

تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية: الواقع والتحديات ذات الصلة.

Nanotechnology in Military Industries: Reality and Related Challenges.

صبرينة مزياي، المدرسة الوطنية العليا للعلوم السياسية (الجزائر)، meziani.sabrina@enssp.dz

تاريخ النشر: 2021/12/16

تاريخ القبول: 2021/11/15

تاريخ الاستلام: 2021/10/01

ملخص:

تعد تكنولوجيا النانو من التقنيات الناشئة في مجال الصناعات العسكرية التي بدأ الاهتمام بها في الآونة الأخيرة بعد توجه الدول للبحث عن الأسلحة الأكثر كفاءة ودقة والأقل من حيث التكلفة الانتاجية، حيث تمتلك تكنولوجيا النانو القدرة على انتاج أنظمة أسلحة تتميز بالدقة الميكانيكية في توجيه الضربات وإصابة الأهداف وبالتالي تقديم ميزة توفيق تساعد على تغيير الشكل التقليدي لإدارة الحروب والصراعات في المستقبل.

لأجل ذلك، تقدم هذه الدراسة لمحة عامة عن تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العسكرية كما تحدد فائدة ومصير إدخال هذه تكنولوجيا في الصناعة العسكرية على الأقل خلال الفترة الحالية والمستقبل المنظور باعتبارها تكنولوجيا دخيلة على الصناعة العسكرية، كما توضح الدراسة كذلك معظم المخاطر التي يطرحها استخدام تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية على الأمن والاستقرار، لتضع الدراسة في الأخير توصيات عامة للتخفيف من المخاطر التي تشكلها تكنولوجيا النانو.

كلمات مفتاحية: التكنولوجيا، تكنولوجيا النانو، الصناعات العسكرية، التقنيات الناشئة، التحديات.

Abstract:

Nanotechnology is one of the emerging technologies in the field of military industries, which has begun to pay attention recently, after countries went to search for more efficient, accurate, and least cost-effective weapons. Nanotechnology has the ability to produce weapon systems that are characterized by mechanical accuracy in directing strikes and hitting targets. Thus, providing an advantage that helps to change the traditional form of managing wars and conflicts in the future.

For this reason, this study provides an overview of nanotechnology and its military applications. It also determines the benefit and fate of introducing this technology into the military industry, at least during the current period and the foreseeable future, as it is an alien technology to the military industry. The study also shows most of the risks posed by the use of nanotechnology in industries. Finally, the study provides general recommendations to mitigate the risks posed by nanotechnology.

Keywords: Technology; nanotechnology; military industries; emerging technologies; challenges.

المؤلف المرسل: صبرينة مزياني

1. مقدمة:

كانت التكنولوجيا ولا تزال عاملاً حاسماً في تطور شكل الحرب بداية من دورها في صناعة الأسلحة التقليدية وصولاً إلى مرحلة الحرب العالمية الثانية أين بدأت الدول الكبرى ببناء مراكز بحوث متخصصة في مجال التكنولوجيا والابتكار العسكري في كل ما هو مرتبط بالأسلحة النووية، ولم يتضاءل دورها حتى بعد خروج العالم من بوتقة الحروب التقليدية نحو الحروب الجديدة بل زاد وبشكل كبير لتفسح المجال أمام حروب جديدة تقوم على الأسلحة الأكثر تطوراً.

نتيجة لذلك عرف العالم توزيعاً للعديد من التكنولوجيا العسكرية الناشئة والتي بدأت مع حرب الخليج والحرب العالمية على الإرهاب كالطائرات بدون طيار العسكرية والطابعة ثلاثية الأبعاد وتكنولوجيا النانو التي أصبحت أبرز ابتكارات الحرب في القرن الحادي والعشرين كواقع يفرض نفسه وأساساً لأي امتياز عسكري مستقبلي يمكن أن ينقل العالم من مرحلة الأسلحة التقليدية حديثة العهد إلى الأسلحة الجزيئية الدقيقة.

ليثير هذا العديد من التساؤلات حول دور تكنولوجيا النانو في تغير الطريقة التي تشن بها الحرب خاصة وأنها بالنسبة للعديد من الدول ستعمل على تغيير ميزان القوى والمشهد الجيوسياسي على المستوى الدولي من خلال قدرتها على تمكين فئة جديدة من الأسلحة ما يؤكد على صحة الفرضية التي قدمها الاستراتيجيين والباحثين في الشؤون العسكرية والحروب الجديدة حول العلاقة بين التكنولوجيا والشؤون العسكرية واعتبارها علاقة حقيقية لها تأثير مباشر على حرب ونتائجه، لذلك، تبحث هذه الدراسة في

واقع الاستخدام العسكري لتكنولوجيا النانو في الحرب والتهديدات التي يخلفها هذا الاستخدام من خلال طرح الإشكالية التالية: كيف يؤثر انتشار استخدام تكنولوجيا النانو في المجال العسكري على طبيعة الحرب؟.

بناءً على هذه الإشكالية يمكن صياغة الأسئلة الفرعية التالية:

- هل تعزز تكنولوجيا النانو الصناعة العسكرية؟.
 - ماهي أبرز التطبيقات العسكرية التي استخدمت تكنولوجيا النانو في صناعتها أو تعديلها؟.
- أما بالنسبة لفرضية الدراسة فقد صيغت على النحو التالي: تؤثر تكنولوجيا النانو على تطور الصناعة العسكرية بالشكل الذي يجعل من الحرب أكثر تعقيداً نظراً لتعاملها مع المواد في صيغتها الجزيئية. وقد اعتمدت هذه الدراسة في اطار الإجابة عن الإشكالية والتأكد من صحة الفرضية على كل من: المنهج التاريخي: الذي ساعدنا في اجراء مسح تاريخي لرصد المحطات التاريخية لبروز مفهوم تكنولوجيا النانو في الدراسات العسكرية، والمنهج الوصفي: والذي يعد ضرورة في أي دراسة خاصة في العلوم الإنسانية والذي برزت أهميته في هذه الدراسة في مساعدته على توضيح المفاهيم التي أثارها الموضوع وفي رصد وتحليل كل متغيرات الدراسة والتوصل إلى تفسيرات دقيقة حول تأثير تكنولوجيا النانو في الصناعة العسكرية من بداية تحديد ظهورها وصولاً إلى مجمل التطبيقات العسكرية التي وظفت فيها.

