية المخاطر وإرسال قوات قتالية كثيفة إلى المسارح المتنازع عليها. ومع إدخال أنظمة أسلحة جديدة مثل الصواريخ الأسرع من الصوت، وأسلحة الطاقة الموجهة (DEWs)، والأسراب المستقلة، والتي يحمل كل منها آثاراً تغير قواعد اللعبة، يتم توسيع مناطق استخدام الأسلحة، ويتم ضغط أوقات الاشتباك مع الهدف في نفس الوقت. تتميز البيئة العملياتية المستقبلية بكثافة عالية من التهديدات المعقدة والحميدة والمنتشرة، مما من شأنه أن يهدد قدرة القوات الجوية على البقاء والفعالية العملياتية بضراوة هائلة. وسوف يتم تقييد ناقلات الوصول للحصول على السيطرة على الهواء أو حمايتها بشكل كبير، وسوف يتم تحدي حرية المناورة بشكل أساسي.

قد تدخل القوات الجوية حقبة غير مسبوقة من “إسقاط ما بعد القوة” - ما لم تتمكن من إيجاد استجابات فعالة و “تسريع التغيير” (Thomas, 2010; Brown, 2020). وفي الاستجابة لتحديات التفوق الجوي المستقبلية، من الضروري اتباع نهج جديد يركز على المرونة والقدرة على التكيف (U.S. Department of Defense, 2022; U.S. Air Force, 2022). إننا في حاجة إلى حلول مبتكرة لتمكين القوات الجوية من المناورة والقتال بشكل فعال داخل مناطق استخدام الأسلحة المعادية، بما في ذلك من خلال تمديد سلاسل القتل المعادية الآلية بشكل متزايد. وسيكون من الضروري التطور من نهج “القنابل على الهدف” إلى بناء القدرة على توليد حلول سريعة عبر المجالات تدمج التأثيرات الحركية مع مجموعة أوسع من التأثيرات غير الحركية (Kelly, 2023; McDermott, 2017). ستعزز الحروب المستقبلية الأهمية الحاسمة للسيطرة على البيئة الكهرومغناطيسية (EME)، ولكن اندماج الحرب الإلكترونية (EW) والحرب السيبرانية، وزيادة مستويات الأتمتة من أجل التغلب على الخصوم من خلال اتخاذ القرارات بشكل أسرع وأفضل، سيكون بنفس القدر من الأهمية. والأمر الحاسم هنا هو أن إعادة التوازن في القوة القتالية يجب أن يقترن بالعمليات الموزعة والقدرة على توليد المهام، مما يخلق وضعية مواجهة جديدة يمكن أن تسمح للقوات الجوية بالقتال من مواقع ميزة من خلال تسهيل التنقل بشكل أسرع لاستغلال متجهات الوصول المؤقتة (U.S. Air Force, 2022). ولكن مثل هذه الاستراتيجية المعادية للتصويت تسلط الضوء على آفاق جديدة في المنافسة المستقبلية وقد تفرض آثاراً أوسع وأكثر أهمية مما يتوقعه قادة القوة الجوية.

مشهد التهديد

تسمح الأنظمة الجوية متوسطة الارتفاع وطويلة الأمد (MALE)، والذخائر المتسكعة، والطائرات بدون طيار الصغيرة منخفضة التكلفة بإسقاط تأثيرات النيران والقتال بشكل أكثر مرونة باستخدام مزيج متزايد بسرعة من منصات الهجوم

والدفاع عن بعد. لقد أحدثت الأنظمة غير المأهولة تأثيراً تحويلياً على سلاسل القتل في السنوات الأخيرة، مما يسمح بإسقاط القوة القتالية بطرق جديدة ودفع انخفاض كمي في درجة الاتصال المادي بين القوات المتعارضة. مع وجود مئات الأنصاف التي تم نشرها بالفعل أو قيد التطوير، مع سرعة مميزة، ونصف قطر قتالي، وخصائص مقطع راداري، زادت الأنظمة غير المأهولة من المرونة التشغيلية للمستخدمين العسكريين في جميع فروع الخدمة. بفضل القدرة على توصيل ذخائر وحمولات مختلفة، تتيح الأنظمة غير المأهولة ربط الأسلحة الجديدة بالهدف من نطاق أوسع من المواقع (كما في ذلك من قرب أكبر للأهداف)، والأهم من ذلك، وبأعداد أكبر. إن التقدم السريع في مجال الذكاء الاصطناعي الذي يدفع إلى تطوير الأنظمة المستقلة لن يؤدي إلا إلى زيادة فائدة وتأثير الأنظمة غير المأهولة في الحرب، مما يدفع إلى تطوير طائرات القتال التعاونية (CCA) لإنشاء مزيج من القوة أكثر قدرة على تحمل الاستنزاف / المرونة (Penney, 2024; Gunzinger et al., 2024). ومن خلال جعل إسقاط القوة الجوية أكثر سهولة وبأسعار أقل، فإن نطاق وتنوع وقوة التهديدات المستقبلية للطائرات بدون طيار سوف تستمر في الزيادة (Gunzinger et al., 2020; Hagardt, 2024; Postma, 2021).

