

# موجة الذكاء الاصطناعي ومستقبل القوة الجوية

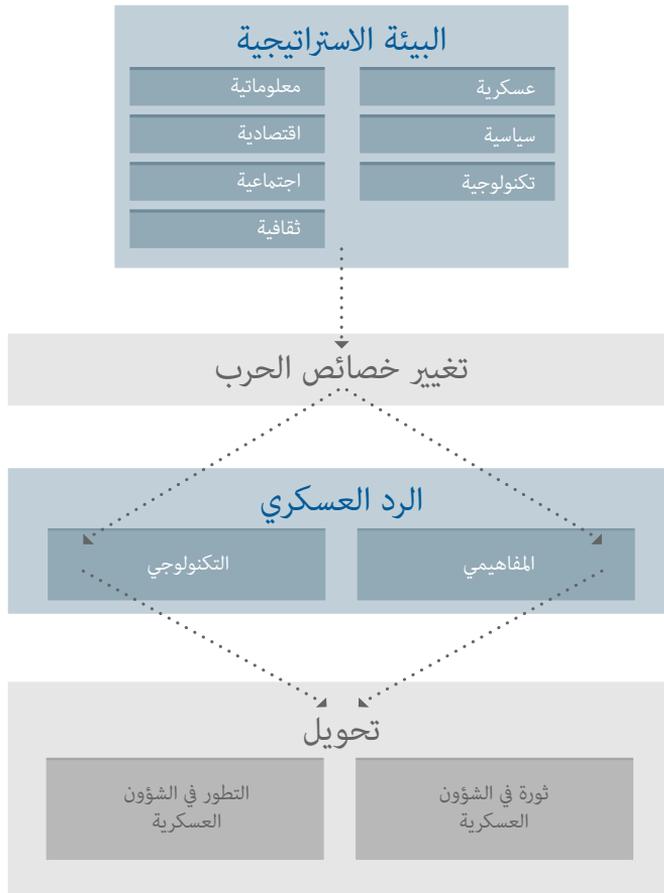
د. مايكل راسكا

استاذ مساعد، مدرسة س. راجاراتنام للدراسات الدولية

في العشرينيات من القرن الحالي، تركز نقاشات القوة الجوية بشكل متزايد على تأثير التقنيات الناشئة على الابتكار في مجال الدفاع والطابع المستقبلي للحرب. إن تقارب التقنيات الجديدة المتقدمة مثل أنظمة الذكاء الاصطناعي (AI)، والروبوتات، والتصنيع الإضافي (أو الطباعة ثلاثية الأبعاد)، وحوسبة الكم، والطاقة الموجهة، وغيرها من التقنيات "التخريرية"، المحددة تحت المظلة التجارية للثورة الصناعية الرابعة (4IR)، تعد بفرص جديدة ويحتمل أن تكون مهمة للتطبيقات الدفاعية، وبالتالي لرفع مستوى التفوق العسكري للفرد على المنافسين المحتملين.

يمكن القول إن الكثير من الجدل الحالي يصوّر تقنيات "الحدود التالية" على أنها مرادف للابتكار العسكري "المتقطع" أو "التخريبي" في طبيعة الحرب وسلوكها- من "العصر الصناعي" إلى "حرب عصر المعلومات" و الآن بشكل متزايد نحو "حرب الأتمتة" (راسكا، 2021). على سبيل المثال، تهدف تقنيات المستشعرات المتقدمة مثل الصور الفائقة الطيفية والتصوير الحسائي وتصميم المستشعرات المدمجة إلى تحسين قدرات اكتشاف الهدف والتعرف عليه وتتبعه والتغلب على تداخل خط البصر التقليدي (فريناس وال، 2018). إن المواد المتقدمة مثل المركبات والسيراميك والمواد النانوية ذات الخصائص التكيفية ستجعل المعدات العسكرية أخف وزنا ولكن أكثر مقاومة للبيئة (بورنيت وال، 2018). قد توفر تقنيات الضوئيات الناشئة، بما في ذلك الليزر عالي الطاقة والأجهزة الإلكترونية الضوئية، مستويات جديدة من الاتصالات الآمنة القائمة على الحوسبة الكمية والتشفير الكمي (اي اي اس اس، 2019).

ويتم النظر على نطاق واسع إلى تقارب التقنيات الناشئة مثل الروبوتات والذكاء الاصطناعي وآلات التعلم والمنصات المعيارية مع تقنيات الاستشعار المتقدمة والمواد الجديدة وأنظمة الحماية والدفاعات والتقنيات السيبرانية التي تلمس الخطوط الفاصلة بين المجالات المادية والسيبرانية والبيولوجية على أن لها آثار عميقة على طبيعة الحرب في المستقبل. ففي سياق القوة الجوية، يعد تطبيق خوارزميات التعلم الآلي الجديدة على مشاكل متنوعة أيضًا بتوفير قدرات غير مسبوقه من حيث سرعة معالجة المعلومات، والأتمتة لمزيج من منصات الأسلحة وأنظمة المراقبة المأهولة/ غير المأهولة، وفي النهاية، القيادة والتحكم (C2) في اتخاذ القرار (هورويتز، 2018؛ كومينغز، 2017).



لم تعد الأعداد الأولية الصناعية العسكرية هي المحرك الوحيد للابتكار التكنولوجي؛ لا بل يتم بدلاً من ذلك تطوير التقنيات المتقدمة ذات الاستخدام المزدوج في القطاعات التجارية ثم يتم "نسجها" للتطبيقات العسكرية.

