بحوث المؤتمر العلمي الأول
لكلية العلوم

التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية

تحت شعار : التصالح مع البيئة

سرت 14 اكتوبر 2025م

تحرير

ا.د. عبدالسلام الصالحين محمد

ا.د. حسين مسعود ابومدينه

د. أشرف مصطفى ابوسنينة

د. فتحية عبدالجواد موسى

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2025م

Types of Article Open Access

المؤتمر العلمي الأول لكلية العلوم – جامعة سرت

"التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية"

EPESC

14 أكتوبر 2025

الجزء الثاني: خاص بالورقات المقدمة باللغة العربية

الوكالة الليبية للرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN)
ISBN 978-9959-891-67-9

لجان المؤتمر

اللجنة العليا

أ.د. سليمان مفتاح الشاطر	رئيس الجامعة
أ.د. الطيب محمد القبي	وكيل الجامعة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة	عميد الكلية

اللجنة العلمية

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد	كلية العلوم / جامعة سرت	رئيساً
أ.د. احميد محمد يونس	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
أ.د. رمضان عبدالمولى الهنداوي	كلية العلوم / جامعة عمر المختار	عضواً
أ.د. تهاني يونس عمر	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
د. فتحية عبد الجواد موسى	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً

اللجنة التحضيرية

أ. زينب رجب الفيتوري	رئيساً
أ. علي محمد عمرناجي	عضواً
أ. علي عبد الرحيم الغزالي	عضواً
د. سعاد أحمد أبومريم	عضواً
عبد الحليم مفتاح الشاطر	عضواً
خالد جمعة امهلهل	عضواً
سفيان سالم الشعالي	عضواً
علي مصطفى مكادة	عضواً
يوسف الكرامي	عضواً

محرري كتيب المؤتمر:

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد
ا.د. حسين مسعود ابومدينة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة
د. فتحية عبد الجواد موسى

ايميل التواصل: epesc@su.edu.ly

موقع المؤتمر: https://su.edu.ly/research/index.php/conferences/science/sc1

المحتويات

1. الدور الإيكولوجي لنبات الخروع *Ricinus communis* L في التكيف مع تلوث التربة بالمعادن الثقيلة في البيئات الساحلية شبه القاحلة: دراسة حالة وادي السهل الغربي، شمال شرق ليبيا 220

2. استخدام مخلفات البلاستيك الصناعي في تطوير مستشعر حساس ومرن للكشف عن الزلال (الألبومين) في الدم 229

3. مقارنة كهروكيميائية لإنتاج غاز الهيدروجين من مياه البحر مع مصادر مائية اخرى: دراسة حالة من محطة تحلية مياه البحر بمدينة طبرق - ليبيا 244

4. الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في منظومة أسلحة الدمار الشامل: دراسة في ضوء القانون الدولي العام 257

5. تقدير نسبة تلوث سمكة البوري ببعض الناصر الثقيلة (Cd, Pb, Cu) في حوض سرت. 269

6. تأثير ملوحة المياه المختلفة على أداء النمو ومعدل البقاء وبعض الخصائص الكيميائية في اسماك البلطي كمورد اقتصادي في ليبيا 275

7. دراسة الغطاء النباتي لحافة الجنوبية الجبل الاخضر- شرق ليبيا 286

8. استخدام بعض المستخلصات النباتية كمبيدات صديقة للبيئة لمكافحة (سوس الدقيق) خنفساء الدقيق المشابهة *Tribolium confusum* (duVal) (*Coleoptera: Tenebrionidae*) 305

9. تأثير نبات عدس الماء *Lemna minor* على بعض الخواص الكيميائية في مياه الصرف الصحي في مدينة البيضاء 324

10. التلوث الصناعي للمياه كتهديد للأمن المائي: مقاربة قانونية لحماية الموارد المائية 339

11. صناديق التعويضات كوسيلة من وسائل التعويض الحديث عن الضرر البيئي 364

12. تأثير المياه السوداء على جودة إنتاج محطات التناضح العكسي في مدينة طبرق 382

13. تأثير اضافة مصدر كربون ومصدر نيتروجين على التركيب الكيميائي للبروتينات والدهون 396

14. انتاج الغاز الحيوي من المخلفات العضوية نهج مستدام لتعزيز الطاقة النظيفة في مدينة طبرق 404

15. رصد المخاطر البيئية وآثارها على المواقع الأثرية في مدينة لبدة الكبرى شمال غرب ليبيا 420

16. أوجه حماية البيئة وأحكام المسئولية عن التلوث البيئي وفقا لأحكام القانون الليبي 440

17. البيئة والأمن في العلاقات الدولية "دراسة تحليلية مقارنة ليبيا – اليابان" 455

18. تقييم أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة رأس لانوف وإمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة 476

19. دراسة الخواص الفيزيائية لمياه الشرب بحي المجاهد / هون – الجفرة 496

20. تقييم كفاءة أداء محطات معالجة مياه الصرف الصناعي في رأس لانوف 504

The First Scientific Conference of the Faculty of Science – Sirte University
Environmental Pollution and Challenges of Environmental Sustainability (EPESC), Oct. 14, 2025

الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في منظومة أسلحة الدمار الشامل: دراسة في ضوء القانون الدولي العام

أ. آمنــة رمضان علي

قسم الدولي العام، كلية القانون، جامعة سرت، ليبيا

Corresponding Author Email: amna.ramadan@su.edu.ly

Article History:

Received: 22 March 2025

Revised: 15 July 2025

Published: 15 November 2025

الكلمات المفتاحية:

الأمن البيئي؛ الذكاء الاصطناعي؛ القانون الدولي العام؛ منظومات أسلحة الدمار الشامل.