وفي اطار هذه الدراسة تم الاعتماد على مجموعة من المحاور البحثية لمعالجة هذا الموضوع والمتمثلة في ما يلي:

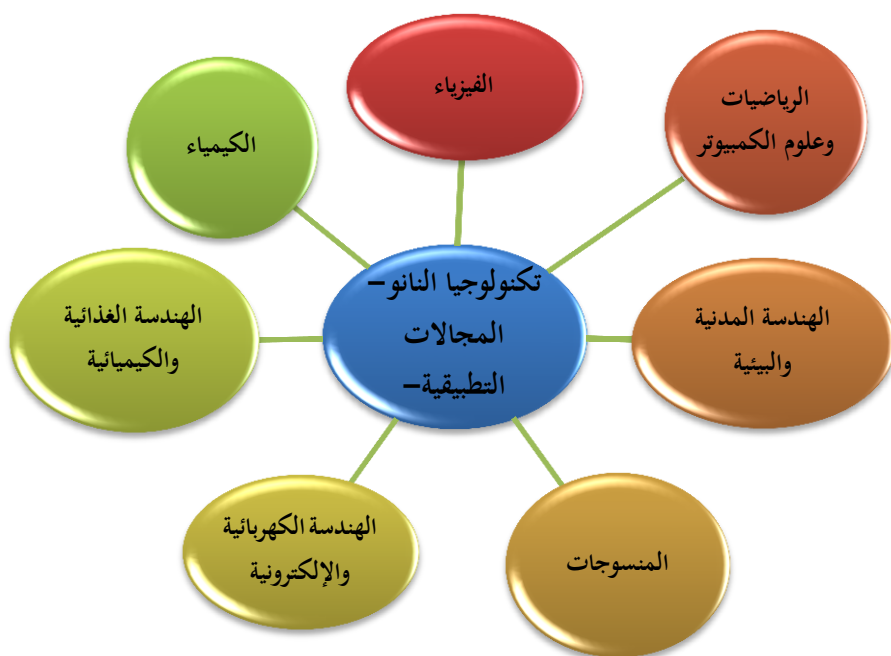
- 1: تكنولوجيا النانو: مدخل مفاهيمي.
- 2: التطبيقات العسكرية لتكنولوجيا النانو.
- 3: الأضرار الناتجة عن الاستخدام العسكري لتكنولوجيا النانو.

2. تكنولوجيا النانو: مدخل مفاهيمي:

يستدعي الحديث عن الاستخدامات العسكرية لتكنولوجيا النانو في بداية الأمر تحديد المقصود بـ "تكنولوجيا النانو" الجيل الخامس في عالم الإلكترونيات والذي يعد من بين الصعوبات التي تواجه أي باحث عند دراسة هذا الموضوع، خاصة وأنها تكنولوجيا بأبعاد متعددة تتداخل في ميادين عديدة حيث

تشمل كل من: ميدان الهندسة والفيزياء من خلال صناعة الإلكترونيات والبصريات، مجال الكيمياء والبيولوجيا من خلال التطبيقات الطبية الحيوية والمستحضرات الدوائية، الرياضيات التطبيقية والمنتجات التجارية كصناعة الأقمشة، لتكون بذلك تكنولوجيا النانو هي نتيجة التقارب بين علوم الأحياء والكيمياء والفيزياء (Clunan & Rodine, 2014, p. 6)، هذا ما جعل مفهوم تكنولوجيا النانو يصنف في خانة المفاهيم الجماعية "**Collective concepts**" والذي يقصد به المفهوم الذي يشمل عدد من التخصصات، وهو ما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم 1: المجالات التطبيقية لتكنولوجيا النانو.



المصدر: من إعداد الباحثة.

2.2 تعريف تكنولوجيا النانو "Nanotechnology":

يعد ريتشارد ب. فاينمان "**Richard P. Feynman**" الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1965 أول من قام بتقديم توضيح لتقنية النانو على الرغم من عدم استخدامه للمصطلح بشكله دقيق وهذا بعد مناقشته المفاهيم التي أسست للتقنية لأول مرة في محاضرته الموسومة بـ: "**There's**

Plenty of Room at the Bottom " في الاجتماع السنوي للجمعية الفيزيائية الأمريكية لعام 1959، وقد اكتفى ريتشارد ب. فاينمان بوصف القدرات التي يمكن من خلالها استخدام آلات صغيرة لصنع آلات أصغر في مستواها الذري بالاعتماد على مواد النانوية (Jr, 2014, p. 1).

ليبدأ فيما بعد تداول مصطلح تكنولوجيا النانو بشكل علمي أكاديمي لأول مرة عام 1974 في جامعة طوكيو من قبل نوريو تانيجوتشي "*Norio Taniguchi*" في إشارة منه إلى قدرة على هندسة المواد بدقة على نطاق المقاييس النانوية - مقياس الجزيئات والذرات - (Ramsden, 2012, p. 101)، أما إريك دريكسلر "*Eric Drexle*" فقد أعطى صياغة دقيقة لمفهوم تكنولوجيا النانو عام 1975 من خلال استخدام مصطلح "تقنية النانو" بشكله الصريح في كتابه الموسوم بـ: "محركات الإبداع: عصر التكنولوجيا النانوية القادمة".

وقد وظف كل جيرد بينينج وهاينريش روهير "*Heinrich Rohrer, ird Binning*" تكنولوجيا النانو في صناعة مجهر المسح النفقي كأول أداة قادرة على أداء العمليات على النطاق الذري لإضافة أو إزالة الإلكترونات الفردية والذي أتاح للباحثين قدرة غير مسبقة على تغيير المواد "من الأسفل إلى الأعلى" ما مكنتهما من الفوز بجائزة نوبل في الفيزياء عام 1986 (Carafano & Gudgel, 2007).

لتظهر بعد ذلك تقنية النانو كحقل علمي في الثمانينيات التي بالرغم من تأخر تطورها مقارنة بتكنولوجيا الحواسيب إلا أنها اكتسبت أهمية كبرى منذ عام 1990 والتي تعد البداية الحقيقية لهذه التكنولوجيا خاصة في المجال العسكري، وعلى اعتبار أن كلمة النانو تشير إلى الدقة وصغر الحجم وفق الكلمة الإغريقية المشتقة منها "*Midget*" فتكنولوجيا النانو بناءً على هذا تعني: وحدة قياس دقيقة وصغيرة تتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بوحدة قياس لا تتعدى 100 نانومتر (جزء من ألف مليون متر)، لديها القدرة على إنشاء صناعة جديدة أو تحويل صناعة موجودة بالفعل، يعتبر مقياس عمل هذه التكنولوجيا أبرز ما يميزها عن غيرها (Fredholm , 2018, p. 147). كما تعرف بعلم وتكنولوجيا الأشياء الصغيرة التي لها القدرة على بناء المواد والأجهزة والأنظمة بدقة ذرية، لذلك يعتبرها البعض جزء من علوم الأحياء المجهرية على أساس أنها تتعامل مع أحجام العديد من الجسيمات الحيوية مثل الإنزيمات والفيروسات التي تقع ضمن نطاق النانومتر (Mansoori & Soelaiman , 2005, p. 1).