على الرغم من السياقات الإستراتيجية المتغيرة، إلا أن انتشار هذه التقنيات الناشئة يثير أيضاً أسئلة نظرية وتوجيهية للسياسة مماثلة لتلك التي تم طرحها على مدى العقود الأربعة الماضية: هل يشير انتشار التقنيات الناشئة حقاً إلى تحول "تخريبي" في الحرب، أو هل هو مجرد تغيير تطوري؟ إذا كانت التقنيات الناشئة تنص على تغيير تخريبي في الحرب، فما هي ضرورات تخصيص الموارد الدفاعية، بما في ذلك هيكل القوة ومتطلبات شراء الأسلحة؟ كيف يمكن للمنظمات العسكرية، بما في ذلك القوات الجوية، استغلال التقنيات الناشئة لصالحها؟ علاوة على ذلك، ما مدى فعالية التقنيات الناشئة في مواجهة التهديدات والتحديات الأمنية في القرن الحادي والعشرين، والتي تتميز بالتقلب والريبة والتعقيد والغموض؟

## أربعة عقود من الروايات التخريبية

مدفوعة إلى حد كبير بالقفزات الكمية في تقنيات المعلومات، تم تحديد مسار روايات وناقشات الابتكار العسكري "التخريبية" في سياق ثورة الشؤون العسكرية التي تحركها تكنولوجيا المعلومات (IT-RMA)، والتي تقدمت عبر خمس مراحل على الأقل: (1) الاكتشاف المفاهيمي الأولي للثورة العسكرية التقنية من قبل المفكرين الاستراتيجيين السوفييت في أوائل الثمانينيات، (2) التكيف المفاهيمي والتعديل والتكامل في الفكر الاستراتيجي الأمريكي خلال أوائل التسعينيات، (3) نقاش ثورة الشؤون العسكرية المحبة للتكنولوجيا خلال منتصف التسعينيات إلى أواخره، (4) الانتقال إلى "التحول الدفاعي" الأوسع نطاقاً والتحقيق التجريبي الجزئي في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، و(5) الانعكاس النقدي الذي يشكك في السرد التخريبي من عام 2005 فصاعداً (جراي، 2006). منذ منتصف عام 2010، ومع الانتشار السريع للتقنيات الجديدة مثل الذكاء الاصطناعي والأنظمة المستقلة، يمكن للمرء أن يجادل في ظهور ثورة الشؤون العسكرية التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA) الجديدة - أو الموجة السادسة من ثورة الشؤون العسكرية (راسكا، 2021).

ومع ذلك، وبالعودة إلى الوراء، فإن تنفيذ ثورة الشؤون العسكرية التي تحركها تكنولوجيا المعلومات (IT-RMA) على مدى العقود الأربعة الماضية قد اتبع أيضاً مساراً ذي مستوى ثوري أو تخريبي أقل بشكل واضح، ويتألف من تحسينات تدريجية وشبه مستمرة في القدرات الحالية (روس، 2010). في حين أن الابتكارات العسكرية الكبيرة والواسعة النطاق والمتزامنة في تقنيات الدفاع والمؤسسات والعقائد كانت ظاهرة نادرة، فقد تقدمت المنظمات العسكرية إلى حد كبير من خلال مجموعة مستدامة من الابتكارات العسكرية التي تتراوح من الابتكارات الصغيرة إلى الابتكارات واسعة النطاق التي شكلت سلوك الحرب (جولمان، 1999). في حين أن العديد من الابتكارات العسكرية خلال هذه الحقبة، مثل مفاهيم الحرب المتمركزة على الشبكة قد نضجت، إلا أن الروايات الطموحة لـ "التحول العسكري التخريبي" الوشيك قد تجاوزت دائماً الإمكانات التكنولوجية والتنظيمية

والمناحة المتعلقة بالميزانية. بالإضافة إلى ذلك، فقد ركزت الابتكارات المفاهيمية والتكنولوجية والتنظيمية والتشغيلية المتنوعة في المقام الأول على دمج تقنيات المعلومات الرقمية في الأنظمة الأساسية والأنظمة التقليدية القائمة (راسكا، 2016).

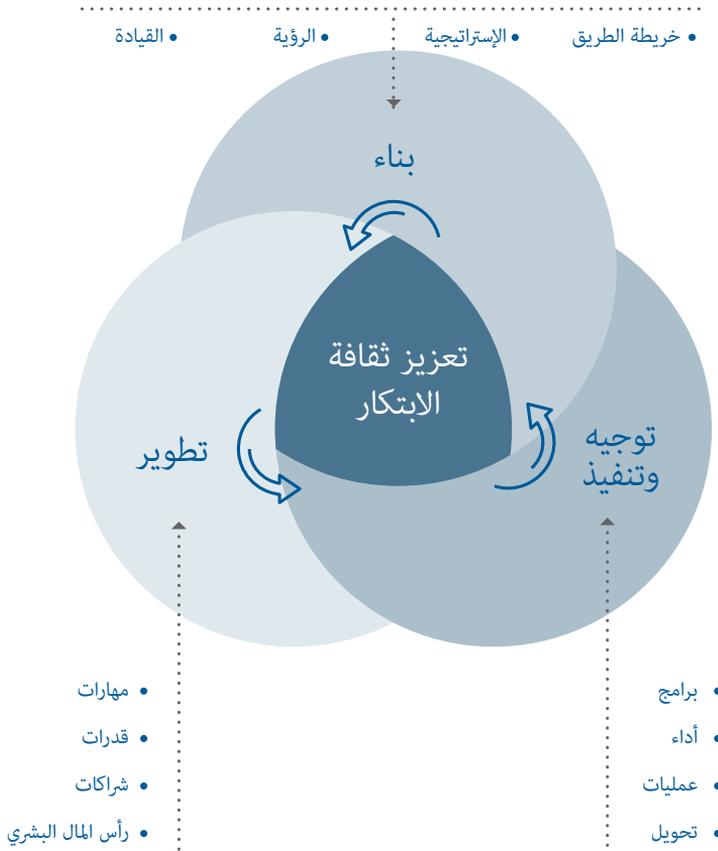
قد تستخدم كل من الجهات الفاعلة الحكومية وغير الحكومية ما يسمى بالتعلم الآلي العدائي لخداع الأطراف المتعارضة باستخدام بيانات غير صحيحة لتوليد استنتاجات خاطئة، فيتم بذلك تغيير عمليات صنع القرار.