ستطلق الأسراب المستقلة العنان لإمكانيات جديدة لقمع الدفاع الجوي للعدو (SEAD) وتدمير الدفاع الجوي للعدو (DEAD) ومهام الضربات الدقيقة "العميقة" (Shaikh, 2023). وفي الوقت نفسه، تفرض أنظمة الأسلحة الجديدة مثل الصواريخ الباليستية التي تطلق من الجو (ALBMs)، والمركبات الانزلاقية الأسرع من الصوت (HGVs)، وأسلحة الطاقة الموجهة تحديات هائلة خاصة بها. على سبيل المثال، بفضل خصائص القدرة على المناورة التي تتمتع بها الصواريخ الموجهة والسرعات القصوى (أسرع من الصواريخ الباليستية التقليدية)، تعمل مركبات الـ HGVs على ضغط أوقات الاشتباك ضد الأهداف بعيدة المدى من ساعات إلى دقائق (Shaikh, 2021; Karako and Dahlgren, 2022). بسبب صغر حجمها ومسارات طيرانها المنخفضة بما يكفي لإخفاء اكتشاف الرادار الأرضي، تشكل مركبات الـ HGVs اختباراً صعباً لأنظمة الإنذار المبكر بالتهديدات (TEW)، حتى تلك المعززة باستشعار متقدم في طبقة الفضاء (Shaikh, 2021). إن أنظمة الأسلحة الأسرع من الصوت الناشئة، والتي تتسم بمقدة التصدي، قادرة على التهرب بفعالية من الدفاعات الصاروخية متعددة المستويات الحالية وتمثل تهديداً مميّناً ضد الأهداف البعيدة والمحمية بشدة (Karako and Dahlgren, 2022). وتهدد الصواريخ الباليستية المستقلة ومركبات الـ HGVs بتدمير أو تدهور البنية التحتية الاستراتيجية والأصول ذات القيمة العالية، مثل القواعد الجوية ومراكز القيادة ومدركات الطائرات وما إلى ذلك، في غضون دقائق - وهي الطريقة الأكثر كفاءة لاستنزاف قوة معارضة (Gunzinger et al., 2020; Kaushal et al. 2021). وعلى نحو مماثل، تبشر وأسلحة الطاقة الموجهة بإحداث تأثير ثوري، مع إمكانية الاشتباك الدقيق مع الطائرات والصواريخ بسرعات قصوى (Obering, 2020).



وقد تطورت الحرب الإلكترونية من آلية دفاعية في المقام الأول إلى وظيفة دعم قتالية أساسية إلى أن أصبحت الآن مكوناً ضرورياً للحرب التي تركز على الشبكة، وذلك بعد أن ارتبطت بشكل متزايد بالحرب السيبرانية لتحقيق التفوق المعلوماتي.

وقد تطورت الحرب الإلكترونية من آلية دفاعية في المقام الأول إلى وظيفة دعم قتالية أساسية إلى أن أصبحت الآن مكوناً ضرورياً للحرب التي تركز على الشبكة، وذلك بعد أن ارتبطت بشكل متزايد بالحرب السيبرانية لتحقيق التفوق المعلوماتي. من خلال استخدام وسائل غير حركية لتغيير جودة المعلومات أو تغيير الظروف في البيئة الكهرومغناطيسية (EME)، تعد

الحرب الإلكترونية سلاحًا هائلًا لتعطيل القيادة والسيطرة والاتصالات وأجهزة الكمبيوتر والاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (C4ISR) واستخدام أنظمة الأسلحة (Bronk, 2024; McDermott, 2022a; McDermott, 2017; Kaushal et al., 2021). من خلال خلق التداخل في أنظمة توزيع المواقع والأهداف، وأنظمة التحكم في إطلاق النار، وأجهزة الكمبيوتر، والشبكات، يمكن للحرب الإلكترونية منع الخصوم من نشر الأصول، وتوجيه الأسلحة، والحفاظ على الفعالية التشغيلية. مع إضافة العمق والمصدقية إلى نظام منع الوصول/منع المنطقة (A2/AD) الذي يحرم الخصوم من حرية العمل في الجو، أصبح نشر المزيد من تأثيرات الحرب الإلكترونية للتلاعب بالنظام الإلكتروني سمة مميزة للحرب الجوية عالية الكثافة (McDermott, 2021; Deptula 2021). إن تطوير أنظمة الحرب الإلكترونية الأسرع ذات النطاقات المتزايدة والقدرة على الحركة والأتمتة لن يؤدي إلا إلى زيادة أهمية وتأثير الحرب الإلكترونية في الحروب المستقبلية حيث ستكون تدفقات البيانات والمعلومات أكثر أهمية للنجاح من الأسلحة الحركية نفسها (Kelly, 2023).

إن المجموعة المتنوعة من التهديدات الجوية والصاروخية القديمة والناشئة، بدءاً من الصواريخ الباليستية التكتيكية من حقبة الحرب الباردة إلى الصواريخ بعيدة المدى الموجهة بدقة والتي تتحرك بسرعة، والأنظمة غير المأهولة، والذخائر المتسكعة، والدفاعات الجوية متعددة المستويات المجهزة بصواريخ أرض-جو قوية وأنظمة الحرب الإلكترونية المتقدمة، تشكل مجموعة من التهديدات المعقدة للغاية للقوات الجوية. ومع ذلك، فإن أنظمة الأسلحة الفردية وحدها لا تؤدي إلى إحداث ثورة في الحرب؛ بل إن التزامن والتكامل المتزايد بين الأجيال الجديدة والمختلفة من الأسلحة ومستويات التكنولوجيا هو ما يجعل ساحة المعركة مميّنة للغاية (Guzinger et al. 2020). إن الوصول المتزايد إلى الفضاء وأجهزة الاستشعار المستمرة لن يؤدي إلا إلى دعم التكامل الأعمق للنيران عبر المجالات مع زيادة النطاقات والدقة. مع الاستفادة من سلاسل القتل بمستويات متزايدة من الأتمتة، تزداد وتيرة العمليات بشكل كبير (Allen, 2017). سوف تعمل الذكاء الاصطناعي على زيادة مستويات الأتمتة بشكل أكبر، مما يسمح للمعارضين بمعالجة واستغلال كميات أكبر بكثير من المعلومات من مجموعة أكبر من المصادر بسرعة. ستعمل هذه المكاسب من الذكاء الاصطناعي على تحسين الدورات التشغيلية المعادية من خلال زيادة القدرة والسرعة التي يمكن بها استغلال المعلومات الاستخباراتية، وتحسين حماية القوة، وتمكين القيادة والسيطرة الأكثر ديناميكية للأصول لتقليص سلسلة القتل.