ملخص البحث:

تشهد البيئة العالمية تهديدات متصاعدة نتيجة تطور الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في المجال العسكري، ولا سيما عند دمجه في منظومات أسلحة الدمار الشامل. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الأبعاد القانونية والبيئية المترتبة على هذا التوظيف المتقدم، وتسليط الضوء على التحديات التي يفرضها على منظومة الأمن البيئي الدولي، في ظل قصور الأطر القانونية التقليدية عن مواكبة هذا التطور التكنولوجي المتسارع.

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي-الاستنباطي، من خلال دراسة النصوص القانونية الدولية ذات الصلة، وتحليل التهديدات البيئية الناشئة عن الاستخدام العسكري للذكاء الاصطناعي، وربطها بمبادئ القانون الدولي العام، وبخاصة تلك المتعلقة بحماية البيئة أثناء النزاعات المسلحة.

توصلت الدراسة إلى أن إدماج الذكاء الاصطناعي في أسلحة الدمار الشامل يشكل خطراً غير مسبوق على النظم البيئية، بالنظر إلى صعوبة التنبؤ بسلوك هذه الأنظمة وقدرتها على اتخاذ قرارات مستقلة، مما يقوض مبدأ التناسب والتمييز في القانون الدولي الإنساني، ويضاعف احتمالية حدوث كوارث بيئية عابرة للحدود. كما تبرز الدراسة غياب تنظيم دولي ملزم يواكب التطور التقني المتسارع في هذا المجال.

وتخلص الدراسة إلى ضرورة تطوير إطار قانوني دولي خاص بتنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري، يراعي الأبعاد البيئية والإنسانية، ويعزز من أدوات الرقابة الدولية والشفافية، بما يحقق توازناً بين التقدم التكنولوجي والحفاظ على أمن البيئة العالمية.

المقدمة

تشكل العلاقة بين تطور الذكاء الاصطناعي ومنظومات أسلحة الدمار الشامل إشكالية متعددة الأبعاد: بين الحاجة إلى التقدم التكنولوجي وأولوية حماية البيئة واستقرارها. وفق تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تتحمل النزاعات المسلحة مسؤولية تدمير 25% من مواطن التنوع البيولوجي سنوياً وتلوث 15% من مصادر المياه العذبة. يرى بعض الباحثين (القاضي، 2021؛ عبد الرحمن، 2022) أن بنود اتفاقيات جنيف ولائحة لاهاي لا تغطي استخدام الذكاء الاصطناعي العسكري بصورة كافية، في حين يرى آخرون (سميث، 2019؛ جونسون، 2020) أن المبادئ العامة للقانون الإنساني كفيلة بمعالجة ذلك إذا وُفرت آليات تطبيق فعالةو تحليل مدى فاعلية أطر القانون الدولي العام في تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي بأسلحة الدمار الشامل، واقتراح فرضيات لإطار قانوني جديد.

مشكلة الدراسة

إلى أي مدى تواكب القواعد الصريحة وغير الصريحة في القانون الدولي العام التطورات السريعة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في منظومات أسلحة الدمار الشامل، وما الأثر البيئي المترتب على هذا الفجوة التشريعية؟

أهداف الدراسة

1. تقييم كفاية القانون الدولي العام في تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي بأسلحة الدمار الشامل لحماية البيئة.
2. تحليل المصادر القانونية الدولية الحالية ذات الصلة.
3. قياس المخاطر البيئية الناجمة عن استخدام منظومات ذكية في الأسلحة.
4. استكشاف تجارب دولية ونماذج قائمة لتقييم أثر الذكاء الاصطناعي العسكري.
5. اقتراح إطار قانوني جديد يتضمن آليات رقابية وتقييم بيئي إجباري.

أهمية الدراسة

يقدم البحث إسهاماً في:

- تطوير التشريع الدولي بشأن الذكاء الاصطناعي العسكري ضمن محور حماية البيئة.
- توفير قاعدة علمية صلبة لصانعي القرار والجهات التشريعية والأمنية والبيئية.
- دعم جهود المنظمات الدولية (أمم متحدة، الصليب الأحمر) في صياغة بروتوكولات محدثة.

الدراسات السابقة ذات الصلة

1. زاكاري سلون وآخرون (مجلة جورجتاون للقانون، 2020) يجادلون بأن مفهوم "الرقابة البشرية الفعالة" يجب إعادة صياغته في ظل أنظمة التعلم الآلي، ويقترحون إنشاء إجراءات قانونية وقائية لضمان حماية البيئة والمدنيين.
2. ورقة بحثية (المجموعة الأوروبية للسلام، 2022) عن تقييم أثر نظم الاستهداف الذكية على المدنيين والبيئة.
3. رسالة دكتوراه (الإخوة منصور، 2021) حول القواعد الإنسانية والبيئية في القانون الدولي في ظل تكنولوجيا الحرب المستقلة.

منهجية البحث

- نوع المنهج :تحليلي–استنباطي واستقرائي–مقارن.

- إجراءات الدراسة :مراجعة صكوك جنيف وبروتوكولات لاهاي، تحليل تقارير الصندوق الدولي للطبيعة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومسح بيانات عن حوادث اختبار أسلحة ذكية.

الإطار النظري:

المبحث الأول: موقف القانون الدولي من حماية الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في أسلحة الدمار الشامل و آثاره

يشكل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في أنظمة أسلحة الدمار الشامل تحديًا غير مسبوق للأمن البيئي العالمي. ويثير هذا الواقع تساؤلات جوهرية حول مدى كفاية قواعد القانون الدولي في التصدي للمخاطر البيئية الناجمة عن هذه التقنيات. من هنا تبرز أهمية تحليل موقف القانون الدولي من حماية البيئة في ظل هذا التطور التكنولوجي المتسارع يتناول هذا المبحث الامن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدام في أسلحة الدمار الشامل في المطلب الأول بينما يتناول المطلب الثاني، موقف القانون الدولي من استخدام الذكاء الاصطناعي في أسلحة الدمار الشامل.