فعلى سبيل المثال، تضاءلت روايات الابتكار العسكري التخريبي تدريجياً من عام 2005 فصاعداً في الفكر الاستراتيجي للولايات المتحدة مع التحديات والتجارب العملية في الحروب في العراق وأفغانستان. أشارت الأصوات الأكثر انتقاداً إلى وعود لم يتم الوفاء بها بتحويلات دفاعية "تخريبية". إن الأساس المنطقي لـ"طريقة جديدة في التفكير وطريقة جديدة للقتال" يبرر فعلياً كل مبادرة أو اقتراح دفاعي، يشير إلى الارتباك بدلاً من استراتيجية واضحة (فريدمان، 2006). لقد حذر المشككون في التحوّل الدفاعي أيضاً من المنطق الخاطي في حل التحديات الإستراتيجية المعقدة من خلال التكنولوجيا، مع تجاهل القدرة التكيفية للأعداء أو المنافسين المحتملين. باختصار فقد تحولت الروايات التخريبية للتحويلات الدفاعية الوشيكة إلى فكرة غامضة مدفوعة بمتطلبات الميزانية ومجموعات القدرات غير الواقعية بدلاً من المنطق الاستراتيجي والتشغيلي الفعلي (رينولدز، 2006).

## لماذا تختلف موجات الذكاء الاصطناعي؟

تختلف موجة الابتكار الدفاعي الجديدة "المدعومة بالذكاء الاصطناعي" عن الموجات السابقة التي قادتها تكنولوجيا المعلومات من نواحٍ عديدة. أولاً، يتم نشر الابتكارات العسكرية المدعومة بالذكاء الاصطناعي بوتيرة أسرع بكثير، من خلال أبعاد متعددة، لا سيما من خلال المنافسة الجيوستراتيجية المتسارعة بين القوى العظمى، أي الولايات المتحدة والصين وبدرجة أقل روسيا. إن المنافسة الاستراتيجية بين القوى العظمى ليست جديدة، فقد كانت متجذرة بعمق في التاريخ من الاستراتيجيات الأثينية والإسبرطية الكبرى خلال الحرب البيلوبونيسية في القرن الثالث قبل الميلاد، إلى الانقسام ثنائي القطب في الحرب الباردة خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ومع ذلك، فإن طبيعة المنافسة الاستراتيجية الناشئة تختلف عن مقارنات المنافسة الاستراتيجية السابقة. لقد أصبحت مسارات وأنماط المنافسة الاستراتيجية في القرن الحادي والعشرين أكثر تعقيداً وتنوعاً، ما يعكس منافسات متعددة في إطار مجموعات مختلفة أو متداخلة من القواعد التي تتعايش فيها الترابطات الاقتصادية طويلة الأجل مع التحديات الاستراتيجية الأساسية (لي، 2017). ومع ذلك، في التنافس على السيادة المستقبلية، يُصوّر الابتكار التكنولوجي على أنه مصدر مركزي للتأثير الدولي والقوة الوطنية حيث يولد القدرة التنافسية الاقتصادية والشرعية السياسية والقوة العسكرية (ماهنكن، 2012). على وجه التحديد ولأول مرة منذ عقود، تواجه الولايات المتحدة منافساً استراتيجياً نظيراً وهو الصين، القدرة على متابعة وتنفيذ ثورة الشؤون العسكرية

التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA) الخاص بها. وعليه، فإن السؤال الرئيسي ليس ما إذا كانت موجة ثورة الشؤون العسكرية التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA) هي "الموجة" التي ستؤدي إلى انقطاع جوهري في الحرب، وإذا كان الأمر كذلك، فكيف ولماذا؟ بدلاً من ذلك، فإن الأمر يتعلّق بما إذا كان يمكن إبطال ثورة الشؤون العسكرية التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA) الأمريكي، أو على الأقل إضعافه، بواسطة ثورة الشؤون العسكرية التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA) الصينية أو الروسية المقابلة؟ بعبارة أخرى، تقل هوامش التفوق التكنولوجي بشكل فعال، مما يسرع بشكل فعال أيضاً الضرورة الاستراتيجية للتقنيات الجديدة كمصدر للميزة العسكرية.