إعادة التفكير في القوة القتالية

في مواجهة أجهزة الاستشعار المنتشرة على نطاق واسع والنيران سريعة الحركة بعيدة المدى، فإن الأساليب الحالية للتفوق الجوي تتطلب إعادة النظر (Gunzinger et al., 2024). يُعرّف التفوق الجوي بأنه "درجة السيطرة على الجو حيث تكون القوة المعارضة غير قادرة على التدخل الفعال داخل المنطقة العملياتية باستخدام التهديدات الجوية والصاروخية"، وهو أمر مؤقت - في الوقت والموقع والتغطية - ويمكن النظر إليه من حيث "نوافذ الهيمنة" (Deptula and Bowie, 2024). ستظل التفوق الجوي ضروريًا لاكتساب السيطرة الجوية أو حمايتها من خلال تحييد التهديدات الجوية والدفاعات الجوية لتوفير حرية المناورة للقوات الصديقة لتنفيذ العمليات اللاحقة، وضمان إما حالة الحرية من الهجوم (باستخدام



إن الاستفادة من الأنظمة غير المأهولة التي يمكنها العمل عن بعد من أجل الاستخبارات والمراقبة والمراقبة، وتأثيرات الحرب الإلكترونية، والضربات الدقيقة سيكون عنصراً مهماً، ولكن الأهم من ذلك، هناك حاجة إلى أتمتة العمليات بمساعدة الذكاء الاصطناعي وأنظمة دعم القرار لتمكين التكامل متعدد المجالات والسماح بالإيقاع التشغيلي والمناورة اللازمين لإطلاق العنان للتأثيرات عبر المجالات في الجداول الزمنية ذات الصلة.

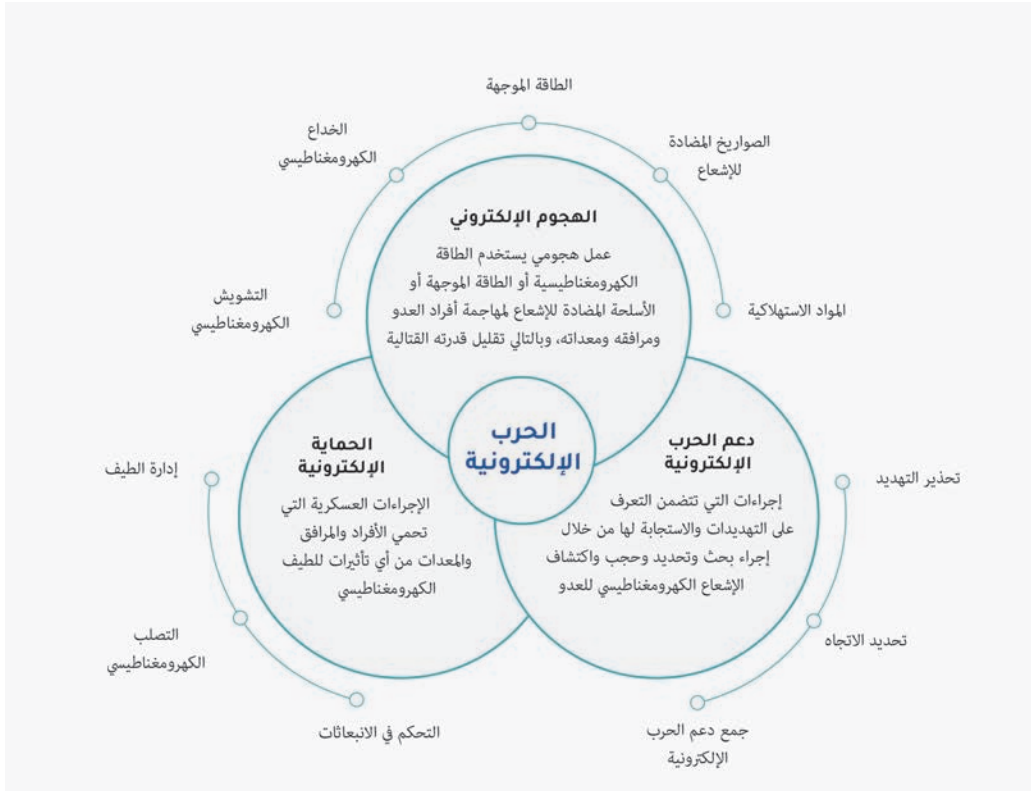
الهجوم الجوي المضاد الدفاعي (DCA) أو حرية الهجوم (باستخدام الهجوم الجوي المضاد الهجومي -OCA) (Deptula and Bowie, 2024). ومن المنطقي أن تختلف شروط تحقيق التفوق الجوي استناداً إلى القدرات العدائية المحددة والسيناريوهات العملية، ولكن الاستجابة للتحويلات في بيئة التهديد تتطلب أن تنتقل القوات الجوية من نهج "القتال على الهدف" إلى توليد متجهات وصول جديدة للعمل في المجالات المتنازع عليها. من المؤكد أن العمليات متعددة المجالات ستكون ضرورية لتمكين الأطر التي تدمج استخدام الفضاء والقدرات السيبرانية، والإدارة الإلكترونية، لدعم القوات الجوية في تحقيق التفوق الجوي في الأوقات والأماكن التي تختارها (Deptula, 2021; Ryan, 2022; Kaushal et. al, 2023).

إن توسيع القدرات الفضائية العسكرية لدعم الإنذار الصاروخي وتتبعه والسيطرة على النيران وتمكين جيوب الاتصال التكتيكي في أوقات وأماكن محددة سيكون أمراً ضرورياً لضمان الحرية من الهجوم والحرية للهجوم في المستقبل. وبعد ذلك، ستحتاج القوات الجوية إلى القيادة والسيطرة وإدارة المعارك، وهو ما يمكن القادة من دمج القدرات المتنوعة في جداول زمنية سريعة للاستفادة من النوافذ القصيرة من الفرص لتحقيق التفوق الجوي (Gunzinger et al., 2020; Brown Jr, 2020). إن الاستفادة من الأنظمة غير المأهولة التي يمكنها العمل عن بعد من أجل الاستخبارات والمراقبة والمراقبة، وتأثيرات الحرب الإلكترونية، والضربات الدقيقة سيكون عنصراً مهماً، ولكن الأهم من ذلك، هناك حاجة إلى أتمتة العمليات بمساعدة الذكاء الاصطناعي وأنظمة دعم القرار لتمكين التكامل متعدد المجالات والسماح بالإيقاع التشغيلي والمناورة اللازمين لإطلاق العنان للتأثيرات عبر المجالات في الجداول الزمنية ذات الصلة. أخيراً، يجب على القوات الجوية أن تتبنى وضعية المواجهة التي تسهل الحركة لاستغلال متجهات الوصول بسرعة والقتال من مواقع الميزة (Blaser, 2024; Cochran et al., 2022). وسوف تحتاج القوات الجوية إلى إعادة تنظيم نفسها عبر "شبكة قتل" جديدة، والاستفادة من فوائد القدرة على توليد المهام ذات البصمة المنخفضة والتي يتم توزيعها عبر مواقع أصغر وأكثر مرونة وصرامة (Blaser, 2024; Cochran et al., 2022).