وهو نفس ما جاء به التقرير الصادر عن المركز العالمي لتقييم التكنولوجيا لعام 2002 والذي عرف هذه التكنولوجيا على النحو التالي: >> تقنية النانو هي التحكم في المادة على مقياس النانو على المستوى الذري والجزيئي بترتيب يتراوح ما بين 1 إلى 100 نانومتر لإنشاء المواد والمكونات والأنظمة ذات الخصائص والوظائف الجديدة بشكل أساسي بسبب هيكلها الصغير << (فايز ، 2012، ص 49)، ما يعني أن الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر تعطي للمادة التي تدخل في تركيبها خصائص وسلوكيات جديدة من شأنها أن تحدث تغييرات إيجابية في زيادة فعالية الأداء نظراً لكونها: أصغر وأخف، أقوى وأسرع ، أرخص وأقل استهلاكاً للطاقة كما أنها تعمل على مقاومة الأوساخ وتؤخر من عملية الاشتعال كما تتميز بالصلابة والقوة المحسنة مع انخفاض الوزن (فايز ، ص 52).

نستنتج على ضوء ما سبق أن قدرة هذه التكنولوجيا على التعامل مع الأبعاد صغيرة الحجم في علوم الجينوم والعلوم البيولوجية والطبية قد خلقت ثورة بحثية في هذا المجال أمام إمكانية الاستفادة منها في الصناعة العسكرية بحيث يمكن استعمالها من تطوير منتجات في مجالات الطب والإلكترونيات وفق تقنية النانو وإدخالها في مجال الدفاع والأمن وإدارة الحروب، فتوظيف تكنولوجيا النانو في صناعة المواد الكيميائية والأدوية يشجع الدول على استعمالها في صناعة الأسلحة البيولوجية خاصة وأنها بالنسبة للعديد من الدول تكنولوجيا مستدامة لا تعتمد بشكل كلي على المواد المستخرجة من الأرض فهي قادرة على استخدام المخزونات القائمة من المواد المنتجة من قبل، لتصبح بذلك تكنولوجيا النانو تكنولوجيا الاستخدام المزدوج المدني والعسكري الذي تركز عليه هذه الدراسة والذي أثير حوله العديد من التساؤلات حول البدايات الأولى لدخول تكنولوجيا النانو المجال العسكري (Mguinness & Fittipaldi, 2005, p. 8).

2.3 بداية انتشار تكنولوجيا النانو في المجال العسكري:

يعد تحديد بداية انتشار تقنية النانو في المجال العسكري الخطوة الأولى نحو فهم وبشكل عملي تطبيقي تأثير هذه التكنولوجيا على مستقبل الحرب وتغيرات البيئة الأمنية، فهو أكثر من مجرد سرد تاريخي للأحداث حيث يتضمن إبراز لأسباب انتشار هذه التكنولوجيا وأهداف المراد تحقيقها ونماذج عن الدول التي اهتمت بإدراجها ضمن بحوثها العسكرية والتي بدأت مع نهاية الحرب الباردة حيث سعت العديد من

الدول لتطبيق تكنولوجيا النانو العسكرية بتخصيص ميزانيات مالية كبرى لبحث والتطوير فيها بسبب التغيرات التي عرفتتها البيئة الدولية والتي تميزت بـ:

- المنافسة بين القوى الكبرى لتعزيز النفوذ في السياسة العلمية.
- تنامي ظاهرة سباق التسلح للبحث عن أسلحة أكثر كفاءة ذات الدقة العالية والتكلفة الإنتاجية المنخفضة والتي تتميز بصغر الحجم ولا تحتاج إلى مستودعات ضخمة لتخزينها تعمل على دعم القوات المسلحة بمواد جديدة ومتطورة.

- نهاية التهديد عسكري الوجودي بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفياتي سابقاً وبداية التركيز على الحروب منخفضة الكثافة ومكافحة الإرهاب (Nichols, 2014, p. 21).

تعد الصين أول من اهتم بتكنولوجيا النانو واستعمالاتها العسكرية حتى قبل نهاية الحرب الباردة بالتحديد سنة 1986 حين كتب اللواء صن بيلين "Beilin Sun" من الأكاديمية الصينية للعلوم العسكرية مقالاً بعنوان: "أسلحة التكنولوجيا النانوية في ساحات القتال المستقبلية" والذي وصف فيه التطبيقات المحتملة لهذه التكنولوجيا في الحروب المستقبلية الأمر الذي دفع الصين لتنفيذ العديد من البرامج البحثية التي تهدف إلى تطوير تقنيات جديدة متنوعة الاستخدامات قائمة على تكنولوجيا النانو كالبرنامج الوطني للبحث والتطوير في مجال التكنولوجيا المتقدمة والذي يحفز على تطوير التقنيات المتقدمة في مجموعة واسعة من المجالات مع التركيز على تكنولوجيا النانو كأولوية بالإضافة إلى البرنامج الوطني للبحوث الأساسية والذي يسعى إلى تحسين القدرة على الابتكار عبر مشاريع تتضمن تقنية النانو (Nichols, p. 22).

لينتقل الاهتمام بهذه التقنية من الصين إلى الولايات المتحدة الأمريكية التي أدركت تدرك أهمية تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية كونها أكثر من يستثمر في التكنولوجيا العسكرية لتحقيق ميزة التفوق الاستراتيجي من خلال سعيها الدائم لدعم القرارات والسياسات التي تشجع على التطور العلمي والتكنولوجي، كالدور الذي تقوم به وكالة الأبحاث المتقدمة للدفاع لابتكار أسلحة وأساليب تشغيلية جديدة تساعد على التغلب بسهولة على أكبر الدفاعات التقليدية **كتطوير تقنيات المعلومات ذات الاستخدام المزدوج** **والذكاء الاصطناعي** بهدف الوصول إلى مرحلة امتلاك أسلحة أصغر وأخف وزناً وأكثر دقة والتي يمكن تسليمها من المسافات الطويلة (Van Atta, November 2017, p. 4).