ثانياً، على عكس العقود السابقة التي تم خلالها باعتراف الجميع استعمال بعض التقنيات ذات الاستخدام المزدوج لتطوير منصات وأنظمة أسلحة رئيسية، تختلف الموجة الحالية المدعومة بالذكاء الاصطناعي من حيث حجم الابتكار التكنولوجي التجاري كمصدر للابتكار العسكري وتأثيره (راسكا، 2020). لم تعد الأعداد الأولية الصناعية العسكرية هي المحرك الوحيد للابتكار التكنولوجي؛ لا بل يتم بدلاً من ذلك تطوير التقنيات المتقدمة ذات الاستخدام المزدوج في القطاعات التجارية ثم يتم "نسجها" للتطبيقات العسكرية. في هذا السياق، فإن انتشار التقنيات الناشئة، بما في ذلك التصنيع الإضافي (الطباعة ثلاثية الأبعاد) وتكنولوجيا النانو والقدرات الفضائية والشبيهة بالفضاء والذكاء الاصطناعي والطائرات دون طيار لا يقتصر على القوى العظمى فحسب (هاميس، 2016). ينعكس انتشار أجهزة الاستشعار التي تدعم الذكاء الاصطناعي وأنظمة الأسلحة المستقلة أيضاً في المسارات الدفاعية لدول صغيرة متقدمة مختارة وقوى وسطى مثل سنغافورة وكوريا الجنوبية وإسرائيل وغيرها. تمتلك هذه الشركات الآن القدرة على تطوير تقنيات ناشئة متخصصة لتعزيز قدراتها الدفاعية وقدرتها التنافسية الاقتصادية وتأثيرها السياسي ومكانتها على الساحة الدولية (بارساد وهورويتز، 2018).

## أنظمة الذكاء الاصطناعي ستكون قادرة بشكل متزايد على تبسيط القيادة والتحكم وعمليات صنع القرار في كل خطوة من حلقة نموذج راقب، وجه، قرر، تصرف (OODA) التابع لجون بويد

ثالثاً، يتحدى انتشار أنظمة الأسلحة المستقلة وذاتية التشغيل المدعومة بالذكاء الاصطناعي، إلى جانب الهياكل التشغيلية الجديدة وهياكل القوة، اتجاه وطابع المشاركة البشرية في الحروب المستقبلية، حيث قد تشكل الخوارزميات عملية صنع القرار البشري ويتم تصور القتال في المستقبل في استخدام أنظمة الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل (LAWS). تقوم الجيوش المتقدمة، بما في ذلك القوات الجوية باختبار تقنيات مختلفة تعتمد على تحليلات البيانات والأتمتة في الحرب. تتغلغل هذه التقنيات بشكل متزايد في تجارب الحرب المستقبلية وبرامج تطوير القدرات (جينسين وباشكويتر، 2019). تركز مجالات البحث والتطوير المحددة ذات الأولوية في الولايات المتحدة مثلاً على تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي والأسلحة المستقلة في مختلف أنواع التعاون بين الإنسان والآلة، مثل أنظمة الإنذار المبكر التي تدعم الذكاء الاصطناعي وشبكات القيادة والتحكم وأنظمة الحرب الفضائية والإلكترونية والقدرات السيبرانية وأنظمة الأسلحة الفتاكة المستقلة وغيرها.

إن التقارب بين الدوافع الثلاثة - المنافسة الاستراتيجية والابتكار التكنولوجي الناشئ ثنائي الاستخدام والطابع المتغير للتفاعلات بين الإنسان والآلة في الحرب، يدفع مجموعة جديدة من الشروط التي تحدد موجة ثورة الشؤون العسكرية التي يحركها الذكاء الاصطناعي (AI-RMA). كما يطرح مسار انتشارها بطبيعته تحديات وأسئلة جديدة تتعلق بالاستقرار الاستراتيجي وعلاقات التحالف ومراقبة التسليح والأخلاق والحوكمة، وفي نهاية المطاف، إدارة العمليات القتالية (ستانلي لويمان، 2021 أ). إن المناقشات المعيارية الدولية حول دور أنظمة الذكاء الاصطناعي في استخدام القوة على سبيل المثال تركز بشكل متزايد على نشر نظم الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل وقدرة الدول على الامتثال لمبادئ القانون الدولي الإنساني. مع انتقال التقدم التكنولوجي من عالم الخيال العلمي إلى الواقع التقني، فإن للدول أيضاً وجهات نظر مختلفة حول ما إذا كان إدخال أنظمة الأسلحة الفتاكة

ذاتية التشغيل سيتحدى المبادئ القانونية الدولية أو سيعززها. في إطار مواجهة الآثار القانونية والأخلاقية المتضاربة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي العسكرية، تترك المؤسسات العسكرية بشكل متزايد الحاجة إلى معالجة الأسئلة المتعلقة بالسلامة والأخلاق والحكمة والتي تعد ضرورية لبناء الثقة في القدرات الجديدة، وإدارة تعديد المخاطر، وتنشيط السيطرة على الأسلحة. ومع ذلك فإنه لا يزال هناك توتر بين مدى تركيز وزارات الدفاع والجيش لجهودهم الأخلاقية بشكل ضيق على أنظمة الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل أو على نطاق أوسع على سلسلة الأنظمة التي تدعم الذكاء الاصطناعي. ومن ثم فإن الجيوش، بما في ذلك القوات الجوية، بحاجة إلى تتبع وجهات النظر المتطورة حول الذكاء الاصطناعي والاستقلالية والمناقشات حول الآثار المترتبة على البيئة الاستراتيجية والتشغيلية في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين وما بعده (ستانلي لوكمان، 2021 ب).

ويتم النظر على نطاق واسع إلى تقارب التقنيات الناشئة مثل الروبوتات والذكاء الاصطناعي وآلات التعلم والمنصات المعيارية مع تقنيات الاستشعار المتقدمة والمواد الجديدة وأنظمة الحماية والدفاعات والتقنيات السيبرانية التي تطمس الخطوط الفاصلة بين المجالات المادية والسيبرانية والبيولوجية على أن لها آثار عميقة على طبيعة الحرب في المستقبل.