إعطاء الأولوية للقدرات غير الحركية

تقليدياً، وفرت النيران بعيدة المدى الوسائل لمواجهة الدفاعات الجوية، مثل الرادار، والصواريخ أرض-جو، وأنظمة الحرب الإلكترونية والقيادة والسيطرة، وغيرها من الأهداف الاستراتيجية لتقويض قدرات الخصم على توليد أو الحفاظ

على القوة القتالية. ومع ذلك، فإن "المناوراة العميقة" سوف تصبح أقل إمكانية في ساحة المعركة المستقبلية؛ وبدلاً من ذلك، سوف تتطلب المهام الهجومية فقااعات حماية محكمة حيث تستخدم القوات الجوية المناورة والحركة للتغلب على الخصوم والقتال من مواقع الميزة (Vershinin, 2024; Deptula and Bowie, 2024). وسيكون التشويش عن بعد والتدخل ضروريًا ليس فقط للحماية الذاتية، بل وأيضًا لزيادة قدرة الأصول الأخرى في حزم الضربات التي تعمل بالقرب من التهديدات وقمع تهديدات محددة لإنشاء متجهات وصول لاستغلالها من قبل طائرات أو أسلحة أخرى (Bronk, 2024; Lehoski, 2024). وعلى هذا النحو، يتعين النظر إلى الحرب الإلكترونية باعتبارها مناورات كهرومغناطيسية داخل بيئة كهرومغناطيسية شديدة التنافس - وهو ما سيكون له دور حيوي في زيادة قدرة الطائرات وأنظمة الأسلحة على البقاء وفعاليتها (McDermott, 2017; Lehoski, 2024). ويؤكد هذا على حجم متطلبات الحرب الإلكترونية المستقبلية، لتشمل دعم الحرب الإلكترونية (أي جمع الاستخبارات الإلكترونية-ELINT، والتدابير المضادة الإلكترونية-ECM - الهجوم الإلكتروني، والحماية الإلكترونية (أي التدابير المضادة الإلكترونية - ECCM)، كما هو موضح في الشكل 1.1.



الشكل 1.1: تفكيك مفهوم الحرب الإلكترونية (مقتبس من Choi et al., 2020)

إن الطائرة F-35، المصممة لمهام الضربات التي يصعب ملاحظتها، هي من أصول الحرب الإلكترونية المحمولة جواً، حيث توفر تشويشاً احتياطياً وتشويشاً محدوداً عن بعد ضد التهديدات الجوية والسطحية (Gunzinger et al. 2020; Bronk 2024). يمكن لعدد قليل من طائرات F-35 أن تعزز بشكل كبير قدرة تشكيلاتها وأصولها التي تعمل جنباً إلى جنب على البقاء - ولكن فقط في فترات قصيرة، نظراً لخطر تعريض مشغليها لمواقعهم للخطر (Bronk, 2024). تتمتع معظم الطائرات المقاتلة الأخرى من الجيل الرابع والرابع والنصف، مثل Dassault Rafale و Saab Gripen، بنظام ECM متقدم للحماية الذاتية ولكنها غير مجهزة للتشويش المخصص عن بعد/الوقوف في وضع الاستعداد كمياري أساسي (Bronk, 2024). في الأساس، هناك حاجة إلى ملء فجوات قدرات الحرب الإلكترونية من خلال مجموعة من منصات المهام الخاصة التي تستغل التقنيات الجديدة في الطائرات، وخاصة الأنظمة غير المأهولة، والأنظمة الفضائية. ومع ذلك، فإن فعالية الحرب الإلكترونية تعتمد بشكل أساسي على الاستخبارات الإلكترونية لفهم أنظمة التهديد بشكل عميق. مع تزايد ذكاء الخصوم في تكييف السلوكيات والتوقيعات الانبعاثية بحيث يصبح من الصعب اكتشافها، هناك حاجة إلى تحديثات بيانات المهمة للطائرات، وباحتي الأسلحة، وأنظمة الحرب الإلكترونية بسرعة أكبر بكثير، مما يؤكد الحاجة إلى توسيع نطاق جمع المعلومات الاستخباراتية الإلكترونية عبر المزيد من المصادر وتحركات الأصول المحمولة جواً (McDermott, 2017; Vedula, 2023; Bronk, 2024). تساعد البيانات التشغيلية والمهمة التي يتم جمعها وتحليلها على مدار الأسابيع والأشهر والسنوات في بناء فهم للأنظمة والقدرات والحركات المعادية لإبلاغ تخطيط المهمة لعمليات التفوق الجوي (Vedula, 2023).