وأكد وزير الدفاع السابق كليفور "Clifford Lau" على أهمية هذه التكنولوجيا بقوله أن تكنولوجيا النانو ستؤدي إلى ثورة جديدة في الشؤون العسكرية لما تتمتع به من قدرات تفوق الأسلحة النووية ما قد يؤدي إلى تغيير ميزان القوى والحرب، لذلك، قامت وزارة الدفاع الأمريكية في منتصف التسعينات بالاهتمام بتكنولوجيا النانو وتحديد كواحدة من مجالات البحث الاستراتيجية الستة التي أجريت العديد من الدراسات والأنشطة من أجل تخصيص استثمارات عديد لتطويرها في مراكز البحوث كمختبر أبحاث الجيش ومختبر أبحاث القوات الجوية ومختبر البحوث البحرية والتي وفرت النتائج والأدوات المناسبة للسلطات الأمريكية من أجل تطوير سياسة داعمة وطنية حقيقية لصالح تكنولوجيا النانو بهدف الحفاظ على ميزتها الاستراتيجية في التدفق وتحسين أداء أنظمة الأسلحة الحالية وتطوير أنظمة جديدة والتي كانت نتيجتها إنشاء معهد تكنولوجيا النانو الجندي في سنة 2002 *Institute for Soldier Nanotechnologies*) كجهة تنسيقية للجيش لإجراء البحوث الأساسية في مجال تكنولوجيا النانو للتطبيقات المقدمة للجندي المستقبلي (Clunan & Rodine, p. 1).

والهدف من هذا المعهد هو بناء وتطوير شبكات ذكية مهيطة بالجندي تعمل على: مراقبة اللياقة البدنية والحالة الصحية باستخدام مختلف أجهزة مراقبة معدل ضربات القلب والدم وعدد السرعات الحرارية والتي وفي حالة انتشار عوامل بيولوجية أو بكتريولوجية أو كيميائية في البيئة القتالية يمكن أن تؤدي أنظمة الإنذار النانو الهيكلي إلى سرعة تسليم الأدوية حتى تتمكن معدات البحث والإنقاذ من استخراج الجنود المصابين من ساحة المعركة.

كما طور الباحثون في معهد جورجيا للتكنولوجيا في الآونة الأخيرة ألياف كهرومغناطيسية تستخدم في صناعة الأقمشة التي تعمل على توليد الكهرباء مما يلغي الحاجة إلى وجود البطاريات وبالتالي توفير حجم أكبر من الطاقة الكهربائية التي يمكن استغلالها في تطبيقات أخرى، هذا الذي جعل من الولايات المتحدة الأمريكية الرائد في مجال تقنية النانو حيث يبلغ إجمالي الإنفاق العام والخاص على أبحاث تطوير تكنولوجيا النانو حوالي 3 مليارات دولار سنوياً أو ثلث ما يقدر بنحو 9 مليارات دولار التي تنفق في جميع أنحاء العالم (Carafano & Gudgel).

ومن هنا كان الهدف من استخدام تكنولوجيا النانو في المجال العسكري هو إنشاء أسلحة عسكرية جديدة وبناء مفاهيم قتالية مختلفة قادرة على تعديل الهيكل العسكري من خلال تعطيل التوازن الاستراتيجي العالمي الحالي المبني على القوة العسكرية التقليدية، هذا ما قد يجعل من تكنولوجيا النانو

الحكم الأساسي في ساحة المعركة في المستقبل سواء في: معالجة المعلومات والاتصالات أو في صناعة الروبوتات وغيرها من التطورات التكنولوجية التي من شأنها أن تؤدي إلى تقدم كبير في الشؤون العسكرية (Fredholm , p. 151).

ليكون بذلك دخول تكنولوجيا النانو في مجال الصناعة العسكرية قد جاء لمواكبة التطورات الأمنية الجديدة ومواجهة تحديات البيئة العمليات المعاصرة التي أصبحت تعتمد على كل ما هو متصل بالمعلومات والتكنولوجيا الدقيقة والتي خلقت تحد عالمي للتكنولوجيا مع قيام بلدان أخرى بتنفيذ سياسات تسعى لتحقيق التكافؤ التكنولوجي مع الولايات المتحدة، يمكن توضيح هذا من خلال التطرق إلى مختلف التطبيقات العسكرية التي وظفت فيها تكنولوجيا النانو بهدف ضمان تحقيق الانتصار في مستويات الحرب الثلاثة الاستراتيجي؛ التكتيكي؛ التشغيلي.

3. التطبيقات العسكرية لتكنولوجيا النانو:

يعد دمج تطبيق تكنولوجيا النانو في الصناعة العسكرية العامل المغير للمشهد العسكري والأمني والاستراتيجي في القرن الحادي والعشرين لأنه يوفر إمكانيات تشغيلية جديدة من شأنها تسريع عملية تطوير القدرات العسكرية لمواكبة التغيرات الدولية وتحقيق رغبة الدول في تحديد أولوياتها استجابةً للاحتياجات العاجلة لقواتها العسكرية في مسارح العمليات الحالية أو المتوقعة، لتكون بذلك تكنولوجيا النانو قد خلقت ما يسمى في اللغة العسكرية بـ "مساحة فرص جديدة" لتوظيف القدرات العسكرية قائمة على الأسلحة أكثر تميزاً وهو ما توضحه التطبيقات العسكرية التالية:

1.3 تطبيقات الاتصالات والمعلومات:

تعتبر المعلومات أحد المحددات المهمة لنجاح العملية العسكرية والتي تعتمد على ضرورة توفر وحدة اتصالات تتميز بالسرعة والدقة، لأجل ذلك سعت العديد من الدول إلى الجمع بين تكنولوجيا النانو وتكنولوجيا المعلومات والاتصال لإنشاء أجهزة تتميز بالخفة والسرعة وصغر الحجم والاستهلاك الأقل لطاقة لنشرها بسهولة في ساحة المعركة بهدف الحصول على المعلومات الآنية التي تساعد على تحقيق قيادة استراتيجية أكثر فعالية.

