البرامج البحثية لتطوير أنظمة النانو تكنولوجي في مجال الصناعات العسكرية والدفاعية

Research programs for the development of nanotechnology systems in the field of military and defense industries.

وليد شملال

جامعة الجزائر 03، الجزائر ،walidpolitic@gmail.com

تاريخ الإرسال: 2020/03/15 **تاريخ القبول:** 2020/04/18 **تاريخ النشر:** 2020/07/01

ملخص:

في محاولة بحثية تأصيلية متعددة المستويات، نفحص تجريديا ونعالج تقويميا مدى فعلية وفاعلية تكنولوجيا النانو في مجال أنظمة الدفاع العسكرية المتطورة وتأثيراتها الجانبية عن انهيار أنظمة الدفاع العسكرية التقليدية، تندرج الدراسة في معالجة مشكلة البحث من الناحية المنهجية وفق لخطوات علمية منتظمة أمكن من خلالها فحص افتراض الدراسة، وفي الختام خلصت الدراسة إلى بعض النتائج تكشف المفارقات وتضييق الفجوات بين الجانب العلمي والعملي.

الكلمات المفتاحية: *النانو تكنولوجي؛ أنظمة الدفاع التقليدية؛ الجيش الالكتروني؛ الأنظمة الدفاعية الذكية؛ التوازن العسكري العالمي.*

Abstract:

N an original, multi-level research attempt, we examine in an abstract and correct manner the extent and effectiveness of nanotechnology in the field of advanced military defense systems and their side effects on the collapse of conventional military defense systems, The study includes treatment of the research problem methodically, according to regular scientific steps through which it was possible to examine the study's assumption. In conclusion, the study concluded some results that reveal paradoxes and narrow gaps between the scientific and practical side.

Keywords: *Nanotechnology; conventional defense systems; electronic army; smart defense systems; global military balance.*

* المؤلف المرسل: وليد شملال،walidpolitic@gmail.com

مقدمة:

نعيش في عالم اليوم نحو مأسسة ثورة معرفية مستديمة في العلوم والتقنيات الحديثة التي انبثقت منها تقنية النانو وأصبحت بدورها المجال المعرفي الحيوي للقرن الحالي، بدورها تُعد تقنية عابرة للتخصصات في الفيزياء الكيماء والهندسة وغيرها من التخصصات المعرفية الأخرى، أو كما يحددها العديد من المراكز البحثية أنها تقنية العصر المعرفي القادم، ذلك لخواصها المعقدة واتساع مجال تطبيقاتها، ويمكن القول أن تقنيات النانو تهتم بالأساس بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر أو توظيف التركيبات النانوية في أجهزة وأدوات ذات أبعاد نانومتريه، كل هذه التحولات المعرفية الجديدة لتقنية النانو لم تمس فقط العلوم الدقيقة والمعقدة، إنما مست المجالات الاجتماعية بما فيها حقل العلاقات الدولية وتحديدا التخصص المعرفي العسكري والدفاعي، فنلاحظ أن تاريخ التقدم التكنولوجي أدى إلى تطوير الأسلحة وأنظمة مراقبة من المعدات العسكرية الأصغر حجما وأكثر قوة، وبذلك طرحت أهم أجندا البحث المتعلقة بميزان القوى وعن سباق التسلح في المستقبل نتيجة للتطورات المتسارعة، فأمام كل هذه المعطيات يمكن طرح مشكلة بحثية وفق الصياغة العلمية التالية: **ما مدى فعلية وفاعلية النانو تكنولوجي كحقل معرفي جديد في تطوير الأنظمة الدفاعية والعسكرية التقليدية؟**

ربما لا تكتفي صياغة المشكلة البحثية للموضوع بهذا القدر من الاتساع لاستيعاب العدد الهائل من المشكلات العلمية والعملية التي تكشف عنها الدراسة، وعليه ليس من السبيل لإيرادها إلا في الأسئلة الفرعية التالية:

- ✓ **هل سيكون لتقنية النانو تكنولوجي تأثير على التوازن العسكري العالمي؟**
- ✓ **هل يمكن وضع خطوط تمفصل بين تطوير أنظمة الدفاع ذات الطابع المدني، وبين تطوير جيل جديد للجيش الكتروني في حالة الحروب؟**

للإجابة عن المشكلة البحثية والأسئلة الفرعية نفحص الافتراض التالي:

- **التنامي المتسارع لتكنولوجيا النانو في المجال العسكري والدفاعي، سيؤدي لتطوير أنظمة الدفاع التقليدية وبناء مقاربة الأمن والسلام العالمي.**

لفحص افتراض الدراسة والاجابة عن المشكلة البحثية قيد البحث تم هندسة الخطة التالية:

01 /المحور الأول: تكنولوجيا النانو تأصيل مفهوماتي

أ/تكنولوجيا النانو مقاربة معرفية

ب/كرونولوجية تطور تقنية النانو تكنولوجي.

ج/ أهمية تقنية النانو تكنولوجي.

د/طرق وتقنيات تفعيل التراكيب النانوية.

02/المحور الثاني: البرامج البحثية لتطوير منظومة الدفاع التقليدية .

أ/المخاطر الناشئة لمنظومة الدفاع النانوية الجديدة .

ب/البرامج البحثية لتطوير تكنولوجيا النانو عبر العالم.

ج/تطبيقات النانو تكنولوجي في المجال العسكري والدفاعي.

خلاصة واستنتاجات.