إعادة التفكير في وضعية المواجهة

إن الوصول إلى أجهزة الاستشعار المستمرة يوفر زيادة في ثقة المراقبة، وعندما يتم دمجها مع النيران القاتلة بعيدة المدى، سوف تعمل على تعزيز القدرات المعادية لضرب الأهداف الاستراتيجية في وقت قصير، مثل القواعد الجوية والطائرات القتالية الداعمة والمدرجات وما إلى ذلك. ستحتاج القوات الجوية إلى تعزيز قدراتها ضد الكشف ليس فقط من خلال التصوير الجوي ولكن أيضاً من خلال تحسين التمويه والإخفاء والخداع (CCD) (Blaser, 2024). بفضل قدرتها على الخداع، وتشيت الانتباه، والتضليل، والتشويش، يمكن لـ CCD أن تمدد سلاسل القتل المعادية، وتزيد من قدرة الطائرات والأصول الاستراتيجية على البقاء، وتدعم المناورة السريعة للطائرات التكتيكية للقتال داخل مناطق استخدام الأسلحة المعادية. وباعتبار جميع العوامل الأخرى متساوية، فإن القوات الجوية الأكثر خداعاً سوف تنجح، ولكن هذا سوف يتطلب تغييراً جذرياً في تصميم المطارات وعملياتها (Moore, 2024; Blaser, 2024; Hagardt, 2024; Cochran et al., 2022). إن استخدام مخططات طلاء الطائرات الجديدة وشعارات الرؤية المنخفضة سيمنع الخصوم من تحديد هوية الطائرات وتتبع تحركاتها من الفضاء؛ إن إضفاء الطابع العشوائي على مواقف الطائرات والاستخدام الفعال للحظائر والملاجئ والظلال سيخفي أنواع وعدد الطائرات في مواقع التشغيل؛ إن نشر الطعوم ذات التوقيعات الحرارية والرادارية القابلة للمقارنة بالطائرات المقاتلة قد يخدع الرادار ذي الفتحة الاصطناعية، والذي يمكنه "الرؤية من خلال" التمويه البصري، والأنظمة الآلية لإبطاء سلسلة القتل المعادية أو سحب النيران بعيداً عن الطائرات الحقيقية (Blaser, 2024).

من المؤكد أن القواعد الجوية الكبيرة الثابتة أصبحت أقل أهمية مع تزايد التهديدات المستقبلية التي تفرض الحاجة إلى أن تكون القوة الجوية قادرة على الانتشار على نطاق أصغر وأكثر تشتتاً في جداول زمنية قصيرة (Hagardt, 2024; Cochran et al., 2022). إن توزيع القدرة التشغيلية والقدرة على توليد المهام عبر مواقع متعددة من شأنه أن يغير كيفية إسقاط القوة الجوية واستدامتها في مسارح العمليات الأقل قابلية للتنبؤ (U.S. Air Force, 2022). تؤكد مناهج القتال الرشيقة على المرونة التشغيلية من خلال المرونة؛ إن إنشاء "شبكة قتل" تعيد توزيع الأصول القتالية والداعمة عبر العديد من القواعد التشغيلية في مواقع صعبة من شأنه أن يعزز قدرة القوة على البقاء من خلال إزالة نقطة فشل واحدة (U.S. Air Force, 2022; Oppelaar, 2023). إن هذا التوزيع لقدرات القوة الجوية عبر العديد من المحاور الصغيرة، بحيث يصبح من الممكن نقل الأصول والأفراد بين المواقع عدة مرات في الأسبوع، من شأنه أن يحد من التعرض لسلسلة القتل المعادية ويعقدها (Blaser, 2024; Hagardt, 2024). إن توزيع القوة الجوية عبر شبكة من القواعد المرنة والمدعومة بمنصات متعددة والتي تدعم مجموعات المهام بأكملها بدلاً من أنواع الطائرات المحددة فقط سيسمح للقوات الجوية بالحفاظ على وضعية المواجهة التي تسهل الحركة السريعة داخل مناطق استخدام الأسلحة المعادية (Blaser, 2024; Hagardt, 2024).

محرك جديد للعمليات

إن التحول بعيداً عن نماذج القواعد الجوية التقليدية، وتوسيع الأنظمة غير المأهولة في هياكل القوات المستقبلية، والتكامل متعدد المجالات من شأنه أن يزيد من تعقيد العمليات اللوجستية والتخطيط والتنفيذ بشكل كبير (Gunzinger et al., 2020; Hagardt, 2024). إن الاستجابة السريعة لفرص العمل والتهديدات ذات الأهمية الحرجة من حيث الوقت سوف تتطلب القيادة والسيطرة وإدارة المعركة التي تعمل على تسريع حلقة المراقبة والتوجيه واتخاذ القرار والعمل (OODA) قبل اتخاذ القرارات العدائية وجداول زمنية للرد (Rickli and Mantellassi, 2022). إن التفوق المعلوماتي اللازم لمثل هذا النموذج الحربي يسلط الضوء على الحاجة إلى قدرة جديدة للذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي للعمل كمحرك أودا (OODA)، حيث ستوفر الخوارزميات التي تستغل مجموعات البيانات الضخمة والمعقدة معلومات ذات جودة أعلى في الوقت الفعلي تقريباً، وتحديد الأخطار، والتنبؤ بالنتائج، وتقييم المخاطر بناءً على البيانات التشغيلية والمهمة، والتحليل التاريخي (Layton, 2021; Lingel, 2021). لقد تم بالفعل استخدام التقنيات التجارية لأتمتة التحليلات التي تستغرق وقتاً طويلاً والتي كان يقوم بها في السابق العشرات من محللي الاستخبارات على مدى مئات الساعات. وعلى الرغم من افتقارها إلى الحكم والخبرة والحدس الذي يوفره المحللون البشريون، فإن التقنيات التي تستفيد من أتمتة العمليات يمكن أن تسمح بنتائج تتجاوز القدرات البشرية لتوليد معلومات قابلة للتنفيذ دون تحيز في جداول زمنية سريعة (Blaser, 2024; Cochran et al., 2022).