## الآثار المترتبة على القوة الجوية

على المستوى التشغيلي، تهدف القوات الجوية إلى تسريع تكامل الأنظمة والتقنيات المختلفة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي مثل أنظمة السحابة القتالية متعددة المجالات والتي تجمع البيانات الضخمة من مجموعة متنوعة من المصادر بهدف خلق صورة تشغيلية في الوقت الفعلي، وبشكل أساسي أتمتة عمليات القيادة والتحكم وتسريعها (روبنسون، 2021). عند القيام بذلك، يتم وضع السحب القتالية المدعومة بالذكاء الاصطناعي لتحديد الأهداف وتخصيصها بالنسبة إلى "الرماة" الأكثر صلة في أي مجال، سواء كانت محمولة جواً أو فوق سطح الماء أو تحت الماء - والتي تصوّرها بعض القوات الجوية على أنها مشتركة للقيادة والتحكم في جميع المجالات (JADC2). تقوم القوات الجوية المختارة أيضاً بتجربة خوارزميات الذكاء الاصطناعي باعتبارها "مقاعد خلفية افتراضية"، والتي تتحكم بشكل فعال في أجهزة الاستشعار التابعة للطائرة وبالملاحة وبعثر على أهداف معادية، ومن خلال القيام بذلك، تقليل عبء العمل على طاقم الطائرة (إيفيرستين، 2020). في هذا السياق، تتمحور الحجة الرئيسية حول أن التطورات على مستوى أنظمة الذكاء الاصطناعي، أو على نطاق واسع البرامج التي يمكن أن تستشعر وتسبب وتتصرف وتتكيف، بما في ذلك أنظمة التعلم الآلي (ML) والخوارزميات التي يتحسن أدائها مع زيادة تفاعلات البيانات بمرور الوقت، والتعلم العميق (DL)، التي تتعلم فيها الشبكات العصبية متعددة الطبقات من كميات هائلة من البيانات - تتمتع بالقدرة على "تحويل عمليات القتال الجوي والطريقة التي يتم بها تصور واستخدام القوة الجوية" (دابفيس، 2021).

ووفقاً لدراسة حديثة أجرتها مؤسسة راند (RAND) (لينجل وال، 2020)، ثمة حالياً على وجه التحديد ست فئات من البحث والتطوير التطبيقي للذكاء الاصطناعي/ التعلم الآلي التي لها آثار على الحرب المستقبلية، بما في ذلك القوة الجوية:

(1) رؤية الكمبيوتر- التعرف على الصور- اكتشاف الأشياء في العالم المرئي التي يمكن استخدامها لمعالجة الذكاء متعدد المصادر ودمج البيانات وتصنيفها ؛

(2) معالجة اللغة الطبيعية (NLP) - القدرة على فهم أنماط التعرف على الكلام والنص البشري بنجاح، بما في ذلك الترجمة، التي يمكن استخدامها لاستخراج الاستخبارات من الكلام والنص، ولكن أيضاً مراقبة الاتصالات الودية والمعلومات المباشرة ذات الصلة لتنبيه الأفراد أو الوحدات التي هي بحاجة؛

(3) الأنظمة الخبيرة أو الأنظمة المستندة إلى القواعد- جمع كميات كبيرة من البيانات للتوصية بإجراءات معينة لتحقيق الأهداف التشغيلية والتكتيكية؛

(4) أنظمة التخطيط- استخدام البيانات لحل مشاكل الجدولة وتخصيص الموارد، والتي يمكن أن تنسق مجموعة مختارة من الأصول الجوية والفضائية والإلكترونية مقابل الأهداف وأصدار إجراءات مرحلية زمنية موصى بها؛

(5) أنظمة التعلم الآلي- اكتساب المعرفة من تفاعلات البيانات مع البيئة، والتي يمكن استخدامها بالاقتران مع فئات أخرى من الذكاء الاصطناعي، أي لتمكين أنظمة القيادة والتحكم من تعلم كيفية أداء المهام عندما لا تتوفر معرفة الخبراء أو عندما تكون التكتيكات والتقنيات والإجراءات (TTPs) المثلى غير معروفة؛

(6) الروبوتات والأنظمة المستقلة- الجمع بين أساليب الذكاء الاصطناعي/ التعلم الآلي من جميع الفئات السابقة أو بعضها والتي من شأنها تمكين تفاعل الأنظمة غير المأهولة مع بيئتها؛

إنّ هذه الفئات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي قابلة للتطبيق في كل جانب من جوانب القوة الجوية تقريباً، الأمر الذي من المحتمل أن يطرح أشكالاً جديدة من الحرب الآلية: بدءاً بدعم قرار القيادة والتحكم والتخطيط، حيث يمكن للذكاء الاصطناعي/ التعلم الآلي تقديم الخيارات أو المقترحات الموصى بها في الأوقات الصعبة بشكل متزايد؛ ودعم قدرات الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (ISR) من خلال قدرات التنقيب عن البيانات؛ والخدمات اللوجستية والصيانة التنبؤية لضمان سلامة القوات وتوافر المنصات والوحدات؛ والتدريب والمحاكاة؛ وعمليات الفضاء الإلكتروني لاكتشاف الهجمات الإلكترونية المتقدمة ومكافحتها؛ والروبوتات والأنظمة المستقلة مثل الطائرات دون طيار التي يتم استخدامها عبر مهام مختلفة بدءاً بالاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (ISR) ووصولاً إلى المهام القصوى مثل قمع الدفاعات الجوية للعدو والقتال التعاوني الذي يدمج مختلف المنصات المأهولة وغير المأهولة في عمليات الضربات الجوية والبرية. بعبارة أخرى، فإنّ الحجة هنا هي أن أنظمة الذكاء

الاصطناعي ستكون قادرة بشكل متزايد على تبسيط القيادة والتحكم وعمليات صنع القرار في كل خطوة من حلقة نموذج راقب، وجه، قرّر، تصرف (OODA) التابع لجون بويد: جمع البيانات ومعالجتها وترجمتها إلى وجهة نظر موحدة لإدراك بالحالة، مع توفير خيارات لمسار الإجراءات الموصى به، وفي النهاية، مساعدة البشر على التصرف (فوكس ومنزل، 2018).