01/المحور الأول: تكنولوجيا النانو تأصيل مفهوماتي

أ/تكنولوجيا النانو مقاربة معرفية:

قبل طرح النانو تكنولوجي كانت تقنية الماكرو هي المستخدمة في الأنظمة التقنية مثل الشرائح الإلكترونية تتراوح أحجامها من الميكروميتر إلى الميليمتر، فالميكروميتر هو مقياس طولي يساوي جزء من المليون من المتر ومن الأنظمة الميكروية المعروفة نجد الأنظمة الكهروميكانكية الميكروية " MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS"، أما اليوم انتقلنا لتقنية النانو لتحل بديلا للميكرو، حيث تتيح تصنيع الأجهزة الكهرو ميكانيكية والإلكترونية النانوية وتقليل حجم جميع تلك الأجهزة المستخدمة بمقدار ألف مرة من حجم أجهزة الميكرو (الصالحي2007،ص.24).

أصل النانو تكنولوجي أشتق اسمها من النانو متر كوحدة قياس تساوي واحد من مليار متر أي؛ جزءا من ألف مليون جزء من المتر، وهي مشتقه من الكلمة الإغريقية "نانوس" التي تعني القزم الصغير أو ما تعرف أيضا باسم عالم الأقزام الخرافي المتناهي الصغر.(Meyer2006,p.07)

أما من حيث تعريف تقنية النانو فيه من يعرفها على أنها:" **التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف وأحجام وأشكال المواد ومكوناتها، وهذا الأمر يساعد التحكم في وظائف الأدوات المستعملة في ميادين الطب والصناعة والهندسة، الدفاع والفضاء.** "

تُعرف أيضا: **"علم التعامل مع أشياء أصغر من الصغر نفسه. "**

بحيث يصف: KENNY"TOMAS "من "جامعة ستانفورد" حجم النانو بعدة أمثلة منها ارتفاع قطرة ماء بعد بسطها بسطا كليا على مساحة متر مربع واحد أو معدل نمو ظفر الانسان في الثانية الواحدة، وسمك الورقة العادية المستخدمة في الكتابة الذي يصل إلى مئة ألف نانو متر (صالح، ص .32).

ب/كرونولوجية تطور تقنية النانو تكنولوجي:

يشير المهتمين بهذه التقنية أنه لا يمكن تحديد عصر أو حقبة زمنية لبروز تقنية النانو، لكن من الواضح أن من الأوائل الذين استخدموا هذه التقنية بدون ادراك أهميتها هم صانعي الزجاج بحيث كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية للتلوين، أما في العصر الحديث ظهرت بحوث ودراسات عديدة حول تقنية النانو عام 1959 تحدث العالم الفزيائي المشهور "ريتشارد فيمان" إلى "الجمعية الفزيائية الأمريكية" في محاضرته الشهيرة "هناك مساحة واسعة من الأسفل،" مشير أن الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها بشكل مستقل، كما أشار إلى امكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزيئات بشكل مستقل والوصول إلى الحجم المطلوب وعند هذه المستويات تتغير الكثير من المفاهيم الفزيائية، فتصبح مثلا الجاذبية أقل أهمية وبالمقابل تزداد أهمية التوتر السطحي،(E Peterson1999,p.01)بالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوى النانو فقد تمكن" أهلير" من تسجيل مشاهدته "للسيلكون الاسفنجي" Porous Silicon"عام 1956، وبعد عدة سنوات تم الحصول على اشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام 1990، أما في الستينيات من القرن الماضي تم تطوير "سوائل مغناطيسية" Ferro Fluids" بحيث تصنع هذه السوائل من حبيبات أو جسيمات مغناطيسية بأبعاد نانوية تسمى آنذاك بالعوالق، ثم اقترح "ليوايساكي"1969 تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو، وكذلك تصنيع شبكات شبه موصلة مفرطة الصغر وأُمكن في السبعينيات التنبؤ بالخصائص التركيبية للفلزات النانوية كوجود

أعداد سحرية عن طريق دراسات "طيف الكتلة" "Mass Spectroscopy،" بحيث تعتمد الخصائص على أبعاد العينة المتبلورة (الصالحي2007،ص.21)، كما أمكن تصنيع أول بئر كمي s" ببعدين في نفس الفترة بسماكة ذرية أحادية، تلاها بعد ذلك تصنيع النقاط الكمية Quantum Dots " ببعد صفري التي نضجت تطبيقاتها في الآونة الأخيرة (أحمد سيد 2012،ص.12).

ظهر مسعى تكنولوجيا النانو عام 1979 من خلال التعريف الذي أورده البروفسور" نوريوتا نيقوشي" في ورقته العلمية المنشورة "بمؤتمر الجمعية اليابانية الدقيقة محركات الانتاج العصر القادم لتكنولوجيا النانو؛" وضح فيها أن تكنولوجيا النانو ترتكز على عمليات فصل اندماج واعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة وجزيئا وحيد (بن صالح الصالحي،ص.12)،كما تم اقتراح "الميكروسكوب النفقي الماسح" Scanning Tunneling Micro SCOPE" بواسطة العالمان "جيرد بينغ" "وهينريك روهر" عام 1981، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو، بعدها بعدة سنوات نجح العالم الفزيائي "دون ايجلز" في معامل "IBM" في تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح مما فتح مجال جديد لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها، تلتها اكتشاف الفلور ينات بواسطة "هارولد كروتو" "وريتشارد سمالي" "وروبرت كيرل،" وهي عبارة عن جزيئات تتكون من ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم، وعام 1995 تمكن العالم الكيمائي "منجي باوندي" من تحضير حبيبات من شبه الموصلات الكاديوم (فايز أحمد سيد،ص.12)، بعدها اكتشف "ترانزستور" "أنابيب الكربون النانوية" Carbone Nano Tube Transistor" عام 1998، ليتمكن العالم الفزيائي العربي "منير ناينه" عام 2000 من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر 01 نانو تتكون من 29 ذرة سليكون سطحها على شكل الفولورينات الكربونية، تلتها اعلان أمريكا مبادرة تكنولوجيا النانو كاستراتيجية وطنية واليابان بنفس المنحى سنة 2002 (الصالحي، ص. 22).