لأن الأجهزة الإلكترونية النانوية تعمل على تعزيز عمليات المعلومات بداية من تجهيز البيانات وتدفق المعلومات وصولاً إلى التوجيه الدقيق للأسلحة وهذا بفعل تطور أجهزة الحواسيب التي تتميز بالسرعة والاستهلاك الأقل للطاقة مما يحسن من قدرات الوعي الظرفي عند إعداد حملة أو تدخل في أزمة، حيث

ستدعم الحواسيب القوية وذات القدرة العالية القائد لتقييم البيانات الصادرة من أجهزة استشعار مختلفة في حالة وجودها على الأرض؛ أو البحر؛ أو الجو أو الفضاء، فعلى سبيل المثال، أكدت بريطانيا بأن أجهزة الاستطلاع والاتصالات المعززة بالنانو مثل الرادار الصغير سيبدأ استخدامها اعتباراً من عام 2030 (Fredholm , p. 151)، وفي سياق تحقيق هدف الوصول إلى بناء شبكة اتصالات متطورة تم تصنيع أجهزة استشعار لها القدرة على المراقبة وتحديد المواقع بدقة كتصنيع أجهزة استشعار نانوية لها القدرة على الكشف عن المواد الكيميائية، والبيولوجية، والإشعاعية والنووية المتفجرة (Clunan & Rodine, p. 7)

2.3 التطبيقات الدفاعية:

استعملت تكنولوجيا النانو بشكل كبير في مجال الحماية العسكرية في تطوير التطبيقات الدفاعية بهدف تحقيق بعض المزايا التشغيلية والتكتيكية من خلال العمل على توفير الحماية للجنود باستعمال المواد النانوية في صناعة المنسوجات العسكرية التي تعمل على تحسين أداء الجندي وضمان صحته من خلال تطوير وتعزيز المدرعات والملابس العسكرية الواقية ضد الرصاص والتي تتميز بـ:

- السماح بدخول الهواء ومنع دخول الغازات السامة من الأسلحة الكيماوية والبيولوجية.
- عمل على توفير الحماية الباليستية وتعديل درجة الحرارة.
- يمكن لها تغيير لونها الخارجي إلى أشكال متنوعة بهدف التمويه والتخفي.
- كما تكسب الجندي مميزات فريدة من خلال العضلات الخارجية المزروعة داخل الزي العسكري لتمكنه من القفز فوق الجدران التي يساوي أو يفوق طولها ستة أمتار (Clunan & Rodine, pp. 4-6).

ويوضح الشكل التالي الزي العسكري الذي تمت صناعةه بالاستعانة بالمواد النانوية وفق الخصائص

السابقة:

الشكل رقم 2: الزي العسكري المصنوع من مواد نانوية.



أفضل-التقنيات-العسكرية-التي-

المصدر: <http://www.arabfeed.com/2016/05/11/>

يجرى-تطور/

ويعد نموذج الزي العسكري الذي قام المعهد الأمريكي بصناعته الأكثر انتشارا لكونه يتميز بخفة الوزن وراحة والتقنية عالية التي توفر للجندي في المستقبل القدرة على الإحساس بالحالة الصحية لمرتديها حيث يمكن أن تولد ردود فعل سريعة عن طريق إطلاق مواد تخدير من أجل ضغط الجروح مما يساعد الجندي على التقدم في ساحة المعركة وهذا بفعل استعمال العوامل النانوية الغازية.

ليكون هذا الزي العسكري تجسيدا لفكرة الرجل الحديدي الذي هو عبارة عن مشغل مغطى جسمه بالكامل بالدروع التي توفر له قوة بشرية فائقة وأسلحة متطورة وأنظمة خارج الحواس، وعلى الرغم من أن هذه التحسينات لا تزال قيد الاختبار والتجريب إلا أن هذا الزي و غيره من التقنيات الجديدة تعمل بشكل متزايد على توسيع قدرات مقاتلي الحرب اليوم (Harrison, 2017, p. 10).

وهو نفس الهدف الذي سعت روسيا لتحقيقه من خلال انشائها للمؤسسة الروسية لمشروعات البحوث المتقدمة التي تركز على الأبحاث عالية المخاطر والتي تم تصميمها لتطوير أنظمة الأسلحة والدفاع التي يمكن استخدامها بحلول عام 2030/2025 (Nichols).

بالإضافة لما سبق وفي سياق التطبيقات الدفاعية تم توظيف تكنولوجيا النانو في صناعة أجهزة مختصة في نزع الألغام والكشف عنها والتي تمتاز بصغر الحجم وسهولة حملها في ميادين القتال بالإضافة إلى إمكانية استخدامها في إيقاف أوامر تشغيل العديد من الأجهزة، فضلا عن استخدام طلاء النانو بهدف

الدفاع عن أجهزة استشعار حيث يوفر طلاء واق التردد اللاسلكي الخصوصية والأمان لحماية المباني والشبكات اللاسلكية (Clunan & Rodine).

3.3 التطبيقات الهجومية:

استخدمت المواد النانوية لتحسين وتعديل الأسلحة الهجومية تماشياً مع التقدم التكنولوجي وتغيرات البيئة الأمنية ورغبة الدول في تحقيق قوة هجومية مضاعفة للأسلحة التقليدية، وكانت البداية مع المتفجرات حيث كان معظم الاهتمام منصب حول تطويرها وجعلها سريعة الانتشار وذات كثافة طاقة عالية وكانت المواد النانوية الحيوية أحسن وسيلة لتحقيق هذا الهدف لأنها تُظهر كثافة طاقة أكبر من تلك الموجودة في المتفجرات التقليدية.

وتعد روسيا مثالا حي عن تطوير المتفجرات بواسطة تقنية النانو حيث أعلنت في عام 2007 عن تطويرها للقنبلة الملقب بـ **Dad of All Bombs** والتي تعد أكبر قنبلة غير نووية تحتوي على كمية أقل من المتفجرات مع قدرة وفاعلية أكبر على انفجار مرتين من القنابل العادية، ما يؤكد على صحة ما تم تقديمه في تعريف تكنولوجيا النانو أن العمل بالجزئيات الأصغر يكون أكثر فاعلية (Nichols).

أما فيما يخص أسلحة الدمار الشامل سعت العديد من الدول لتحديث وتطوير هذه الأسلحة وأنظمة إيصالها وتكنولوجياها الأساسية خاصة فيما يتعلق بالأسلحة النووية، وقد أكدت مارا براتلاند **Mara Bratland** مهندسة في شركة فورتشن للأجهزة الطبية على دور تكنولوجيا النانو في تطوير الأسلحة النووية واستخدامها في المستقبل كاستعمال طلاء النانو لتثبيت المواد شديدة الانفجار لجعل التعامل مع الرؤوس النووية أكثر أماناً.

كما استعملت كذلك المواد النانوية في تصميم الجزئيات ومعالجتها بخصائص محددة وتحويلها إلى عوامل كيميائية قادرة على التسبب في نتائج كارثية تتراوح بين العجز المؤقت حتى الموت، بالإضافة إلى بناء ناقلات كيميائية حيوية متعددة الطبقات يمكنها التحكم بسهولة في انتشار العوامل البيولوجية والكيميائية وتثبيتها لأطول وقت ممكن بفعل تنوع وسائل إيصالها (Harrison).