ومع ذلك ، فإن دمج أنظمة الذكاء الاصطناعي في منصات القوة الجوية والأنظمة والمؤسسات لتحويل أجهزة الكمبيوتر من أدوات إلى آلات "تفكير" لحل المشكلات سيستمر في تقديم مجموعة من التحديات التكنولوجية والتنظيمية والتشغيلية المعقدة (راسكا وال، 2021). قد يشمل ذلك تطوير خوارزميات تمكن هذه الأنظمة من التكيف بشكل أفضل مع التغييرات في بيئتها، والتعلم من التكتيكات غير المتوقعة وتطبيقها في ساحة المعركة. كما سيتطلب أيضاً تصميم قوانين أخلاقية وضمانات لآلات التفكير هذه. أما التحدي الآخر فيتمحور حول أنّ التقدم التكنولوجي، وخاصة في الأنظمة العسكرية، هو عملية مستمرة وديناميكية. فالخروقات تحدث دائماً، وقد يكون تأثيرها على الفعالية العسكرية والميزة النسبية كبيراً ويصعب التنبؤ به في مراحله الأولى.

لكن الأهم من ذلك يبقى أن السؤال المهم هو إلى أي مدى يمكننا الوثوق بأنظمة الذكاء الاصطناعي لا سيما في مجالات أنظمة السلامة الحساسة؟ كما يحذر ميسي كامينغز فإنّ "التاريخ مليء بأمثلة عن كيفية انتهاء الوعود المماثلة للاستعداد التشغيلي بإخفاقات مكلفة على مستوى النظام ويجب أن تكون هذه الحالات بمثابة قصة تحذيرية" (كامينغز، 2021). علاوة على ذلك، يركز مجال بحثي متنامٍ على كيفية خداع أنظمة الذكاء الاصطناعي لتقديم تنبؤات خاطئة عن طريق توليد بيانات خاطئة. قد تستخدم كل من الجهات الفاعلة الحكومية وغير الحكومية ما يسمى بالتعلم الآلي العدائي لخداع الأطراف المتعارضة باستخدام بيانات غير صحيحة لتوليد استنتاجات خاطئة، فيتم بذلك تغيير عمليات صنع القرار. قد يكون التأثير الاستراتيجي العام للتعلم الآلي العدائي أكثر اضطراباً من التكنولوجيا نفسها (ناي، 2019- دانكس، 2020).

عند القيام بذلك، يتم وضع السحب القتالية المدعومة بالذكاء الاصطناعي لتحديد الأهداف وتخصيصها بالنسبة إلى "الرماة" الأكثر صلة في أي مجال، سواء كانت محمولة جواً أو فوق سطح الماء أو تحت الماء - والتي تصوّرُها بعض القوات الجوية على أنها مشتركة للقيادة والتحكم في جميع المجالات (JADC2).

فمن منظور تكتيكي وتشغيلي، تحتاج العديد من أنظمة الذكاء الاصطناعي المعقدة هذه أيضاً إلى الارتباط معاً - ليس من الناحية التكنولوجية فحسب بل على المستوى التنظيمي والتشغيلي أيضاً. بالنسبة للعديد من القوات الجوية، يعد هذا تحدياً مستمراً، حيث يجب أن يكونوا قادرين بشكل فعال (في الوقت الفعلي) على دمج حلقات الاستشعار إلى مطلق النار المدعومة بالذكاء الاصطناعي وتدفق البيانات بين الخدمات والأنظمة الأساسية المختلفة. وهذا يعني الربط الفعال بين إدارة المعارك المتنوعة للقوات الجوية والجيش والقوات البحرية والسيبرانية؛ والقيادة والتحكم، والاتصالات والشبكات والاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (ISR) والحرب الإلكترونية وتحديد المواقع والملاحة والتوقيت باستخدام ذخائر دقيقة. في حين أن أنظمة الذكاء الاصطناعي/

التعلم الآلي المختارة قد تخفف من بعض التحديات ، فإن الأنظمة نفسها تخلق مجموعة أخرى من المشاكل الجديدة المتعلقة بضمان الذكاء الاصطناعي الموثوق به. وعليه، قد يجادل المرء بأن اتجاه مسارات الذكاء الاصطناعي وطبيعتها لدى القوة الجوية المستقبلية سيعتمدان على المرونة الاستراتيجية والتنظيمية والتشغيلية المقابلة، لا سيما كيفية تفاعل هذه التقنيات مع الهياكل التشغيلية الحالية والناشئة وهياكل القوة.