تعتبر تكنولوجيا النانو في مراحل تطورها من أصناف الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الالكترونيات ويمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية بخمس أجيال كبرى وهي:

- ✓ **الجيل الأول:** يتمثل في استخدام المصباح الإلكتروني؛
- ✓ **الجيل الثاني:** يتمثل في اكتشاف الترانزستور وانتشار تطبيقاته الموسعة؛
- ✓ **الجيل الثالث:** يتمثل في استخدام الذرات التكاملية، وهي عبارة عن جسم صغير جدا شكلت في فترات ماضية قفزة هامة في تقليل حجم الذرات الالكترونية؛
- ✓ **الجيل الرابع:** يتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة، والتي أحدثت ثورة في مجال الالكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية، والرقائق الحاسوبية السليكونية التي أحدثت تقدما تكنولوجيا في مجال الصناعة؛
- ✓ **الجيل الخامس:** يتمثل في ما يعرف اليوم بالنانو تكنولوجي (فايز أحمد سيد، ص.13).

- **أهمية تقنية النانو تكنولوجي**

يعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو ما بين 1996-1998، عندما درس "مركز تقويم التقنية العالمي الأمريكي" Wtec" المجال وخلصت الدراسة إلى عدة نقاط أهمها أن لتقنية النانو مستقبلا عظيما في جميع المجلات الطبية العسكرية، المعلوماتية الالكترونية والحاسوبية وغيرها من المجلات الأخرى، بحيث يرى الكثير من المهتمين في مجال تقنية النانو منهم بعض الحكومات أن تقنية النانو أهمية يمكن ضبطها في ما يلي:

- ✓ وفرة المواد الحميدة بيئيا، والمستخدمة في توفير مواد نظيفة للمياه؛
- ✓ المحاصيل والأغذية المهندسة وراثيا تسهم في وفرة وزيادة الانتاج الزراعي؛
- ✓ تعزيز ودعم نواحي التقنية التفاعلية الذكية للأغذية الرخيصة والقوية؛
- ✓ زيادة القدرة التصنيعية النظيفة وذات كفاءة عالية؛
- ✓ زيادة سعة تخزين المعلومات وامكانات الاتصال؛
- ✓ تصنيع الأجهزة التفاعلية الذكية.

ما دعم من أهمية تقنية النانو في بعض تطبيقاتها نجاح الباحثون الألمان واليابانيون في انتاج مسحوق نانوي عبارة عن ذرات ذهبية دقيقة للغاية لأجل تنظيف دورات المياه دون بذل جهد، كذلك معالجة النفايات السائلة الناتجة عن المصانع، كما تمكن علماء ألمان من اكتشاف وسيلة نانوية جديدة بغية حفظ المخطوطات القديمة وحمايتها من التلف وتأثير العوامل الخارجية، أما في عالم الميكانيك الهندسي حقق الباحثون في مجال السيطرة على عمليات الاهتراء والصدأ والتآكل الميكانيكي والكيميائي والتغلب على الاحتكاك الميكانيكي، كما تمكن الألمان من تخزين المعلومات في ذرات قليلة وقراءتها، وإذا ما استمر النجاح في هذا الاتجاه سيصبح قريبا من الممكن تخزين كل ما تم انتاجه من الأدب العالمي على رقاقة بحجم الطابع البريدي (Nicnas,2006).

فتحت تكنولوجيا النانو آفاق جديدة في المجال الطبي والجراحي في دراسات عدة من أجل تطوير روبوتات نانوية يمكن ارسالها للجسد للتعرف على الخلايا المرضية وترميمها، كذا التعرف على أسباب الأمراض الخبيثة ومعالجتها، ويمكن صنع سفينة فضائية بحجم ذرة يمكنها أن تنغمس في الجسم لإجراء عملية جراحية دون جراحة، وطائرة بحجم بعوضة وغيرها من مجالات التطبيقية الأخرى لهذه التقنية المذهلة (النحاس2011،ص.09).

ج/طرق وتقنيات تفعيل التراكيب النانوية

هناك تنوع واسع من التقنيات التي تمتلك القدرة على الإنتاج والتراكيب النانوية بدرجات متفاوتة من الجودة، السرعة والتكلفة ويمكن أن ندرج جميع هذه التقنيات ضمن تصنيفين رئيسيين هما:

- ✓ **المسلك التصاعدي (تقنية الأسفل –الأعلى): Botton –Up Technology**

ترتكز هذه الطريقة عملية تجميع وبناء مواد نانوية من جسيمات أصغر (الذرات والجزيئات) لغرض الحصول على رقائق ذات الحجم والشكل المطلوب أي؛ أنها تعتمد على متغيرات التفاعل الكيميائي ونوع النظم المسيطرة المتبعة لكل تفاعل.