المطلب الأول: الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في أسلحة الدمار الشامل

يُعد الأمن البيئي من المفاهيم الحديثة نسبيًا في أدبيات القانون الدولي، وقد أصبح عنصرًا لا يمكن تجاهله في بنية الأمن الشامل، نظرًا لما يشكله من ضمانة لاستمرار الحياة على كوكب الأرض، يجمع الأمن البيئي Security " " Environmentalبين مفهوم الأمن و البيئة و مفهوم الامن في اللغة هو مضاد الخوف و الفزع ، فهو يعني الطمأنينة و الاطمئنان إلى عدم وقع المكروه (عمار ،2002م، ص،ص9،-13) ، و مفهوم البيئة لغة مشتق من الفعل بوأ أو تبوأ و يعني نزل أو حل أو أقَام (الشيخلي ، 2009م، ص26) و التبوء هو الحلول و النزول و السكن، و منه يمكن القول أن البيئة هي المحل و المنزل إذا هي مسكن الإنسان (بيج ، 2010م، ص 9).

واصطلاحاً يقصد به المحافظة على سلامة النظم البيئية والتنوع الحيوي والموارد الطبيعية من التهديدات المختلفة، سواء كانت طبيعية أو ناتجة عن النشاط البشري.

وفي ظل التغيرات المناخية، والتلوث، والنزاعات المسلحة، ازدادت الحاجة إلى تعزيز هذا المفهوم ضمن المنظومة القانونية الدولية لقد بات من المؤكد أن أي تهديد للأمن البيئي لا يؤثر فقط على النظم الإيكولوجية بل يمتد ليشمل صحة الإنسان، والاستقرار الاقتصادي، والسلم المجتمعي، وفي هذا السياق، فإن استخدام تقنيات حديثة مثل الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence - AI) في تطبيقات عسكرية يحمل في طياته إمكانيات مدمرة إذا ما تم تسخيرها في منظومات تسليحية كبرى مثل أسلحة الدمار الشامل (لمياء محمد عبدالسلام ، 2024م، ص 26) لقد عرف العديد من الكتاب والباحثين الذكاء الاصطناعي، من بينهم" : Levin الذكاء الاصطناعي هو الطريقة التي يصبح ا الحاسب مفكرا بذكاء. (سليمة- حفيظة،2023م، ص99).

ان إدماج الذكاء الاصطناعي في هذه المنظومات يزيد من فاعليتها وتدميرها، ويُصعّب التنبؤ بعواقب استخدامها، كما يعزز من احتمالات استخدام هذه الأسلحة في سياقات غير تقليدية أو دون إشراف بشري مباشر، ما يزيد من تهديدها

المباشر للأنظمة البيئية ويفاقم الأثر التراكمي لتدمير الموارد الطبيعية بشكل لا يمكن استرجاعه بسهولة (صلاح ،2010م، ص 107-108).

ان الذكاء الاصطناعي، باعتباره ثمرة الثورة الرقمية المعاصرة، أصبح عنصرًا محوريًا في التحديث العسكري، حيث يُوظّف في أنظمة التحكم، والتوجيه، والاستهداف، والتقدير الاستخباراتي، وحتى اتخاذ القرار العسكري. وتمتاز هذه الأنظمة بسرعتها ودقتها العالية، إضافة إلى قدرتها على العمل باستقلالية نسبية عن التدخل البشري. غير أن هذه القدرات التقنية، حين تُقرن بأسلحة دمار شامل مثل الأسلحة النووية أو البيولوجية أو الكيميائية، فإنها تنتج قوة تدميرية هائلة يصعب ادراك عواقبها أو التحكم في مسارها (مسعد، 2024م، الفقرة 4) .

فعلى سبيل المثال، قد يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في أنظمة إطلاق الصواريخ النووية إلى تسريع عمليات الرد العسكري بناءً على خوارزميات تحليلية قد تخطئ التقدير أو تُستغل عبر هجمات إلكترونية، مما يهدد بإشعال نزاعات نووية غير مقصودة. كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير أسلحة بيولوجية أو كيميائية قد يعزز من فاعليتها وانتشارها دون أن يراعي الاعتبارات الإنسانية أو البيئية، إذ قد يتم اختيار أهداف بيئية استراتيجية كمصادر المياه أو الغابات بهدف إضعاف الخصم، ما يؤدي إلى كوارث بيئية طويلة الأمد.

كما الدمار البيئي الناتج عن هذه الأسلحة لا يقف عند حدود جغرافية معينة، بل يمتد ليطال البيئة العالمية، مما يهدد الأمن البيئي العالمي ككل. فالإشعاعات الناتجة عن الأسلحة النووية تؤثر على التربة والمياه والهواء لعقود، في حين أن الأسلحة البيولوجية قد تخلق أوبئة جديدة تهدد حياة الإنسان والحيوان والنبات، والأسلحة الكيميائية تترك آثارًا مميتة على الصحة العامة والنظم البيئية.

المطلب الثاني: موقف القانون الدولي من استخدام الذكاء الاصطناعي في أسلحة الدمار الشامل.

ان تحليل موقف القانون الدولي الإنساني من استخدام الأسلحة محل الدراسة، والوقوف على مدى قابلية قواعده للتنفيذ، يستلزم التعمق في دراسة المبادئ الأساسية التي يقوم عليها هذا القانون، سواء تلك التي نشأت عبر العرف الدولي، أو التي تم تدوينها ضمن الصكوك والمعاهدات الدولية. ومن بين هذه المبادئ ما يُسهم في فرض قيود قانونية على حرية أطراف النزاع في اختيار وسائل وأساليب القتال، بما يمنع الاستخدام العشوائي أو غير المنضبط لتلك الوسائل، وذلك في إطار مبدأ "تقييد حرية اختيار وسائل وأساليب القتال"، الذي يُجسّد بدوره مبدأ التمييز بين الأهداف المشروعة وغير المشروعة، ومبدأ حظر إلحاق المعاناة غير الضرورية بالأشخاص أو الأعيان المحمية. (الفتلاوي ، 2013م، ص25) .