بالإضافة إلى ذلك، استخدمت المواد النانوية في تحسين صناعة الروبوتات العسكرية خاصة الطائرات المقاتلة والمركبات الجوية الصغيرة التي يطلق عليها بـ **طائرة النانو** والتي تسعى إلى خلق فرص تشغيلية جديدة ومساعدة المهندسين على التعامل مع بعض أوجه القصور من خلال زيادة القدرة على

البقاء والتحمل بفضل المواد النانوية التي تمكن الطائرات بدون طيار من التخفي لوقت أطول دون أن يتم اكتشافها أثناء العمليات القتالية أو أنشطة الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع مما يساعد على إصابة الهدف في أي وقت ومن أي مكان وبدقة ميكانيكية مع هامش خطأ أقل (Hitoshi, 2012, p. 660).

فضلا عن قدرتها على تخفيف القوى والمخاطر السياسية لصانعي القرار بتقليل من الإصابات بين قوات الجيش كونها بالنسبة للبعض تتخذ قرارات أقل خطأ من البشر المسلحين، وبهذا تكون المواد النانوية عامل حاسم في التحرك نحو إخراج البشر من منصات التحكم والسيطرة وزيادة استقلالية الطائرات بدون طيار بالشكل الذي يزيد من تعقيد بيئة الحرب المستقبلية ويجعلها أكثر ضبابية من ذي قبل.

فضلا عن هذا، تم كذلك الاستعانة بالمواد النانوية لتحسين المكونات مختلفة من نظام الليزر بزيادة الكفاءة الكهربائية لأسلحة الليزر ذات الحالة الصلبة وجعلها قابل للنشر كسلاح، هذا ما يفسر على الرغم من سرية الموضوع التلميح الذي قدمته الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2013 بشأن اهتمامها بنشر سلاح ليزر في حالته الصلبة كقوة مضادة لصواريخ الباليستية النووية (Hitosh, 2013).

ولم يقتصر دور تكنولوجيا النانو على تحسين الأسلحة التطبيقات الهجومية فقط بل تجاوز ذلك نحو التصنيع والابتكار، حيث استخدمت التكنولوجيا في تصنيع المنصات التي سيكون لديها القدرة على التكيف مع جميع الظروف المناخية والبيئات القتالية كإنشاء المنصات الهوائية القادرة على العمل من القواعد البرية والبحرية بغض النظر عن القيود البيئية، كما تم الاستفادة من هذه التكنولوجيا في صناعة الروبوتات صغيرة الحجم التي يتم استعمالها في نشر الفيروسات السامة البيولوجية والكيميائية بهدف القتل أو تعطيل وظائف محددة في الدماغ للتأثير والسيطرة على العقل لإخضاع الضحايا، حيث يمكن لـ "محايات العقل النانوية" أن تعدل أو حتى تمحو ذاكرة الشخص عن طريق إحداث سلسلة متعاقبة من "الحقول الصغيرة" وغير الملحوظة التي تستهدف مناطق معينة في الدماغ مما يؤدي إلى ظهور أعراض شبيهة بمرض الزهايمر (Greg, 2008) وبهذا تحقق هذه الروبوتات الهدف من الحروب الجديدة بالوصول إلى أفضل النتائج بأقل تكلفة وفق مبدأ السرية لأن المتطور تكنولوجيا دوما ما يبحث على اختيار الوسائل العسكرية السرية لتحقيق أهدافه السياسية دون المجازفة بالحرب.

لنستنتج من خلال هذه التطبيقات العسكرية كيف تعمل تقنية النانو كقوة تمكين مضاعف لصناعة العسكرية في إدارة الحروب الجديدة والتي مكنت الجيوش من إنتاج الأسلحة التي يحتاجونها في

العمليات القتالية بسرعة متجاوزين بذلك كل تعقيدات خطوط الإمداد والإنتاج ما قد يجعلها أكثر التقنيات استعمالاً في صناعة الأسلحة المستخدمة في ساحة المعركة في المستقبل القريب، إلا أن هذه التطبيقات لم تمنع من إثارة التساؤلات حول الأضرار الناجمة عن تكنولوجيا النانو واستعمالها العسكرية المختلفة على الأمن خاصة وأنه في مجال السياسة الأمنية دوماً ما ترتبط فوائد ومخاطر التقنيات الجديدة ببعضها البعض.

4. الأضرار الناتجة عن الاستخدام العسكري لتكنولوجيا النانو:

بصرف النظر عن الفوائد الواضحة من إدماج تكنولوجيا النانو في المجال العسكري والتي أكسبت الجيوش ميزة إضافية هجومياً ودفاعاً، إلا أنه هناك حاجة إلى التركيز بشكل خاص على الأضرار المحتملة الناجمة عن هذه التكنولوجيا فيما يخص مستقبل الحرب والأمن، خاصة وأن إنشاء ونشر أسلحة النانو قد يشكل تهديداً "وجودياً" محتملاً يمكن أن يكون أكثر خطورة على الاستقرار من الأسلحة النووية، وهو ما أشار إليه لويس أ. ديل مونتني "*Lewis A. Del Monte*" في كتابه "الأسلحة النانوية: تهديد متزايد للإنسانية" والذي اعتبر بأن الأسلحة الجديدة المعتمدة على تكنولوجيا النانو تعتبر أخطر الأسلحة العسكرية التي يمكن أن يواجهها العالم لأنها تشجع الدول على الدخول في منافسة وسباق تسلح جديد من نوعه لا يمكن إدراك خطورته على مستقبل الأمن (Mguinness & Fittipaldi, 2005).

لأجل ذلك، تم توضيح بعض الأضرار الناجمة عن استخدام المواد النانوية في صناعة الأسلحة وتوظيفها في الحروب القادمة، ولم يتم التطرق إلى جميع الأضرار لأن تكنولوجيا النانو مفهوم جديد وبعض الآثار تعتمد على الوقت لذلك يصعب على الخبراء التنبؤ بكل الأضرار الذي قد تحدثها الجسيمات النانوية، وفي ما يلي أهم الأضرار المحتملة التي توصلت لها هذه الدراسة والتي تم تلخيصها في النقاط التالية:

- تشكل طبيعة تكنولوجيا النانو غير قابل للكشف أكبر تحدي يواجهه الأمن والاستقرار لأنها تشجع على استخدام المواد النانوية للإلحاق الضرر بسرعة ودون أن يتم اكتشافها كاستعمالها لتخريب امدادات النفط والإمدادات الغذائية، كذلك توظيفها في التطبيقات التي تشبه إلى حد كبير أسلحة الدمار الشامل الصامته والقوية ضد التجمعات السكانية المدنية أو المراكز الاقتصادية (Mguinness & Fittipaldi, p. 19).