وفي هذا السياق، فإن مستوى المشاركة البشرية في مستقبل الحرب، والحاجة إلى تغيير هياكل القوة التقليدية وأنماط التجنيد وفي المجالات التي ستستخدم فيها القوة، هي جميعها أمور تواجه تحديات من قبل التقنيات الجديدة. تعمل القوات الجوية على تطوير حلول خاصة بها وغالبًا ما تكون متنوعة لهذه القضايا. كما في الماضي، ستعتمد فعاليتها على العديد من العوامل المرتبطة بالمبادئ الثابتة للاستراتيجية - الغايات والطرق والوسائل "لتحويل" الموارد الدفاعية المتاحة إلى قدرات عسكرية جديدة، وإنشاء القوات الجوية ذات الكفاءات التشغيلية وتحقيق استدامتها من خلال القيام بذلك للتعامل مع مجموعة واسعة من حالات الطوارئ. لن تكون العوامل الرئيسية للتنفيذ الناجح هي الابتكارات التكنولوجية في حد ذاتها، ولكن التأثير المشترك للتمويل المستدام والخبرة التنظيمية (أي قواعد البحث والتطوير الكبيرة والفعالة ، العسكرية والتجارية على حد سواء) والمرونة المؤسسية لتنفيذ الابتكار الدفاعي (تشيونغ، 2021). بالنسبة لمستقبل القوة الجوية، يعني هذا امتلاك الأشخاص والعمليات والأنظمة القدرة على تقديم حلول مبتكرة مع الحفاظ على القدرات الأساسية الحالية التي من شأنها توفير خيارات سياسية قابلة للتطبيق في بيئة استراتيجية متزايدة التعقيد.

## المراجع:

بارساد، آي وهورويتز، إم 2018. الذكاء الاصطناعي وراء القوى العظمى. نشرة علماء الذرة. 16 أغسطس. متوافر على: <https://thebulletin.org/2018/08/the-ai-arms-race-and-the-rest-of-the-world/>

بورنيت ، إم. وآل. 2018. المواد المتقدمة والتصنيع - الآثار المترتبة على الدفاع حتى عام 2040. تقرير مجموعة علوم وتكنولوجيا الدفاع. وزارة الدفاع الاستراتيجية. متوافر على: <https://www.dst.defence.gov.au/sites/default/files/publications/documents/DS-T-Group-GD-1022.pdf>

تشونغ، ت. 2021. إطار مفاهيمي للابتكار الدفاعي. مجلة الدراسات الاستراتيجية ، DOI: 10.1080 / 01402390.2021.1939689.

كامينغز ، م. 2017. الذكاء الاصطناعي ومستقبل الحرب. ورقة بحث تشاثام. 26 يناير. متوافر على: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf>

كامينغز ، م. 2021. إعادة التفكير في نضج الذكاء الاصطناعي في البيانات الحرجة للسلامة. مجلة منظمة العفو الدولية ، 42 (1) ، ص 6-15. متوافر على: <https://ojs.aaai.org/index.php/aimagazine/article/view/7394>

دانكس، د. 2020. كيف يمكن للهجمات العدائية أن تززع استقرار أنظمة الذكاء الاصطناعي العسكرية. IEEE Spectrum 26 فبراير. متوافر على <https://spectrum.ieee.org/adversarial-attacks-and-ai-systems>

ديفيس ، م. 2021. "المقعد الخلفي" للذكاء الاصطناعي في القتال الجوي في المستقبل. إستراتيجي ASPI ، 5 فبراير. متوافر على: <https://www.aspistrategist.org.au/the-artificial-intelligence-backseater-in-future-air-combat/>

افرستين، ب. 2020. يو-2 تطير بذكاء اصطناعي كطيار مساعد لها. مجلة القوات الجوية ، 16 ديسمبر. متوافر على: <https://www.airforcemag.com/u-2-flies-with-artificial-intelligence-as-its-co-pilot/>

فوكس، ج. ومنزل، لم. 2018. الدور المستقبلي للذكاء الاصطناعي - الفرص والتحديات العسكرية. مجلة JAPCC، pp.70-7727. متوافر على: [https://www.japcc.org/wp-content/uploads/JAPCC\\_J27\\_screen.pdf](https://www.japcc.org/wp-content/uploads/JAPCC_J27_screen.pdf)

فريدمان ، ل. 2006. تحول الشؤون الإستراتيجية. لندن: المعهد الدولي للدراسات الاستراتيجية.

فريتاس، اس. سيلفا، اتش.، الميدا، ج. وسيلفا، اي. 2018. التصوير فائق الطيفية لكشف الهدف البحري لمركبة جوية بدون طيار في الوقت الحقيقي. مجلة الأنظمة الذكية والروبوتية. 90 ، ص 570-551.

جولدمان ، إي. 1999. المهمة ممكنة: التعلم التنظيمي في زمن السلم. في تروبيتز، ب.، جولدمان، اي.، ورودس، اي. سياسة التعديل الاستراتيجي: الأفكار والمؤسسات والمصالح. نيويورك: مطبعة جامعة كولومبيا ، ص 233 - 266.

جراي ، سي 2006. الاستراتيجية والتاريخ: مقالات عن النظرية والتطبيق. لندن: روتليدج ، ص 113 - 120.

هاميس ، ت. 2016. تتقارب التقنيات وتنتشر القوة: تطور أسلحة صغيرة وذكية ورخيصة. معهد CATO لتحليل السياسات. 786 ، 27 يناير. متوافر على: <https://www.cato.org/policy-analysis/technologies-converge-power-diffuses-evolution-small-smart-cheap-weapons>

هورويتز ، إم. 2018. وعد وخطر التطبيقات العسكرية للذكاء الاصطناعي. نشرة علماء الذرة. 23 أبريل. متوافر على: <https://thebulletin.org/2018/04/the-promise-and-peril-of-military-applications-of-artificial-intelligence/>

المعهد الدولي للدراسات الاستراتيجية. 2019. الحوسبة الكمومية والدفاع. في. IISS: التوازن العسكري. لندن: روتليدج ، ص 18 - 20.