تؤكد التقارير الحديثة الصادرة عن منظمات كالأمم المتحدة واللجنة الدولية للصليب الأحمر أن إدماج الذكاء الاصطناعي في التسليح، دون وجود حوكمة قانونية واضحة، يمثل تهديدًا غير مسبوق للبيئة، وأن غياب الشفافية والمساءلة في تطوير واستخدام هذه الأنظمة قد يؤدي إلى تجاوزات جسيمة في حقوق الإنسان وتخريب النظم الإيكولوجية. (اللجنة الدولية للصليب الأحمر، 2010، الفقرة 5) .

ومما يزيد من خطورة هذه التطورات أن الأطر القانونية الدولية الحالية، وعلى رأسها اتفاقيات نزع السلاح، واتفاقية الأسلحة البيولوجية (1972)، واتفاقية حظر الأسلحة الكيميائية (1993)، لا تتضمن تنظيمًا دقيقًا لكيفية استخدام

الذكاء الاصطناعي ضمن هذه الأسلحة، ولا تفرض قيودًا كافية على تطويرها أو نشرها. وهذا الفراغ القانوني يُعد ثغرة حرجة يجب على المجتمع الدولي معالجتها بصورة عاجلة. (الأمم المتحدة 1972، الفقرة الأولى)

ومن هنا، تبرز الحاجة إلى تبني اتفاقيات دولية جديدة أو تعديل الاتفاقيات القائمة لتشمل تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي في السياق العسكري، مع التركيز على حماية البيئة كأولوية قصوى. كما ينبغي إنشاء آليات رقابية دولية لمتابعة الأبحاث والتجارب العسكرية التي تستخدم الذكاء الاصطناعي، وضمان التزام الدول بمبادئ القانون الدولي الإنساني والبيئي.

فيما يتعلق باتفاقية الأسلحة غير الإنسانية، فإنها لا تُعرّف الأسلحة المحظورة على أساس كونها مفرطة الضرر أو عشوائية الأثر فحسب، بل تستند إلى مجموعة من المبادئ العامة. وبناءً عليه، فإن القيود التي تفرضها هذه الاتفاقية تُطبق على أي سلاح يخلّ بالمبادئ الأساسية التي تُشكّل الإطار القانوني لهذه الاتفاقية، بغض النظر عن طبيعته أو تسميته (فرنك، 1990، ص471).

اشتملت ديباجة الاتفاقية على أربع فقرات أساسية تُشكّل مجتمعة قيودًا عامة على استخدام الأسلحة، وذلك من خلال إرساء المبادئ التالية:

1.حماية المدنيين :التأكيد على المبدأ العام المتعلق بضرورة حماية السكان المدنيين من الآثار الناجمة عن الأعمال العدائية.

2.تقييد حرية اختيار وسائل القتال :الإقرار بأن "حق أطراف النزاع في اختيار وسائل وأساليب القتال ليس حقًا مطلقًا"، بل يجب أن يخضع لضوابط قانونية وإنسانية.

3.حظر الأسلحة المفرطة الألم :منع استخدام الأسلحة، أو القذائف، أو المعدات الحربية التي تُسبب آلامًا مفرطة وغير مبررة.

4.حماية البيئة أثناء النزاعات :حظر استخدام أساليب ووسائل القتال التي قد تُلحق أضرارًا جسيمة بالبيئة، سواء كانت واسعة النطاق، أو طويلة الأمد، أو شديدة التأثير

ومن ثم، فإن هذه المبادئ الواردة في ديباجة الاتفاقية تُعد مبادئ عامة تُطبّق على جميع أنواع الأسلحة، أيًا كان نوعها، بما في ذلك الأسلحة غير التقليدية. ويُستفاد من ذلك ضرورة استنباط قواعد الحماية التي يكرّسها القانون الدولي الإنساني على الأسلحة ذاتية التشغيل، بحيث لا يصح القول إنها خارج نطاق القيود القانونية أو غير خاضعة لأي ضوابط (الفوالي، 2004، ص 462).

في المحصلة، فإن تسليح الذكاء الاصطناعي بأسلحة الدمار الشامل دون تنظيم قانوني فعال لا يشكل تهديدًا للأمن البشري فقط، بل يشكل خطرًا حقيقيًا على مستقبل الحياة على الكوكب، ويقوّض الجهود الدولية الرامية إلى تحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة للأجيال القادمة.

المبحث الثاني: التأثيرات البيئية والإنسانية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في منظومات أسلحة الدمار الشامل والإطار قانوني دولي لحماية البيئة من هذه التأثيرات.

تهدف هذه الدراسة إلى استعراض نماذج لحروب دولية تم فيها استخدام أسلحة الدمار الشامل، مع تسليط الضوء على الآثار البيئية الجسيمة التي خلّفتها تلك النزاعات. كما تسعى إلى تحليل الجهود التي بذلها المجتمع الدولي للحد من امتلاك هذه الأسلحة وتخزينها واستخدامها. وتولي الدراسة اهتمامًا خاصًا بالتطورات الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي، لا سيما من حيث دوره في تطوير أنظمة تسليح جديدة قد تُفاقم من المخاطر البيئية وتُعقّد من جهود الرقابة والتنظيم الدولي، ان هذا المبحث قد تناول في المطلب الأول الاثار البيئية والإنسانية لاستخدام أسلحة الدمار الشامل المدعومة بالذكاء الاصطناعي في إطار القانون الدولي العام، أما المطلب الثاني قد تناول نحو إطار قانوني دولي لحماية البيئة من الذكاء الاصطناعي العسكري.