- كما تساهم كذلك في خلق سيناريو تهديد أمني جديدة بسبب سهولة الوصول إليها في ظل تنامي صعود الجهات الفاعلة من غير الدول وخاصة التنظيمات الإرهابية والتي لا يمكن التنبؤ بسلوكها وبقدرة على الوصول إلى هذه التكنولوجيا واستعمالها في حربها ضد الدول، ما يخلق حالة من التنافس الاستراتيجي بينها وبين الدول في الحصول على المواد النانوية واستعمالها للحصول على أكبر قدر ممكن من التفوق التكنولوجي (Fredholm , p. 150).

ويعد السلاح النووي أكثر الأسلحة التي يتم التنافس عليه بين الدول والتنظيمات الإرهابية خاصة في الآونة الأخير بعد عودة الاهتمام بنشره واستعماله في الحروب اللاتماثلية، فإدخال التكنولوجيا النانو على هذا السلاح لإعادة هيكلته وتطويره يزيد من تعقيدات الوضع الأمني أكثر لأنه يضاعف من فرص استعماله في الحروب سواء من قبل الدول أو حتى الجهات الفاعلة للاتماثلية كالتنظيمات الإرهابية (Anton, 2018, p. 21).

-يُكمن الأثر الاستراتيجي الأبرز الذي تخلفه تكنولوجيا النانو في تغير الاستراتيجيات السياسية والعسكرية وتأثير على تكتيكات القوات المسلحة حيث تمنح قوة دفع إضافية لعمليات وتكتيكات جديدة في ميدان المعركة بالنسبة لدول المتقدمة فقط على حساب الدول الأقل تقدماً، حيث عملت التكنولوجيا النانوية العسكرية على زيادة الفجوة بين الدول المتقدمة وتلك الأقل تقدم بل يمكن القول بأن الدول المتقدمة تكنولوجيا تستفيد أكثر من هذه التكنولوجيا على عكس الدول الضعيفة التي لم تستطع التعامل مع التكنولوجيا العسكرية الجديدة ما حال دون قدرتها على الدفاع عن نفسها بفعالية ضدها (Anton, p. 22).

- بالإضافة إلى ذلك زادت خطورة تكنولوجيا النانو بسبب إمكانية حدوث بعض الأعطال التقنية في الأسلحة التي تم تعديلها بالاعتماد على المواد النانوية وأحسن مثال على ذلك هو احتمال فشل بعض الأنظمة العسكرية غير المأهولة في ساحة المعركة وعدم تأديتها للمهام العسكرية المبرمجة من أجلها خاصة وأنها مبنية على تكنولوجيا الكمبيوتر التي يمكن تعطيلها وتحويلها عن مسارها الحقيقي مما يزيد من تعقيدات الوضع العام لكون الأنظمة الروبوتية المستقلة أكثر عرضة للقرصنة والتخريب وإعادة البرمجة من قبل قوات العدو (Anton).

- كما أن الاعتماد على أنظمة الأسلحة المستقلة التي تعمل بشكل حر تجاوز المعايير المبرمجة مسبقاً قد لا يخدم عملياً مصلحة القادة خاصة إذا ما كان هدفهم هو استخدام هذه الأسلحة لجمع

معلومات عالية الدقة للسماح بإعادة تقييم المواقف المتغيرة باستمرار وبطريقة تضمن إنهم يعملون لدعم تحقيق أهداف عسكرية محددة مسبقاً (Hitoshi, Nanotechnology and the Future of the Law of Weaponry, 2015, p. 490).

- بالإضافة إلى ما سبق، نلاحظ بأن أثرها كتكنولوجيا عسكرية جديدة لا يتوقف عند حد زيادة تعقيد الحرب من حيث طبيعة الأسلحة المستخدمة فقط، بل يتجاوز ذلك نحو تحديد الأمن الصحي والبيئي، حيث لا تراعي الدول عند استخدامها لهذه التكنولوجيا التأثير المتعلق بالصحة والبيئة، حيث تقوم المواد النانوية خاصة شديدة السمية المتضمنة في كل من الذخائر وأنظمة الأسلحة الدفاعية والدروع، مثل طلاء النانو بإطلاق العديد من السموم أثناء الاستخدام في ساحة المعركة وحتى بعد نهاية الحرب حيث يبقى أثر هذه السموم متواصل لأنه من الصعب بما كان وخلال فترة وجيزة التخلص منها (Fredholm , p. 180).

ومن هنا يسقط مبدأ شرعية هذه التكنولوجيا واستخداماتها العسكرية لأنها لم تفي بمتطلبات مبدأ التناسب الذي يعني في لغة الحرب تحقيق الموازنة بين الأضرار والمكاسب العسكرية فهي تسبب في أضرار مفرطة في صفوف المدنيين مقارنة بالمكاسب العسكرية المتوقعة من الهجوم، وبهذا تكون تكنولوجيا النانو قد جعلت الحرب أكثر سهولة وأقل تكلفة مقارنة بغيرها من التقنيات، لأنها قللت من تكلفة إنتاج العديد من الأسلحة خاصة فيما يتعلق بأسلحة الدمار الشامل والأسلحة البيولوجية من خلال تعزيزها لآليات تسليم العوامل السامة النانوية القادرة على اختراق جسم الإنسان وخلاياه في وقت قصير. وبناءً على ما سبق نرى بأن الأضرار الناتجة عن الاستخدام تكنولوجيا النانو والتي زادت من تعقيد الحرب كانت نتيجة لـ:

-عدم وجود معاهدة دولية تنظم بشكل خاص استخدام تكنولوجيا النانو للأغراض العسكرية وفق ضوابط ومبادئ معينة، الأمر الذي يحول دون التحكم في طريقة استخدامها سواء من قبل الدول وحتى الجهات الفاعلة الأخرى، ما يطرح تحدي قانوني حول كيفية تفسير استعمال الأسلحة المدعومة بالتكنولوجيا النانوية، أو حتى على الوسائل التقليدية للحرب في بيئة تستخدم فيها الجسيمات النانوية المهندسة على نطاق واسع وبكثافة عالية من الناحية القانونية (Hitoshi, Nanotechnology and challenges to international humanitarian law: a preliminary legal assessment , p. 488).