الشبكات العصبية الاصطناعية، التي تقيس درجات المعايير بدلاً من المسارات الثنائية البسيطة - على سبيل المثال، بدلاً من كون المعدات معطلة (0) أو وظيفية (1)، يمكن قياسها بدقة أكبر على أنها 0.5 (وظيفية جزئياً) أو 0.9 (وظيفية

للغاية) - يمكن أن تعالج التأثيرات المرغوبة من خلال النظر في مقاييس واسعة النطاق وتوليد مسارات عمل متعددة. وباستخدام معايير متغيرة مثل الحجم (عدد الوحدات)، والموقع (القواعد الجوية، والمواقع الأمامية)، والقدرة على المناورة (الطائرات، وبطارية الدفاع الجوي)، والذخائر (الذخائر التقليدية، والذخائر الإلكترونية)، والقدرة (السرعة، ونصف قطر القتال، والمقطع العرضي للرادار)، ونقاط الضعف (القنابل ذات القطر الصغير، والذخائر الموجهة بدقة)، فإن هذه الخوارزميات قد تحل تحدي الاقتران الأمثل بين الأسلحة والأهداف، وحساب احتمالات المخاطر، والتنبؤ بنتائج الاشتباك. على سبيل المثال، من خلال استغلال قواعد البيانات القوية التي تحتوي على معلومات واسعة النطاق عن القدرات المعادية، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوصي بخيارات هجوم متغيرة بناءً على مستويات المخاطر القابلة للتعديل (Hagardt, 2024). ستكون الذكاء الاصطناعي قادرة على إقران طائرات محددة بالأسلحة بسرعة بناءً على متطلبات الحمولة، وتوافر المنصة، والقرب من الهدف أثناء حساب تأثير الطقس حول منطقة الهدف، والاستجابات العدائية المحتملة (قبل الإقلاع أو أثناء الطيران إلى منطقة المهمة)، وتوافر الأصول الأخرى التي يمكن تكليفها أو إعادة تكليفها بمهام الدعم أو المتابعة (Hagardt, 2024). إن محرك دعم القرار هذا من شأنه أن يدفع المعلومات بشكل استباقي إلى القادة بدلاً من انتظار طلب التقييمات، مما يؤدي إلى إحداث ثورة في دورات الاستهداف وأوامر المهام الجوية (ATO) وسرعة القيادة والسيطرة في الحروب المستقبلية.

الخاتمة التدايعيات على تخطيط القوة المستقبلية

من خلال الاستفادة الفعالة من إمكانيات الأنظمة غير المأهولة، وتعزيز القدرات على دمج التأثيرات غير الحركية، والاستفادة من الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي المتقدم للعمليات، قد تتمكن القوات الجوية من إعادة التحول نحو بنية قوة أكثر مرونة ومرونة وفعالية قادرة على تحقيق والحفاظ على التفوق الجوي في بيئات التهديد الكثيف. إن إعادة التفكير في القوة القتالية للحفاظ على القدرة على البقاء والفعالية العملية مع خلق مزايا استراتيجية جديدة بهذه الطريقة سوف يتطلب إعادة التركيز على التخطيط المستقبلي للقوة في عدة مجالات رئيسية:

إعادة هيكلة القوة والمهارات المتعددة

مع تزايد تعقيد بيئة التهديد، يتعين على القوات الجوية تطوير مسارات لإعادة تعيين المزيد من وظائف المهمة الأساسية إلى أنظمة غير مأهولة بمستويات متزايدة من الأتمتة والقدرة المستقلة. وينبغي أن يؤدي هذا التحول إلى إعادة التوازن بعيداً عن المنصات المأهولة الأكبر حجماً والأكثر تكلفة، وتعزيز المرونة التشغيلية والقدرة على البقاء في المهام عالية المخاطر، وتوفير دعم أكثر ديناميكية للطائرات المأهولة وحزم الهجوم. ثانيًا، لدعم نهج قتالي رشيق، سيكون من الضروري تعدد مهارات القوى العاملة لتوزيع قدرة توليد المهام عبر مواقع متعددة (Cochran et al., 2022; Oppelaar, 2023). ومن خلال دمج تطوير القوى العاملة مع إعادة هيكلة المنصة، سوف تكون القوات الجوية قادرة على خلق وضعية أكثر قدرة على التكيف والمرونة للعمل بشكل فعال في البيئات المتنازع عليها. ينبغي أن تشمل أولويات إعادة هيكلة القوات ما يلي:

- زيادة تكامل الأنظمة غير المأهولة المعززة بتقنيات الحرب الإلكترونية والتي تستغل تقنيات CCD، مع وجود فرق أكثر تقدمًا بين الإنسان والآلة لدعم مفاهيم القتال التعاوني
- تدريب الموظفين على أدوار متعددة لدعم العمليات الموزعة ذات المساحة المنخفضة ومراجعة برامج التوظيف والتدريب لتتماشى مع الاحتياجات التشغيلية المستقبلية
- تطوير تعاون أعمق مع الحلفاء والشركاء لتوزيع القدرة على توليد المهام خارج الأراضي الوطنية لدعم "شبكات القتال" المشتركة المتعددة الجنسيات



الشكل 1.2: هيكل عمود مهمة الطيارين متعددي القدرات (مقتبس من US AFEC، 2021). ستكون فرق الدعم متعددة المهارات والوظائف قادرة على تقليل متطلبات القوى العاملة دون حدوث انخفاض مماثل في القدرة على توليد المهام. وفي حين أن مثل هذا النهج قد يؤدي إلى زيادة تكاليف التدريب، فإن وفورات التكلفة الناتجة عن انخفاض متطلبات القوى العاملة ومكاسب الأداء تعوض أكثر من أي خسارة مؤقتة في توفر الموظفين (Cochran et al., 2022).