جنسن، بي. وباشكيويتز، جي. 2019. حرب الفسيفساء: الصغيرة والقابلة للتطوير جميلة. الحرب على الصخور. 23 ديسمبر. متوافر على: <https://warontherocks.com/2019/12/mosaic-warfare-small-and-scalable-are-beautiful/>

نايت، ديليو. 2019. يمكن خداع الذكاء الاصطناعي العسكري بسهولة وخطورة. استعراض تكنولوجيا معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. 21 أكتوبر. متوافر على:

<https://www.technologyreview.com/2019/10/21/132277/military-artificial-intelligence-can-be-easily-and-dangerously-fooled/>

لي ، سي ام 2016. خطوط الصدع في آسيا الصاعدة. واشنطن العاصمة: مؤسسة كارنيغي للسلام الدولي ، ص 119 - 175. متوافر على: <https://carnegieendowment.org/2016/04/20/fault-lines-in-rising-asia-pub-63365>

لينجل، اس. وال. 2020. القيادة والسيطرة المشتركة في جميع المجالات للحرب الحديثة - إطار تحليلي لتحديد وتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي. تقرير مشروع مؤسسة راند للقوات الجوية. متوافر على: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR4408z1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR4408z1.html)

ماهنكن، تي (محرر). 2012. الاستراتيجيات التنافسية للقرن الحادي والعشرين: النظرية والتاريخ والممارسة. ستانفورد: مطبعة جامعة ستانفورد ، ص 3-12.

راسكا، ام. 2016. الابتكار العسكري في الدول الصغيرة: خلق عدم تناسق عكسي. نيويورك: روتليدج. متوافر على: <https://www.routledge.com/Military-Innovation-in-Small-States-Creating-a-Reverse-Asymmetry/Raska/p/book/9780367668617>

راسكا، ام. 2020. المنافسة الاستراتيجية للتقنيات العسكرية الناشئة: مسارات وأنماط مقارنة. المنشور - مجلة العمليات المعقدة. 8 (3) ، ص 64 - 81. متوافر على: [https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/prism/prism\\_8-3/prism\\_8-3\\_Raska\\_64-81.pdf](https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/prism/prism_8-3/prism_8-3_Raska_64-81.pdf)

راسكا، ام. 2021. الموجة السادسة لثورة الشؤون العسكرية: اضطراب في الشؤون العسكرية؟ مجلة الدراسات الاستراتيجية. 44 (4) ، ص 456-479.

راينولدز، كاي. 2006. التحول الدفاعي: إلى ماذا؟ لماذا؟ كارلايل: معهد الدراسات الاستراتيجية.

روبنسون، تي. 2021. القوة الجوية لعام 2040 - مدربة صناعياً ، مرتبطة بالشبكات السحابية ، ممكنة في الفضاء و NetZero؟ الجمعية الملكية للطيران ، 10 أغسطس. متوافر على: <https://www.aerosociety.com/news/the-air-force-of-2040-synthetically-trained-cloud-networked-space-enabled-and-netzero/>

روس، ايه. 2010. في الابتكار العسكري: نحو إطار تحليلي. موجز سياسة 1 IGCC. ، ص 14-17.  
متوافر على: <https://escholarship.org/uc/item/3d0795p8>

ستانلي ولويمان. زي. 2021(ايه). منظمة العفو الدولية العسكرية المسؤولة والأخلاقية: الحلفاء ووجهات  
نظر الحلفاء. موجز إصدار مركز الأمن والتكنولوجيا الناشئة. 25 أغسطس. متوافر على:  
<https://cset.georgetown.edu/publication/responsible-and-ethical-military-ai/>

ستانلي ولويمان. زي. 2021(ايه). مجموعة أدوات التعاون العسكري للذكاء الاصطناعي: تحديث شراكات  
علوم وتكنولوجيا الدفاع للعصر الرقمي. موجز إصدار مركز الأمن والتكنولوجيا الناشئة. 25 أغسطس.  
متوافر على: [https://cset.georgetown.edu/publication/military-ai-cooperation-  
toolbox/](https://cset.georgetown.edu/publication/military-ai-cooperation-toolbox/)

د. مايكل راسكا هو أستاذ مساعد ومنسق برنامج التحولات العسكرية في مدرسة س. راجاراتنام للدراسات الدولية، جامعة نانينغ للتكنولوجيا، سنغافورة. تركزت اهتماماته البحثية على الدفاع والابتكار العسكري والمنافسة الاستراتيجية والحرب الإلكترونية في شرق آسيا. وهو مؤلف كتاب "الابتكار العسكري والدول الصغيرة: إنشاء عدم تناسق عكسي" (روتليدج ، 2016)

(Military Innovation and Small States: Creating Reverse Asymmetry (Routledge, 2016))

ومحرر مشارك في "ابتكار الدفاع والثورة الصناعية الرابعة: التحديات الأمنية والتقنيات الناشئة والتداعيات العسكرية" (روتليدج ، 2022)

(Defence Innovation and the 4th Industrial Revolution: Security Challenges, Emerging Technologies, and Military Implications (Routledge, 2022))

حصل على بكالوريوس في الدراسات الدولية من جامعة ولاية ميسوري الجنوبية، وماجستير في العلاقات الدولية من جامعة يونس، ودكتوراه من كلية لي كوان يو للسياسة العامة، جامعة سنغافورة الوطنية، حيث حصل على زمالة الخريجين بجامعة سنغافورة الوطنية.