المطلب الأول: الآثار البيئية والإنسانية لاستخدام أسلحة الدمار الشامل المدعومة بالذكاء الاصطناعي في إطار القانون الدولي العام

أحدث أسلحة الدمار الشامل، على اختلاف أنواعها، أضرارًا بالغة ومتفاوتة الخطورة على التوازن البيئي، وذلك نتيجة لما تخلّفه من آثار كارثية تطال مكوّنات البيئة الطبيعية والاصطناعية، بما في ذلك الإنسان نفسه الذي يستخدمها ضد بني جنسه. وتزداد هذه المخاطر تعقيدًا في ظل إدماج تقنيات الذكاء الاصطناعي في أنظمة هذه الأسلحة، مما يعزز من دقة استهدافها وسرعة تنفيذها، لكنه في المقابل يُضاعف من صعوبة التحكم في آثارها المحتملة. وبناءً عليه، ستتناول هذه الدراسة أثر كل نوع من أسلحة الدمار الشامل على البيئة، سواء من خلال تحليل مكوّناتها وما قد تُسببه من نتائج مدمّرة، أو من خلال استعراض نماذج واقعية للأضرار التي نجمت عن استخدامها أو اختبارها في سياقات سابقة، مع إيلاء اهتمام خاص لتأثيرات الذكاء الاصطناعي في مخرجات هذه الأسلحة.

أثار الأسلحة البيولوجية على البيئة:

تشير الأسلحة البيولوجية إلى استخدام كائنات دقيقة، مثل البكتيريا والفيروسات والجراثيم، بهدف التأثير على خلايا الكائنات الحية والتسبب في الأمراض أو الوفاة. وغالبًا ما يؤدي استخدامها إلى تفشي الأوبئة وانتشار الأمراض على نطاق واسع، نظرًا لاحتوائها على عوامل بيولوجية عالية العدوى. ومع تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، أضحى بالإمكان تصميم وتوجيه هذه الأسلحة بدقة أكبر، بل وتحديد الأهداف البيولوجية بناءً على تحليلات بيانات حيوية معقدة، مما يزيد من خطورتها ويُعقّد سبل اكتشافها أو احتوائها، ويُثير تساؤلات قانونية وأخلاقية عميقة بشأن سبل تنظيمها والحد من آثارها (مصباح، 1996، ص 31). وفي عام 1942م القت بريطانيا الجمرة الخبيث على جزيرة (غرينارد) ، على مقربة من ساحل اسكتلندا الغربي، لتجربة استخدامها في الحرب فماتت الحياة البرية فيها وتلوثت الجزيرة بشكل خطير جعلها غير مأمونة، لذا تم إغلاقها، وقاموا بنصب لافتات التحذير من الدخول للجزيرة (لعصيمي، 2016م، ص11).

شهدت السنوات الأخيرة دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن أنظمة الأسلحة، مما أثار مخاوف بشأن استخدامها في سياقات قد تُصنّف كأسلحة دمار شامل .أحد أبرز الأمثلة على ذلك هو استخدام الجيش الإسرائيلي لأنظمة ذكاء اصطناعي مثل "Lavender" و "Gospel"خلال النزاع في غزة .تُستخدم هذه الأنظمة لتحليل البيانات وتحديد الأهداف المحتملة، مما يثير تساؤلات حول دقة الاستهداف واحتمالية وقوع أضرار جانبية جسيمة (الموسوعة الحرة، 2025م، الفقرة الأولى) بالإضافة إلى ذلك، أشار تقرير صادر عن وزارة الأمن الداخلي الأمريكية إلى أن التقنيات الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي قد تُسهّل على الجهات الفاعلة غير الحكومية تصور وتنفيذ هجمات باستخدام أسلحة كيميائية أو بيولوجية أو إشعاعية أو نووية . (لوك بار ، 2024م، الفقرة الأولى)

كما حذر خبراء من أن تطور الأسلحة الذاتية التشغيل، مثل أسراب الطائرات بدون طيار المدعومة بالذكاء الاصطناعي، قد يُحدث تأثيرات مدمرة تُشبه تلك الناتجة عن أسلحة الدمار الشامل، خاصة إذا استُخدمت بشكل غير منضبط. (لجنة الحقوق الدولية، 2024م، الفقرة الأولى) على الرغم من أن الطائرات المسيّرة استُخدمت قبل ذلك في عمليات اغتيال محددة في إطار برامج استخباراتية سرّية، فإن الحرب في ليبيا، وخاصة معركة طرابلس بين عامي 2019 و2020، تُعد أول حالة يوثَّق فيها الاستخدام الواسع والعلني للطائرات المسيّرة كسلاح رئيسي في العمليات العسكرية بين أطراف متنازعة داخل نزاع مسلح غير دولي. وقد برز ذلك من خلال توظيف كل من تركيا والإمارات طائرات مسيّرة بشكل مباشر لدعم قوات محلية، مما مثّل تحولًا في طبيعة الحروب بالوكالة وأسلوب إدارة الصراعات المسلحة (زاكاسي، 2022م، الفقرة الأولى). هذه التطورات تُبرز الحاجة الملحة لوضع أطر قانونية وأخلاقية تنظم استخدام الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري، لضمان عدم تفاقم المخاطر البيئية والإنسانية المرتبطة بأسلحة الدمار الشامل .

- أثار استخدام الأسلحة الكيميائية على البيئة.