توسيع القدرات الفضائية والسيبرانية

وسيكون مجال الفضاء والقدرات السيبرانية أمراً حاسماً لتعزيز أنظمة القيادة والسيطرة والاتصالات والاستطلاع والمراقبة والتجسس لدعم مهام التفوق الجوي المستقبلية. ستلعب القدرات الفضائية دوراً محورياً في توفير الاتصال والمراقبة المستمرة على نطاق واسع لدعم الحرب الإلكترونية، والكشف، والتتبع، والاشتباك ضد التهديدات المتقدمة (Ryan, 2022). ثانياً،

إن دمج الحرب الإلكترونية والحرب السيبرانية سيسمح للقوات الجوية بالتلاعب ببيئة المعلومات بهدف تقليص عملية اتخاذ القرار واستخدام الأسلحة المعادية مع حماية الأصول الصديقة من الهجمات الإلكترونية والسيبرانية المتطورة. تحتاج القوات الجوية إلى إعطاء الأولوية لـ:

- تطوير قدرات فضائية متقدمة لدعم الإنذار الصاروخي وتتبعه والسيطرة على النيران والحرب الإلكترونية لتحسين سلسلة القتل ضد التهديدات عالية القيمة
- تعزيز شبكات الاتصالات عبر الأقمار الصناعية عالية السعة لدعم العمليات الموزعة والاستثمار في التقنيات التي تمكن من تبادل المعلومات بسرعة وأمان عبر المجالات
- دمج الحرب السيبرانية والحرب الإلكترونية لخلق تأثيرات تآزرية تدعم توليد نواقل الوصول في المجالات الجوية المتنازع عليها من خلال استغلال تفوق المعلومات

الاستفادة من البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي

من خلال تسخير قوة البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي، ستمكّن القوات الجوية من تحقيق تسارع أكثر سلاسة في حلقة أودا، مما يؤدي إلى تخصيص موارد أكثر تحسناً مما يوفر ميزة حاسمة في البيئات التشغيلية المعقدة. من أجل تشغيل مزايا البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي على نطاق واسع، يتعين على القوات الجوية تطوير استراتيجية شاملة مع برامج محددة تهدف إلى:

- إنشاء بنية تحتية قوية للبيانات مع تصنيف وتشفير على مستوى المؤسسة لدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي في جميع المجالات التشغيلية
- تسريع ابتكارات الذكاء الاصطناعي من خلال الألعاب الحربية والتدريبات المحاكاة وإقامة شراكات مع الصناعة والأوساط الأكاديمية
- تنفيذ أنظمة دعم القرار المعتمدة على الذكاء الاصطناعي للتكامل متعدد المجالات وتطوير خوارزميات لتحليل التهديدات في الوقت الفعلي ونماذج الاستجابة البشرية

يتم التأكيد على الحاجة إلى الابتكار المستمر والتكيف في جميع مجالات تخطيط القوات المستقبلية، مما سيسمح للقوات الجوية بالبقاء في صدارة التهديدات المتطورة. ومع ذلك، فإن إعادة التصويت الاستراتيجي للقوة الجوية نحو قدرة توليد مهام موزعة منخفضة التكلفة بمساعدة الذكاء الاصطناعي لمهام التفوق الجوي المستقبلية يسلط الضوء على آفاق جديدة في المنافسة المستقبلية مع آثار قد تكون أوسع وأكثر أهمية مما يتوقعه قادة القوات الجوية.

المراجع

- Allen, J.R., and Husain, A. (2017) On hyperwar. USNI Proceedings Magazine, Vol. No. 143/7. Available from: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2017/july/hyperwar>
- Brown Jr., C. Q. (2020). Accelerate change or lose: Chief of Staff of the Air Force's strategic approach. Available at: https://www.af.mil/Portals/1/documents/2020SAF/ACOL_booklet_FINAL_13_Nov_1006_WEB.pdf
- Blaser, M. (2024) Problems for Agile Combat Employment. Proceedings, Vol. 150/7/1,457. Available from: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/july/problems-agile-combat-employment>
- Bronk, J. (2024) Airborne Electromagnetic Warfare is Critical for NATO's Airpower Edge. RUSI. Available from: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/airborne-electromagnetic-warfare-critical-natos-airpower-edge>
- Callander, B.D. (2004), Force Shaping [Online] Air and Space Forces Magazine. Available from: <https://www.airandspaceforces.com/article/0704recruit/>
- Choi S., Kwon O.J., Oh, H., and Shin, D. (2020). Method for Effectiveness Assessment of Electronic Warfare Systems in Cyberspace. Symmetry. 12. 2107. DOI: 10.3390/sym12122107.
- Cochran, S., Keller, K.M., Toukan, M., Lytell, M.C., Walsh, M., Ablar, A.M., Winston, I., Stallworth, R.L., and Thulin, R.C. (2022) The Forces We Need: Building Multi-Capable Airmen to Enable Agile Combat Employment. RAND. Available from: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1700/RR1746-1/RAND_RRA1746-1.pdf
- DARPA (2020), 'Creating Cross-Domain Kill Webs in Real Time', 18 September. Available from: <https://www.darpa.mil/news-events/2020-09-18a>
- Daniels, O. (2021) Speeding Up the OODA Loop with AI: A Helpful or Limiting Framework? Joint Air & Space Power Conference 2021. Available from: <https://www.japcc.org/essays/speeding-up-the-ooda-loop-with-ai/>
- Deptula, D. A. (2021) A New Battle Command Architecture for Air Force-Led All Domain Operations. The Air Power Journal, Vol. no. 1. Available from: <https://theairpowerjournal.com/battle-command-architecture-all-domain-operations/>
- Deptula, D. A. and Bowie, C. J. (2024) The Significance of Air Superiority: The Ukraine-Russia War. Mitchell Institute for Aerospace Studies. Available from: https://mitchellaerospacepower.org/wp-content/uploads/2024/07/Ukraine_Control_of_the_-Air_Policy_Paper_50.pdf
- Gunzinger, M., Rehberg, C., and Autenried, L. (2020) Five Priorities for the Air Force's Future Combat Air Force. Center for Strategic and Budgetary Assessments. Available from: https://csbaonline.org/uploads/documents/Five_Priorities_For_The_Air_Forces_Future_Combat_Air_Force_Web.pdf
- Gunzinger, M., Stutzriem, L., and Sweetman, B. (2024), The need for collaborative combat aircraft for disruptive air warfare. Mitchell Institute for Aerospace Studies. Available from: <https://mitchellaerospacepower.org/wp-content/uploads/2024/02/The-Need-For-CCAs-for-Disruptive-Air-Warfare-FULL-FINAL.pdf>
- Hagardt, B. (2024) Artificial Intelligence and Agile Combat Employment. Army University Press. Available from: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2024/MJ-24-Hagardt/>
- Kaushal, S., Macy, A., and Stickings, A. (2021) The Future of NATO's Air and Missile Defence. RUSI. Available from: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/occasional-papers/future-nato-air-and-missile-defence?source=GovD>
- Kaushal, S., Bronk, J., and Watling, J. (2023) Pathways Towards Multi-Domain Integration for UK Robotic and Autonomous Systems. RUSI. Available from: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/occasional-papers/pathways-towards-multi-domain-integration-uk-robotic-and-autonomous-systems>