- ✓ **المسلك التنازلي (تقنية الأعلى – الأسفل): Top-Down Technology**

تعتمد هذه التقنية على عملية تحويل المواد ذات الأحجام الكبيرة إلى أحجام أصغر لنفس الكتلة المادية وعلى مبدأ استئصال الذرات أو الجزيئات من المواد الأصلية ذات الأحجام الكبير. (Hawk,2008)

02 المحور الثاني: البرامج البحثية لتطوير منظومة الدفاع التقليدية .

أ/المخاطر الناشئة لمنظومة الدفاع النانوية الجديدة

يتم مقاربة الموضوع هنا من خلال طرح تساؤل رئيسي إلى أي مدى ستحل تكنولوجيا النانو محل أنظمة الدفاع التقليدية؟ وهل الدولة مستعدة للانهيار المحتمل لأنظمة الدفاع التقليدية بسبب تنامي تقنية الدفاع النانوي؟،وكيف سيكون تأثير الدفاع النانوي المحتمل على علاقة الدولة بالمجتمع العالمي؟

كل هذه الأسئلة تتطلب تقييم المشاكل المعقدة والعقبات والتحديات التي قد يجلبها علم النانو والهندسة والتكنولوجيا ليس فقط للدفاع والأمن والمؤسسات ولكن أيضا الدول، بحيث يتم استثمار المليارات الدولارات للبحث والتطوير في مجال علم النانو، وبذلك ستفرض منافسة حادة على مدى السنوات القادمة على ربط الدولة في رؤيتها لزيادة المنتجات والتطبيقات العسكرية والدفاعية عبر الدول مما يثير قلق شديد نتيجة لذلك بات لزاما على الدولة ضبط بعض المخاطر الداهمة لتقنية النانو التي يمكن ضبطها فيما يلي:

- ✓ مخاطر تصنيع النانو: هناك قلق شديد ومتزايد من أن صناعة النانو قد يؤثر على تخريب النظام الاقتصادي العالمي، وخلق نظام سلام عالمي ضعيف؛
- ✓ مخاطر البيئة النانوية: يؤدي الاستخدام الواسع النطاق لمنتجات النانو إلى احتمال طرح تحديات بيئية خطيرة (تشيوط2017،ص.19)؛
- ✓ مخاطر الارهاب النانوي: تنطوي على احتمال استخدامها بشكل غير قانوني مما يجذب تهديدات خطيرة ليس فقط على الدول، وإنما على الأفراد والسلام العالمي؛
- ✓ مخاطر النانو العسكرية: ممكن أن يرسم سناريو واحد في المستقبل أن الروبوتات تحاكي نفسها بنفسها، مما يؤدي إلى تسابق تسلح عالمي بأسلحة نانوية؛
- ✓ المخاطر التنظيمية: فمع تطور التقنيات المتناهية الصغر قد تنشأ مشاكل نتيجة لعدم وجود الاطار التنظيمي العالمي للدفاع النانوي؛
- ✓ مخاطر الموارد: فأجهزة الكمبيوتر والإلكترونيات النانوية، قد تقضي على دور البشر من ساحة المعركة، فهذا التحول يسبب مصدر كبير القلق على أساس أن المخاطر الأساسية المحيطة بالجسيمات النانوية لم يتم فهمها، بينما هناك جهد مستمر لفهم صحة الانسان والمخاطر البيئية (Pandya For Ins,p.p. 01-03).

ب/البرامج البحثية لتطوير تكنولوجيا النانو عبر العالم

نادرا ما يتم تصنيف الاستخدامات العسكرية المتوقعة والتهديدات الأمنية المحتملة الناشئة عن تكنولوجيا النانو في المناقشات المتعلقة بتطوراتها المستقبلية، في ما يمكن أن تكون هذه التقنية وسيلة هدم وتهديد السلام العالمي، أم تؤدي إلى تطوير جيل جديد من أنظمة الأسلحة و المقاتلين؟ ويمكن أن تؤدي إلى نمو العوامل المؤثرة على التوازن العسكري العالمي؟

حتى الآن هذه الظاهرة ليست جديدة أصبح الابتكار العسكري في زمن السلم امتداد للحرب نفسها كما لاحظ "تيم بينبو، " هناك العديد من الأمثلة التاريخية للمعارك والحملات والحروب التي تقررها فشل أحد المتحاربين في تقدير التطورات التكنولوجية إما دمجها أو مواجهتها. (Pandya For Ins,p.p.03-05)

إذا كان الاقليم الشمالي سيعزز أنظمة الأسلحة الحالية أو يقود المجتمعات المتقدمة إلى عصر جديد من الحرب لايزال موضع شك وذلك أن تكنولوجيا النانو لم تكتسب بعد وضع التكنولوجيا الناضجة بما فيه

الكفاية للسماح بالتنبؤ بما يمكن أن يكون تأثيره الدقيق على الشؤون السياسية والعسكرية في العقود المقبلة، يمكن القول أن التاريخ مليء بأمثلة للمجتمعات التي كشفت عن نفسها غير كفؤة على التكيف بشكل صحيح مع التكنولوجيات الجديدة وتطورها في هذه الحالة لا علاقة للتكنولوجيا بالنجاح أو الهزيمة، إنما أولا وقبل كل شيء مسألة مدى انفتاح المجتمعات ومنظماتها العسكرية عندما نفكر في حروب المستقبل ووسائل كسبها، بذلك يمكن طرح تساؤل: هل ستصبح تكنولوجيا النانو ابتكار أم أنها ستغير بشكل كبير الطريقة التي ستُشن بها جيوش المستقبل الحرب؟