تُخلّف الأسلحة الكيميائية أضرارًا جسيمة تطال مختلف عناصر البيئة، إذ تؤثر على الإنسان والحيوان والنبات من خلال آليات متعددة للتعرض، مثل الاستنشاق، أو الامتصاص عبر الجلد والعينين، أو التناول الفموي، كما يمكن أن تضر بالنباتات عبر ملامستها للأوراق أو تسربها إلى الجذور عن طريق التربة. ويُعد استخدامها أحد أخطر أشكال التهديد البيئي، نظرًا لقدرتها على إحداث تدمير مباشر للأنظمة البيئية، ومن أبرز الأمثلة التاريخية على الآثار البيئية الكارثية للأسلحة الكيميائية، ما ارتكبه الجيش الأمريكي خلال حرب فيتنام في سبعينيات القرن الماضي، حيث تم استخدام أكثر من خمسين ألف طن من المبيدات الكيميائية، التي رُشّت على مساحة تقارب عشرة آلاف كيلومتر مربع من الغابات والمزارع. وقد أدى ذلك إلى إبادة مساحات واسعة من الأشجار والمزروعات، من خلال استخدام مواد قاتلة للأعشاب، ومثبّطة لنمو النبات، ومواد مجففة وأخرى تعمل على تدمير خصوبة التربة، مما خلّف آثارًا طويلة الأمد على التنوع البيولوجي والزراعة وصحة السكان المحليين (مجلة الجهاد، 2024م، ص 578).

يؤدي استخدام الأسلحة الكيميائية إلى إطلاق مواد سامة تنتقل بسهولة إلى عناصر البيئة المختلفة، سواء عبر المياه أو الهواء. تُستنشَق هذه المواد من قِبل الكائنات الحية، كما تتسرب إلى التربة الزراعية والمسطحات المائية، فتتلوّث الثروات الحيوانية والسمكية، وتنتقل السموم لاحقًا إلى الإنسان عبر الغذاء، مسببة أضرارًا صحية وبيئية جسيمة. ويزداد خطر هذه الأسلحة عند ربطها بأنظمة الذكاء الاصطناعي، التي قد تستخدم في التوجيه الدقيق أو النشر الواسع لمواد كيميائية فتاكة دون إشراف بشري مباشر، مما يعقّد عملية المساءلة ويزيد من احتمالات الكارثة البيئية.

- اثار استخدام الأسلحة النووية.

أما الأسلحة النووية، فإن آثارها المباشرة تشمل ارتفاع درجات الحرارة، الإشعاعات النووية، وتدمير واسع للمظاهر الحياتية في مناطق الانفجار، إلى جانب تلويث الهواء والماء والتربة. وتشمل آثارها بعيدة المدى تشوهات خلقية واضطرابات وراثية تؤثر في الأجيال القادمة، فضلًا عن مساهمتها في اختلال التوازن البيئي وتوسيع ثقب الأوزون. ويُعد قصف مدينتي هيروشيما وناجازاكي عام 1945 مثالًا تاريخيًا يُستند إليه لفهم القوة التدميرية الهائلة لهذه الأسلحة. ومع إدماج تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير وإدارة الأسلحة النووية، تتعاظم المخاطر المحتملة، خصوصًا فيما يتعلق بالقرارات الذاتية للإطلاق أو تحديد الأهداف، ما قد يؤدي إلى أخطاء كارثية أو استهدافات غير دقيقة، تُفاقم من الأثر البيئي والإنساني لهذه الأسلحة.

المطلب الثاني: نحو إطار قانوني دولي لحماية البيئة من الذكاء الاصطناعي العسكري.

اصبحت الحاجة ملحة لوضع إطار قانوني جديد ينظم استخدام أسلحة الدمار الشامل، نظراً لما تشكله من تهديد بالغ على صحة الإنسان والتوازن البيئي بشكل عام. وقد دفع هذا الخطر المجتمع الدولي إلى اتخاذ مجموعة من التدابير الهادفة إلى الحد من انتشار هذه الأسلحة، ومنع تخزينها أو امتلاكها. ومع التسارع الكبير في تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، يزداد القلق من احتمالية تفويض الأنظمة الآلية باتخاذ قرارات مصيرية تتعلق باستخدام الأسلحة النووية، الأمر الذي يثير مخاوف جدية بشأن الأمن البيئي، واحترام حقوق الإنسان، والاستقرار الدولي.

ويكمن التحدي في أن الذكاء الاصطناعي يتميز بسرعته في اتخاذ القرارات وتحليله لكميات هائلة من البيانات، وهو ما يشكل ميزة في أوقات الأزمات التي تتطلب استجابة فورية. إلا أن هذه الميزة قد تتحول إلى خطر جسيم إذا عجز النظام عن تفسير السياق بدقة، كما في حالات الإنذار الكاذب أو الهجمات السيبرانية1 المصممة لخداع النظام. وفي مثل هذه السيناريوهات، قد يؤدي سوء الفهم إلى إطلاق هجوم نووي عن طريق الخطأ، ما ينجم عنه كارثة إنسانية وبيئية لا يمكن تداركها (سلامة، 2025م، الفقرة الثانية).

غُيب عن القانون الدولي المعاصر وجود معاهدات أو اتفاقيات صريحة تحظر تطوير أو تقنين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التطبيقات العسكرية، وهو ما يبرز كأحد أهم التحديات القانونية الراهنة. فقد ظهرت هذه التقنيات بعد تأسيس النظام القانوني الدولي القائم، ولم تتناولها نصوص اتفاقيات لاهاي لعامي 1899 و1907، ولا اتفاقيات جنيف الأربع لعام 1949، ولا البروتوكولان الإضافيان لعام 1977. ومن ثم، أصبح من الضروري وضع إطار قانوني جديد لتنظيم استخدام هذه التقنيات في المجال العسكري، وضبط وظائفها ضمن القوات المسلحة أثناء العمليات الحربية، لا سيما وأن هذه الأنظمة لا تلتزم بالمعايير القانونية والإنسانية الدولية التي تفرض التمييز بين الأهداف المدنية والعسكرية عند تنفيذ عمليات الاستهداف.