- Kelly, M. (2023) Comments made during Every Threat a Target (Discussion). AFA Warfare Symposium. Available from: <https://www.afa.org/app/uploads/2023/12/Every-Threat-a-Target-Transcript.pdf>
- Karako, T. and Dahlgren, M. (2022) Complex Air Defense: Countering the Hypersonic Missile Threat. CSIS. Available from: <https://www.csis.org/analysis/complex-air-defense-countering-hypersonic-missile-threat>
- Layton, P. (2021) Future Options for Artificial Intelligence and Machine Learning Assisted Decision-Making in Air Warfare. The Air Power Journal, Vol. no. 1. Available from: <https://theairpowerjournal.com/artificial-intelligence-machine-learning-decision-making-air-warfare/>
- Lehoski, D. (2024) Comments made during Combat Credibility in Air and Space [Conference Session]. AFA Warfare Symposium. Available from: https://www.afa.org/app/uploads/2024/02/AWS24_Combat-Credibility-in-Air-and-Space_transcript.pdf
- Lingel, S. (2021) Developing a Concept of Operations for Joint All-Domain Command and Control with an Embedded Role for Artificial Intelligence Applications. The Air Power Journal, Vol. no. 1. Available from: <https://theairpowerjournal.com/conops-jadc2-artificial-intelligence-applications/>
- McDermott, R. N. (2017) Russia's Electronic Warfare Capabilities to 2025: Challenging NATO in the Electromagnetic Spectrum. ICDS. Available from: https://www.icds.ee/wp-content/uploads/2018/ICDS_Report_Russias_Electronic_Warfare_to_2025.pdf
- McDermott, R. (2022a) Electronic Warfare in Contemporary Russian Military Thought. The Jamestown Foundation. Available from: <https://jamestown.org/program/electronic-warfare-in-contemporary-russian-military-thought/>
- McDermott, R. (2022b) Russia's UAVs and UCAs: ISR and Future Strike Capabilities. The Jamestown Foundation. Available from: <https://jamestown.org/program/russias-uavs-and-ucavs-isr-and-future-strike-capabilities/>
- Moore, T. (2024) Comments made during Combat Credibility in Air and Space [Conference Session]. AFA Warfare Symposium. Available from: https://www.afa.org/app/uploads/2024/02/AWS24_Combat-Credibility-in-Air-and-Space_transcript.pdf
- Obering, H. (2020) Directed Energy Weapons Are Real ... and Disruptive, PRISM (The Journal of Complex Operations), Vol. no. 8, Issue no. 3. Available from: <https://ndupress.ndu.edu/Media/News/News-Article-View/Article/2053280/directed-energy-weapons-are-real-and-disruptive/>
- Oppelaar, I. (2023) Agile Combat Employment: The Next Big Thing for NATO Air Power, The Journal of the JAPCC, Edition 36. Available from: <https://www.japcc.org/articles/agile-combat-employment/>
- Penney, H. (2024), Optimizing Future Air Combat: Autonomy and Human Teaming Dynamics. The Air Power Journal, Vol. no. 4.
- Rickli, J.M., and Mantellassi, F. (2022) Human-Machine Teaming in Artificial Intelligence-Driven Air Power: Challenges and Opportunities. The Air Power Journal, Vol. no. 2. Available from: <https://theairpowerjournal.com/human-machine-teaming-in-artificial-intelligence-driven-air-power-future-challenges-and-opportunities-for-the-air-force/>
- Roper, W. (2024), The Past, Present, and Future of AI and Autonomy at the DOD with the Honorable Dr. Will Roper [Online] CSIS. Available from: <https://www.csis.org/analysis/past-present-and-future-ai-and-autonomy-dod-honorable-dr-will-roper>
- Shaikh, S. (2021) China's Hypersonic Future. Missile Threat. Available from: <https://missilethreat.csis.org/chinas-hypersonic-future/>
- Shaikh, S., Karako, T., McLoughlin, M. (2023) Countering Small Uncrewed Aerial Systems: Air Defense by and for the Joint Force. CSIS. Available from: <https://www.csis.org/analysis/countering-small-uncrewed-aerial-systems>

- Thomas, J. (2010), Comments at the 4th Annual CNAS Conference for Shaping the Agenda: American National Security in the 21st Century [Conference Session]. Available from: <https://www.cnas.org/events/shaping-the-agenda-american-national-security-in-the-21st-century>
- U.S. Department of Defense. (2022). National Defense Strategy of the United States. Washington, DC: U.S. Department of Defense. Available from: media.defense.gov/2022/Oct/27/2003103845/-1/-1/1/2022-NATIONAL-DEFENSE-STRATEGY-NPR-MDR.PDF
- U.S. Air Force (2022) Air Force Doctrine Note (AFDN) 1-21, Agile Combat Employment. Maxwell Air Force Base, AL: Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education, 23 August 2022, p. 1. Available from: https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/AFDN_1-21/AFDN%201-21%20ACE.pdf
- U.S. Air Force. (2021) Multi-Capable Airmen (MCA) Training Program for Agile Combat Employment (ACE). Air Force Doctrine note 1-21. Available from: https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/AFDN_1-21/AFDN%201-21%20ACE.pdf
- Vedula, P. (2023) Outsmarting Agile Adversaries in the Electromagnetic Spectrum. RAND. Available from: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA900/RRA981-1/RAND_RRA981-1.pdf
- Vershinin, A. (2024) The Attritional Art of War: Lessons from the Russian War on Ukraine. RUSI. Available from: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/attritional-art-war-lessons-russian-war-ukraine>