إذا كان من الممكن اختزال تقنية النانو إلى حلول تقنية يتم دمجها في المنظمات السياسية والعسكرية المكيفة، فلا ينبغي أن يكون حجم التغيير الناتج عن الابتكارات ذات الصلة الأكبر من الماضي، مع ذلك فمن المنطقي أكثر أن ادخال الأنظمة المعتمدة على نظام نانو تكنولوجي سيعمل على تحديد الهيكل العسكري بشكل كبير ليس فقط من خلال تعطيل التوازن الاستراتيجي العالمي الحالي، ولكن أيضا من خلال القيادة نحو مجموعة جديدة من المقاييس بين البشر والآلات أو في معظم السيناريوهات المتوقعة إلى انصهار الانسان بالجهاز.(Bandow,2009., P.09)

- **البحوث ذات التوجه العسكري في الولايات المتحدة الأمريكية:**

كما هو الحال في المجالات الأخرى من البحث والتطوير العسكري فإن الولايات المتحدة الأمريكية هي الأبرز بالفعل عام 1996 تم تسمية علم النانو كواحدة من ستة مجالات بحثية استراتيجية للدفاع منذ تأسيس المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو NNI،بتقديم برامج تكنولوجيا النانو العسكرية كمجموعة واسعة من التطبيقات لتحسين أداء أنظمة الأسلحة الحالية وتطوير أنظمة جديدة، كما أشرنا آنفا أنه منذ منتصف التسعينيات أجريت العديد من الدراسات والأنشطة من أجل مقارنة الاستثمارات العامة والخاصة التي تم منحها في أبحاث NST في جميع أنحاء العالم، ووفرت الادارة الأمريكية الأدوات المناسبة من أجل تطوير سياسة داعمة وطنية حقيقية لصالح تكنولوجيا النانو دفعت بها إلى اطلاق مبادرة عام 2001 "المبادرة الوطنية لتقنية النانو،" أصبحت هذه الجهود ممكنة من خلال رؤية طويلة المدى للفرص والفوائد التي يمكن أن تقدمها هذه المبادرة، كما تشمل NNI سياسة شاملة لعدة قطاعات مكرسة لتعظيم أنشطة البحث والتطوير في الاقليم الشمالي.(Den eve,p.p.04-05)فعند تأسيس NNI عام 2002 حصلت وزارة الدفاع على حصة كبيرة من البداية بمبلغ تمويل يمثل الاجمالي مما عزز دورها، فمن الصعب تحديد رؤية واضحة لأنشطة البحث والتطوير NST التي تمولها وزارة الدفاع، كما تتم ادارة البرامج الموجهة لتكنولوجيا النانو من قبل وكالة مشروع أبحاث الدفاع المتقدمة DARPA بمعنى؛ أنها تحصل على أعلى نصيب من تمويل NNI العالمي، (Altman, P. 22) وهذا يدفع بوجود مجموعات من الجيش تنشط في المجال مثل "مختبر أبحاث الجيش،" "مختبر أبحاث القوات الجوية" و"مختبر الأبحاث البحرية،" ومن أجل ضمان تماسك أفضل للجهود المبذولة في مجال تكنولوجيا النانو العسكرية قام جيش الولايات المتحدة الأمريكية بالتعاون مع "معهد ماسا تسوستس للتكنولوجيا،" وانشاء "معهد تكنولوجيا النانو الجندي ISN"2000،اضافة إلى أبحاث التطوير العسكري لمختبرات الأسلحة الوطنية، وهي المختبرات الثلاث المسؤولة عن البحث والتطوير في مجال الأسلحة النووية، "مختبر لوس ألاموس الوسطي" LANL،"ومختبر لورنس ليفرمور الوطني" LLNL،"ومختبر ساندیا ناشيونال" SNL، قامت بأنشطة في تكنولوجيا النانو وزادت تطورا بعد تأسيس كل من SNL وLANL مركز تقنيات النانو المتكاملة في عام 2002 مع مواضيع بحثية ووجهات متناهية الصغر في تقنيات النانو والالكترونيات النانوية، المواد النانوية الوظيفية المعقدة،

الميكانيكا النانوية، النظرية والمحاكاة، وفي LLNL تم تعزيز العمل مع NTRD، بعد تأسيس NNI في "مديرية علوم الكيماء" التي تضم معها "مختبر الأمن الحيوي وعلوم النانو،" كما تم تحويل العديد من المشاريع ذات الصلة من قبل برنامج البحث والتطوير الموجه للمختبر مما يوضح أن المختبرات الثلاث لها برامج سرية إضافية حول استخدامات الأسلحة النانوية العسكرية ليس فقط في مجال الأسلحة النووية. (Altman, P. P. 22-23)