1 كلمة يونانية تعني التوجيه او التحكم، واصطلاحاً هي أي عمل عدائي يُنفّذ عبر الفضاء الإلكتروني لاستغلال نقاط الضعف في الأنظمة المعلوماتية أو الشبكات أو الأجهزة سرقة أو تعديل أو تدمير بيانات او. تعطيل خوادم أو أجهزة أو تطبيقات. التشويش على الاتصال أو إسقاط الخدمات.

ويُعزى هذا القصور إلى غياب مقاربة قانونية تتأسس على المعايير الأخلاقية، ما أدى إلى نشوء فراغ تشريعي يذكّر بحالة "الطبيعة الأولى" التي ساد فيها الاضطراب وانعدام الضوابط. ومن هنا تبرز الحاجة إلى إخضاع منظومات الأسلحة الذاتية التشغيل لرقابة بشرية مباشرة، تتيح للعنصر البشري التدخل عند الضرورة لإيقاف أو تعديل الأوامر الصادرة عن أنظمة الذكاء الاصطناعي. فبينما يستطيع الإنسان تمييز الأهداف بما يتفق مع أحكام القانون الدولي الإنساني، تعجز الأنظمة المؤتمتة2 عن إدراك الفروق الدقيقة بين الأهداف العسكرية وتلك المدنية المحظور استهدافه (صلاح وأخرون، 2023م، ص 4-5).

يشهد القانون الدولي تحديات متزايدة في التعامل مع الهجمات ذاتية التشغيل، بسبب صعوبة تحديد المسؤول عن تلك الهجمات، ما يعوق إبرام اتفاقيات دولية فاعلة. وتكشف التطورات الحديثة عن قصور القواعد التقليدية في مواكبة تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يفرض ضرورة تطوير أطر قانونية جديدة تستوعب هذه الظواهر. بدأت بعض الدول، مثل فرنسا، اتخاذ خطوات في هذا الاتجاه بإدماج القانون الدولي في الفضاء السيبراني. ويسعى الاتحاد الأوروبي إلى تشريع قانون شامل ينظم الذكاء الاصطناعي، رغم عدم توافقه مع جميع الدول الأعضاء. أما الولايات المتحدة، فترفض مثل هذه التشريعات خشية إعاقة الابتكار، فيما تواصل الصين تقدمها في هذا المجال. وتُعقّد الممارسات الخبيثة من أطراف ثالثة الوضع، خاصة مع تراجع جهود تقييم المخاطر ووضع ضوابط لاستخدام الذكاء الاصطناعي عسكريًا، مما يتطلب تحركًا قانونيًا دوليًا عاجلًا (المرجع السابق، ص5).

النتائج

تتلخص نتائج هذه الدراسة عي عدة نقاط مبينة كالاتي:

1. تأثير النزاعات المسلحة على البيئة :تؤدي الحروب الحديثة، باستخدام أسلحة متطورة، إلى دمار واسع في الأنظمة البيئية والتنوع البيولوجي، ما يهدد الأمن البيئي إقليميًا ودوليًا.

2. الأمن البيئي كجزء من الأمن القومي والدولي :لم تعد الحروب تُقاس فقط بالخسائر البشرية، بل أصبحت آثارها البيئية طويلة الأمد مكونًا أساسيًا في تقييم الأمن القومي والعالمي.

3.قصور القانون الدولي في منع استخدام أسلحة الدمار الشامل :رغم الحظر القانوني، لا يزال التنفيذ الفعلي يعاني من التسييس وغياب الإرادة الدولية، مما يُبقي البيئة عرضة للأذى في النزاعات الكبرى.

4. مخاطر الذكاء الاصطناعي في المجال العسكري :استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير أسلحة ذاتية التشغيل يهدد البيئة بسبب غياب الإشراف البشري، وضعف نظم التمييز، وعدم وجود تقييم بيئي إلزامي.

2 . كلمة انجليزية أصلها لاتيني وتعني ذاتية الحركة واصطلاحا تعني هو أي مجموعةٍ من المكونات المادية والبرمجيات التي تقوم بتنفيذ مهام أو عمليات أو التحكم في أنظمة معينة بحدٍّ أدنى من التدخل البشري المباشر أو من دونه تماماً، عبر رصد بيئتها، واتخاذ قرارات بناءً على منطقٍ مبرمج أو نماذج تعلمٍ آلي، ثم تنفيذ الأفعال المناسبة.

5. الفجوة القانونية في تنظيم الذكاء الاصطناعي العسكري :يفتقر القانون الدولي إلى ضوابط خاصة تحكم استخدام الذكاء الاصطناعي في الأسلحة، لا سيما عند دمجه مع أسلحة دمار شامل، ما يشكل تهديدًا وجوديًا للأمن البيئي العالمي

التوصيات

1. ضرورة تحديث القانون الدولي الإنساني والقانون البيئي الدولي ليشمل تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي في الأسلحة، مع التأكيد على إدراج الأضرار البيئية ضمن المحظورات أثناء النزاعات المسلحة، وإبرام اتفاقيات أو بروتوكولات جديدة تنظم هذا المجال.

2. ضمان الرقابة والمساءلة :إنشاء هيئة مستقلة تحت مظلة الأمم المتحدة لمراقبة استخدام الذكاء الاصطناعي عسكريًا وتقييم الأضرار البيئية، مع صلاحيات للتفتيش وتحميل المسؤولية، وتفعيل دور المحاكم الدولية في محاسبة الأفراد والدول.