- عدم قدرة العديد من الجيوش على تقبل الثقافة التنظيمية التي تتبنى التكنولوجيا العسكرية الجديدة، لأنها بالنسبة لها تعطل التقاليد والعقيدة العسكرية الحالية.

5. خاتمة

نستنتج في ختام هذه الدراسة أن استخدام تقنية النانو في المجال العسكري قد فرضت نفسها كعهد جديد في الشؤون العسكرية بدأ الاهتمام بها وتطويرها بالنظر إلى كل ما تمتلكه من خصائص جعلت منها ضرورة ملحة لا بد من توفرها من أجل تحقيق ميزة التفوق العسكري، ولكن على الرغم من كل مميزاتها في تطوير التقنيات والقدرات القتالية إلا أنها أثرت وبشكل سلبي في الحرب ومستقبلها حيث زادت من ضبابية هذه الأخيرة وتعقيداتها في المستوى الاستراتيجي والعملياني.

ليطرح بذلك الإستخدام العسكري لتكنولوجيا النانو إشكال مهم تبلور في ضرورة إعادة النظر في كيفية تعريف الحروب وطريقة خوضها في المستقبل القريب والبعيد، لأن الاستمرار في تطوير هذه التكنولوجيا واستعمالها لن يتوقف مادامت الدول دوما ما تبحث عن تحقيق مصلحتها بالانتصار في الحروب التي تخوضها في ظل غياب سلطة مركزية لها القدرة على التحكم في مسار هذا التطور وتحديد حدوده وفرضها على جميع الدول .

لذلك، وفي ظل استمرار الدول في تطوير تقنية النانو لجعلها واقع في الصناعة العسكرية بغض النظر عن التحديات الأخلاقية والأمنية، تقدم هذه الدراسة مجموعة من النتائج والتوصيات التي توصلت إليها الباحثة في سياق هذه الدراسة، والتي تتمثل في ما يلي:

- تمتلك تقنية النانو القدرة على إحداث تطورات ثورية في مجالات عديدة من علم المعادن والطب إلى القوة العسكرية.

- تهدف التطورات في تكنولوجيا النانو إلى إحداث ثورة في الحرب الحديثة من خلال تطوير تطبيقات مثل أجهزة استشعار النانو والذكاء الاصطناعي والروبوتات النانوية.

- كما هو معروف كل تكنولوجيا جديدة تظهر تحاول فرض نفسها في ساحة المعركة، وبالتالي لا بد من إدراك مدى فعالية تكنولوجيا النانو بوصفها تكنولوجيا عسكرية جديدة في دعم الصناعة العسكرية، وكذلك تحديد خطورتها المحتملة على بيئة الأمنة بهدف وضع استراتيجيات كفيلة للتعامل مع هذه المخاطر .

- تحويل ثقافة الجيوش لإدارة المهام المعقدة لمواجهة التهديدات الأمنية الجديدة، من خلال إعادة تنظيم المؤسسات العسكرية وإعادة تزويد القوات بالمعدات الحديثة مع تجنب تعريض عقائدها العسكرية للخطر.
- يجب اتخاذ تدابير تنظيمية في النهوض بالتطورات التكنولوجية الخطرة التي تفرضها تكنولوجيا النانو.
- وأخيرا لا بد من وضع اطار قانوني تنظيمي فعال يضبط عملية استخدام الأسلحة النانوية في الحروب بالشكل الذي يحول دون تعريض حياة المدنيين للخطر.

قائمة المراجع:

1: باللغة العربية

رحاب فايز . (أكتوبر، 2012). تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات: الفرص والتحديات. أعلم، صفحة 49.

2: باللغة الأجنبية

- Anton, D. (2018). General Reflections on Converging Technologies and Emerging Risks. In A. dengg, *Tomorrow's Technology A Double-Edged Sword* (p. 21). Vienna: National Defence Academy Institute for Peace Support and Conflict Management.
- Carafano, J., & Gudge, A. (2007, September 21). *Nanotechnology and National Security: Small Changes, Big Impact*,. Retrieved september 30, 2021, from <https://www.heritage.org/defense/report/nanotechnology-and-national-security-small-changes-big-impact>.
- Clunan, A., & Rodine, K. (2014). *Nanotechnology in a Globalized World Strategic Assessments of an Emerging Technology*, Naval Postgraduate School. Monterey: The Center on Contemporary Conflict.
- Fredholm , M. (2018). Nanomaterials Technology: Convergence between, Nanotechnology and Materials Science and Engineering. In A. Dengg , *Tomorrow's Technology A Double-Edged Sword* (p. 147). Vienna: Academy Institute for Peace Support and Conflict Management.

- Harrison, R. (2017). *Beyond Super Soldiers and Battle Suits*. Defense Dossier.
- Jr, J. F. (2014). *The National Nanotechnology Initiative: Overview, Reauthorization, and Appropriations Issues*. Congressional Research Service.
- Hitosh, N. (2013, July 4). *The Future of Nanotechnology in Warfare*. Retrieved 09 30, 2021, from theglobaljournal:
<http://www.theglobaljournal.net/article/view/1132/>
- Hitoshi, N. (2012). Nanotechnology and challenges to international humanitarian law: a preliminary legal assessment . *International Review of the Red Cross*, Vol 94, p. 660.
- Hitoshi, N. (2015). Nanotechnology and the Future of the Law of Weaponry. *International Law Studies*, p. 490.
- Mansoori , A., & Soelaiman , F. (2005). Nanotechnology – An Introduction for the Standards Community . *Journal of ASTM International*, Vol 2, p. 1.
- Mguinness , J., & Fittipaldi, J. (2005). *Nanotechnology: The Next Industrial Revolution Military and Societal Implication*. Virginia: Army Environment Policy Institute.
- Nichols, G. (2014). Nanotechnology and the New Arms Race. *HDIAC Journal*, Vol 42., p. 21
- Greg , B. (2008, November 17). *Nano-weapons: Tomorrow's Global Security Threat* . Retrieved september 29, 2021, from academia.edu:
https://www.academia.edu/9601423/Nano-weapons_Tomorrows_Global_Security_Threat
- Ramsden, J. J. (2012). Nanotechnology for military applications. *Nanotechnology Perceptions*, 8, p. 101.
- Van Atta, R. (November 2017). *Emerging Technology and Security—Looking to the Future – Technological innovation is reshaping the modern battlefield*. Defense Dossier.