- **برامج البحث النانوية في الدول الناشئة بالمجال "روسيا والصين:"**

وفقا للمتخصصين والمراقبين العسكريين تم تطوير نظام الأسلحة المحسن بتقنية النانو من قبل الجيش الروسي وأظهر الاختبار الناجح لأقوى سلاح غير نووي في العالم المعروف باسم أبي جميع القنابل (Military Uses Of Nano Technology, P. 02) عمدت روسيا استخدام المواد النانوية في تطبيقات عدة مثل علم الطاقة والفضاء، خفض التوتر، والحد الأقصى لدرجة الحرارة ومقاومة الأكسدة، من أسلحة ذلك أنه تم تحضير الألمنيوم النانو يزي لأول مرة في أوائل السبعينيات من القرن الماضي من قبل علماء الروس في سيبيريا وهي في المقام الأول للاستخدام المحتمل كمادة مضادة لمعادن الصواريخ، ووفقا لنائب وزير الدفاع "ديمتري بولجاكوف،"فإن تكنولوجيا النانو سوف تستخدم لإنتاج الزي العسكري الروسي بين 2010 -2011، على أساس أنه أكثر مقاومة، وقدرة اضافة إلى مواد نانوية الهيكل مع تحسين المتانة المرونة، والتأثير ومقاومة الحرارة التي كانت متوفرة في منشآت انتاج الطائرات العسكرية كطلاء المضاد بسمك نانومتر، والطلاء للحماية من الاشعاع الكهرومغناطيسي خاصة مع بعض طائرات الهيلوكوبتر العسكرية. (De Fence Nanotechnology, p .P. 35-36)

تشير البيانات المتعلقة في الاشارة لوجود سياسات تهدف إلى الحفاظ على الأبحاث في مجال الاقليم الشمالي، وإذا ما كان النهج الموجه عسكريا في الاقليم الشمالي موجود بالفعل، لكن في المقابل لابد من عدم اهمال الأطراف الأخرى في مجال الاستثمارات العلمية مع ذلك تميل البيانات من مؤشر Science Citation Ind، إلى اثبات أنه بينما ينشر الباحثون في الولايات المتحدة الأمريكية العديد من الأبحاث في علوم النانو أكثر من الباحثين في أي بلد آخر، فإن الصورة الأكثر تفصيلا للمنشورات العلمية الدولية تُظهر حقيقة أخرى تتغير التصنيفات العالمية عندما يتم تقسيم علم النانو إلى فئات فرعية مختلفة على سبيل المثال ضمن الحقل الفرعي للمواد النانوية يحتل الباحثون الصينيون المركز الثاني خلف الولايات المتحدة الأمريكية، في المقابل تعمل روسيا عل تطوير هذه التقنية وذلك لما وضحت الحكومة الروسية أنها ستمنح مليارات الدولارات في برنامج تطوير تكنولوجيا النانو على المدى المتوسط،(Military Uses Of Nano Technology, P. 06) في حين تميل بعض التقديرات إلى افتراض بوجود برنامج صيني ذات توجه عسكري في علم النانو وتكنولوجيا النانو، إلا أن درجة الاستثمار التي وافقت عليها السلطات الصينية لاتزال غير مؤكدة، ومن المقرر أن تستثمر "شركة روسنانوتك" الروسية الحكومية أكثر من مليون دولار في مالا يقل عن عشرين مشروع، والتساؤل المطروح اليوم هو مدى امكانية تطوير تكنولوجيا النانو الروسية ذات التوجه العسكري في العقد المقبل؟

- **الاتحاد الأوروبي وبرنامجها البحثي لتطوير تقنية النانو تكنولوجي:**

تم نشر التقارير الأولى سنة 1996 التي تتناول قضايا تقنية النانو باعتبارها من المساعي الأوروبية وفي 2002 تم تقديم "البرنامج الاطاري السادس" FP6 للبحث والابتكار من خلال جعل تقنية النانو كأولوية أوروبية، تلاها في 2004 وجهت من خلالها رسالة من طرف المفوضية الأوروبية بعنوان "نحو استراتيجية أوروبية لتقنية النانو،" تهدف إلى تحديد نهج الاتحاد الأوروبي في تكنولوجيا النانو إلى المستوى المؤسسي، كما اعتمدت

"المفوضية الأوروبية" 2005خطة عمل تسمى "العلوم النانوية والتقنيات النانوية: خطة عمل أوروبا 2005-2009"(Den eve,p.07) ثم طرح "البرنامج الاطاري السابع" FP7 حتى نهاية 2013، وبرنامج جديد "مبادرة التمويل horizon 2020،(CWI nans, p.05) من جهة أخرى لا تهدف استثمارات واستراتيجيات الاتحاد الأوروبي في مجال تكنولوجيا النانو إلى استبدال الجهود الوطنية؛ بدلا من ذلك تهدف البرامج والميزانيات الداعمة للاتحاد الأوروبي إلى ضمان تماسك أكبر وأفضل بين المبادرات الوطنية فعلى سبيل المثال تمول وزارة الدفاع البريطانية MOD بعض الجوانب العسكرية لتقنية النانو يتم اجراء البحوث من خلال "وكالة تقييم الدفاع والأبحاث" DERA، "وبرنامج أبحاث الشركات المرتبطة بجهود التمويل العام في السويد، كما تستثمر السلطات الحكومية المسؤولة عن سياسة العلوم 11 مليون يورو على مدار خمس سنوات في أنشطة تكنولوجيا النانو، وتركز مجال التمويل بشكل خاص على الأغراض العسكرية عبر "وكالة أبحاث الدفاع السويدية SDRA Fence Nanotechnology (Research,p.p.35-36)،أما في ألمانيا التي تعتبر الأولى في الاتحاد الأوروبي في مجال تكنولوجيا النانو ميزانيتها مماثلة تقريبا لجميع دول الاتحاد الأوروبي مجتمعة، وهي موطن لحوالي ثلث جميع شركات تكنولوجيا النانو الأوروبية، وتستند أنشطة أبحاثها التابعة لوزارة الدفاع الفيدرالية BNVG أساسا إلى أنشطة البحوث المدنية، وينصب تركيزها الحالي على تقنيات الحماية لكنها تحقق أيضا في تطبيق التكنولوجيا النانوية لتجهيز القوات القتالية، وفقا لتقرير جمعته المفوضية الأوروبية مولتBNVG الأبحاث والتطوير ذات الصلة العسكرية بحوالي 1،0مليار يورو في 2003، أما عن فرنسا تقوم بجهد بحثي قوي في مجال تقنية النانو يوازي بلدان البحث الأخرى ويرتكز برنامجها البحثي على فرض الاستخدام المزدوج في مجال التطبيقات العسكرية الأكثر تحديدا، كما أطلقت Snecma Propulsion Solide، برنامجا تعاونيا فرنسيا/ألمانيا /كنديا لتطوير جيل جديد من مواد الطلاء والسيراميك ذات البُنية النانوية لتطبيقات الطيران والطاقات المتجددة.(Den eve, p.08)