3. تعزيز السلامة والشفافية في استخدام الأسلحة الذكية :إلزام الدول بإجراء تقييم بيئي قبل تطوير أو استخدام أي سلاح ذكي، والإبقاء على العنصر البشري في التحكم بهذه الأسلحة لتفادي الكوارث، مع فرض حظر صارم على دمج الذكاء الاصطناعي بأسلحة الدمار الشامل.

4. دعم الأبحاث في قياس الأثر البيئي للأسلحة الذكية وتطوير تكنولوجيا عسكرية صديقة للبيئة، إلى جانب توعية صنّاع القرار والمطورين العسكريين بالقوانين ذات الصلة، وتعزيز التعاون الدولي لتبادل الخبرات ووضع معايير موحدة.

قائمة المراجع

الأمم المتحدة، اتفاقية حظر استحداث وإنتاج وتكديس الأسلحة البكتريولوجية (البيولوجية) والسمية وتدمير تلك الأسلحة. (س.ت).

الفتلاوي، أ. ع. ن .(2013) .مشكلة الأسلحة التقليدية بين جهود المجتمع الدولي والقانون الدولي العام . بيروت: منشورات زين الحقوقية.

الفولي، ح. أ .(2004) .الرأي الاستشاري لمحكمة العدل الدولية بشأن مشروعية التهديد باستخدام الأسلحة النووية أو استخدامها (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الحقوق، جامعة عين شمس.

الشيخلي، ع. ا .(2009) .حماية البيئة في ضوء الشريعة والقانون (الطبعة الأولى). بيروت: منشورات الحلبي الحقوقية.

العصيمي، ع. م. ح .(2016) .الآثار المدمرة للحرب على البيئة والمبادئ الدولية لحمايتها في ظل النزاعات المسلحة .ورقة مقدمة في مؤتمر البيئة، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية.

الطائرات بدون طيار المدعومة بالذكاء الاصطناعي كأسلحة دمار شامل محتملة. (2024, أبريل 5).Opinio Juris

اللجنة الدولية للصليب الأحمر. (س.ت). موقف اللجنة الدولية من منظومات الأسلحة ذاتية التشغيل .

الـمجلة الدولية للصليب الأحمر .(فنريك، و. ج.) (1990). اتفاقية الأسلحة التقليدية: معاهدة متواضعة لكن مفيدة .المجلة الدولية للصليب الأحمر. - مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية .(2020) . الآثار البيئية لاستعمال أسلحة الدمار الشامل في الحروب الدولية .المجلد 9.

المهدي، م. ص. ط .(2021) .التعليم والتحديات المستقبلية في ضوء فلسفة الذكاء الاصطناعي .مجلة تكنولوجيا التعليم والتعلم الرقمي، كلية التربية – جامعة المنصورة.

الموسوعة الحرة ويكيبيديا، استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي مثل "Lavender" و "Gospel"في النزاع بغزة. (س.ت).https://en.wikipedia.org/wiki/AI-assisted_targeting_in_the_Gaza_Strip .

إيفان زاكانيني وآخرون، (2022م) ماذا لم تحدث الطائرات بدون طيار ثورة في الحرب: مسابقة. (س.ت) MIT .

بايج، إ. (س.ت). ما الهدف من الأمن البيئي؟

جودة، ل. م. ع. س .(2024) .ضوابط استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال التسليح .مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، 10.(35)

صلاح وآخرون (2023) دمج الذكاء الاصطناعي في المجال العسكر.

عمارة، م .(2009) .مقومات الأمن الاجتماعي في الإسلام (الطبعة الأولى). القاهرة: مكتبة الإمام البخاري.

سليمة، غ.، & حفيظة، ي .(س.ت). ضبط الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي .مجلة التراث، جامعة بومرداس (الجزائر)، 14.

لوك بار (2024) وزارة الأمن الداخلي الأمريكية. (س.ت). تقرير عن خطورة الذكاء الاصطناعي في تسهيل هجمات بأسلحة دمار شامل. ABC News. https://abcnews.go.com/Politics/emerging-ai-technologies-make-easier-bad-actors-conceptualize/story?id=109749169 .

مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية .(2024) .المقال 35 .المجلد 10.

مصباح، ع. هـ .(1996) .الأسلحة البيولوجية والكيميائية بين الحرب والمخابرات والإرهاب .القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.

سلامة، (س.ت). مخاطر سيطرة الذكاء الاصطناعي .مركز شاف للدراسات المستقبلية .

مسعد، م. (س.ت). القلق من استخدام الذكاء الصناعي لتصنيع الأسلحة البيولوجية والكيميائية .المجلة.

Environmental Security Amid the Development of Artificial Intelligence and Its Use in Weapons of Mass Destruction Systems: A Study in the Light of Public International Law

Amna Ramadan Ali
Department of Public International Law, Faculty of Law, University of Sirte, Sirte, Libya

Abstract

This study examines the growing threats to global environmental security resulting from the integration of artificial intelligence (AI) into military applications, particularly weapons of mass destruction. The research aims to explore the legal and environmental implications of this development and assess the challenges posed by the inadequacy of current international legal frameworks. Using an analytical-deductive methodology, the study analyzes relevant international legal texts and the environmental risks associated with autonomous military systems, linking them to key principles of public international law, especially those related to environmental protection during armed conflict. The findings reveal that AI-powered weapons of mass destruction pose unprecedented risks to ecosystems due to their unpredictability and autonomous decision-making capabilities, threatening fundamental principles of international humanitarian law and increasing the likelihood of cross-border environmental disasters. The study concludes that a binding international legal framework is urgently needed to regulate military uses of AI, incorporating environmental and humanitarian considerations, and enhancing international oversight and transparency. This would help ensure a balance between technological progress and global environmental protection.

Keywords: Environmental security; artificial intelligence; weapons of mass destruction; international law; armed conflict; legal regulation.