ج/تطبيقات النانو تكنولوجي في المجال العسكري والدفاعي

بدأت التطبيقات العسكرية لهذا النوع الجديد من المعرفة في الظهور بصورة متسارعة لدى عدد من وزارات الدفاع والمؤسسات العسكرية الأخرى في الدول الأكثر تقدما، على سبيل المثال تسعى بعض المؤسسات العسكرية إلى تصنيع منظومة دفاع نانوية هجومية لها شكل حشرة اعتيادية يبلغ حجمها حوالي 200 مايكرون تطير في الأجواء لها القدرة على مطاردة الخصم ومتابعته وتصويره وحتى قتله.

من التوجهات المطروحة للتوظيف العسكري الراهن لتقنية النانو يمكن ايجازها فيما يلي:

- ✓ ايجاد بديل الكتروني للجزء الحيوي من الأدمغة البشرية المعروف باسم قرن مون، للوصول إلى وضع يستطيع معه صاحب الدماغ المُعدل الكترونيا تحميل الذاكرة بمئات أضعاف ما هو متاح طبيعيا، وتخزين التعليمات المعقدة والقدرة على التواصل بين دماغ بشري وآخر؛
- ✓ ابتكار أعضاء وبدائل مصنعة لأجزاء من الجسم لرفع مستوى وقدرات الأداء البشري؛
- ✓ صناعة أقراص تغيير عمليات الاستقلاب في خلايا أجسام الجنود لمنحهم القدرة على البقاء لعدة أيام بدون نوم وطعام؛
- ✓ صنع روبوتات تكاد تطابق الكائنات الحية، بحيث تصمم على غرار الصراصير وتستطيع التسلق على الجدران والسلالم؛
- ✓ استخدام نحل قادر على اكتشاف المتفجرات؛

- ✓ صنع أنظمة ترصد على مسافة بعيدة الحالة الذهنية للأشخاص المشكوك بهم أو المرغوب في مراقبتهم والتجسس عليهم، وذلك باستخدام تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي (صالح، ص. 37).

▪ **تقنية النانو في التطبيقات العسكرية لصناعة الزي العسكري:**

يعمل جيش الولايات المتحدة الأمريكية على تطوير أقمشة Nano Synt Tex Inc الغير منسوجة تجمع بين مزيج من مختلف الشبكات اللينة لامتصاص الماء ومقاومة الحريق والحرارة، ومعالجة الميكروبات فتم تصميم هذه الأقمشة المركبة الغير محبوكة المتعددة الطبقات لتكون أخف في الوزن ومتفوقة في الغاز المسيل للدموع.

- ✓ **تقنية النانو في الحواجز الحرارية:**

يُجرى تطوير أنظمة الطلاء بالحاجز الحراري النانوية من قبل الجيش الأمريكي والقوات الجوية لأسطح الطائرات (المعدن ولألياف الزجاجية) المعرضة للتدفئة المعتدلة الحدة، والبيئات الصلبة ذات درجة الحرارة العالية في المركبات العسكرية وفي محركات التور بينات الغازية العسكرية لزيادة عمر المكونات وأداء المحركات. (Nano Technology In Military Applications,2014)

- ✓ **تقنية النانو في الدروع الواقية للبدن:**

التركيز الرئيسي لأبحاث تكنولوجيا النانو العسكرية، هو تحسين الدروع الواقية للبدن، مثل جزيئات siأو tio2 المدمجة في مصفوفة الأبوكسي، جسيمات sio2 النانوية في البوليمر السائل الذي يصلب على تأثير البالستين.

- ✓ **نظام الجوسسة:**

يتم تشغيل الطائرات بدون طيار الروبنية بالفعل عن طريق التحكم عن بعد، فالتقدم في تكنولوجيا النانو سيسمح لكل من الأنظمة الآلية وأنظمة التحكم بأن تصبح أصغر وأكثر فاعلية. (Will So Utter,2012)

كما تشمل التطورات الرئيسية التي تم تمكينها بواسطة تقنية النانو تطوير حُزم استشعار نشطة من الدرجة العسكرية لاكتشاف الضرر، كما سيكون لتكنولوجيا النانو تأثير على أنظمة ساحات المعارك المعنية بمعالجة المعلومات والاشارات، الاستقلالية والذكاء، فيمكن استخدام مستشعرات النانو الكيميائية والبيولوجية للكشف عن المواد الكيمائية الضارة، والأسلحة البيولوجية بحيث؛ يمكن لأجهزة الاستشعار النانوية الفزيائية اكتشاف الكسور في المعدات العسكرية. (Ramsden 2012, p.p.121-122)

- ✓ **السائل الريولوجي المغنطيسي Mr. Fluid**

المائع المغناطيسي الريولوجي هو سائل يمكن أن يتغير عكسيا من الحالة السائلة إلى الصلبة، ويصبح السائل قابل للتحكم بذكاء باستخدام المجال المغناطيسي، وأظهرت سوائل Mr القدرة على التعامل مع الأعمال الدافعة والتثبيت القابل للتكيف للأغشية الهيكلية المقاومة للانفجار، وفي التطبيقات العسكرية أيضا تعتمد قوة الدروع على هذا السائل، فاعتماد هذا النوع من الجزيئات المستخدمة يمكن تطوير مجموعة منوعة من تكنولوجيا المدرعات للتكيف مع الجنود في أنواع مختلفة من ظروف الحرب. (Ramsden, p.121)

- ✓ **الروبوتات النانوية:**

يشكل مجال ناشئ يتم فيه انشاء الآلات والمكونات الآلية على نطاق أو بالقرب من مقياس النانو متر، تم نشر هذا المصطلح بشكل كبير من خلال أفلام الخيال العلمي؛ خاصة صناعة الأفلام حيث تشير المواد النانوية على وجه التحديد إلى تخصيص هندسة النانو أو تصميم وبناء روبوتات النانو التي من المتوقع أن تستخدم في التطبيقات العسكرية والفضائية، فقد تلعب عملية التجميع النانوي دورا حاسما في تطوير ونشر الروبوتات الاصطناعية التي يمكن استخدامها للقتال، وسيتم تصميم هذه الروبوتات أيضا للقيام بماهم عسكرية محددة مثل الاستطلاع والاتصالات والجهة المستهدفة وقدرات الاستشعار. (Jitendras Abd, p.02)

تحت عنوان "الروبوتات، الحرب والمجتمع" تضمنت دورية Defense Dossier، مقالا أعدته Camille français،الباحثة المتخصصة في قضايا السياسات الأمنية السيبريانية و الحرب الالكترونية "بمركز بريكمان" للأنترنت و المجتمع في كلية الحقوق بجامعة هارفارد، تؤكد أنه عام2007 اكتسبت الروبوتات العسكرية اهتماما متزايدا في ظل السعي لدراسة الآثار الأخلاقية لاستعمالها في مجال الحروب ومدى امتثالها لمتطلبات القانون الدولي والانساني، وقد ولدت النقاشات المعرفية العديدة تحالفات وأشكال جديدة من منظمات المجتمع المدني في المجال، ومثال على ذلك تأسيس "اللجنة الدولية للحد من استخدام أسلحة الروبوت،" وهي عبارة عن تحالفات من أكاديميين و وناشطي حقوق الانسان للدفاع عن فرض حضر دولي لاستخدام الأسلحة الفتاكة ذاتية التحكم، وفي ماي 2014 تم عقد اتفاقية للأمم المتحدة بجنيف حول الأنظمة ذاتية التحكم من أجل وضع الروبوتات القاتلة ضمن اهتمامات القانون الانساني الدولي.

وأشارت الباحثة Camille français إلى تسارع وتيرة ادماج القطاع الخاص في انتاج الروبوتات لأغراض عسكرية، وعرفت سنة 2013 اعلان شركة Google عن شراءها شركة Boston Dynamic المتخصصة في صناعة الروبوتات العسكرية، تلتها 2014 اعلان Googleشراء شركة DEEP MIND المتخصصة في تقنيات الذكاء الصناعي (bit.ly 3cyuxyv).

كما تتزايد أهمية تكنولوجيا النانو في المجالات العسكرية و الأمنية وذلك في ظل سباق التسلح العالمي بين القوى الفاعلة في هرمية التراتبية العالمية، وبذلك أصدر "معهد دراسات وتحليل الدفاع الهندي" idsa دراسة بعنوان: "النانو تكنولوجي المجال الناشئ لمستقبل التطبيقات العسكرية" التي أعدها الباحث في معهد سانجيف تومار مُركزا على أهمية هذه التقنية في الاستخدامات العسكرية فضلا عن مخاطر الاستخدامات الغير آمنة في المجالات العسكريةتحديدا(bit.ly2RQnGIL).

- ✓ **النانو تكنولوجي والأسلحة القذفية:**

ستساعد تقنية النانو على تصنيع أسلحة قذفية ذات أوزان خفيفة مع متانة أكثر وكفاءة عالية؛ بذلك يعمد بعض الباحثين بتركيب مزيج من المواد النانوية مع بوليمرات تنتج عند ارتطامه بالهدف بسرعة عالية جدا وهي مادة جديدة لها ضغط هائل، يساعد هذا التفاعل على وقف مقذوفات العدو عبر امتصاص طاقتها واستعمالها في التفاعلات الكيمائية مما يؤدي إلى تكوين منطقة صلبة قادرة على وقف القذيفة.

يتوقع خبراء الدراسات المستقبلية أن استخدام تقنية النانو في التطبيقات العسكرية سيغير موازين القوى العالمي، يحاجي أحد الخبراء في هذا المجال أن القاذفات الالكترونية ستزيد قوة الولايات المتحدة الأمريكية في وقت السلم، وفي الأزمات والحروب لأن الحواسيب النانوية وسرعة المعلومات المتدفقة ومُحسات المخابرات ومنظومات العزل؛ لعزل حركة الخصوم قد تسهم تقنية النانو في تصنيع أسلحة مقاومة للدروع،

لتكون صغيرة الحجم وفائقة الدقة، مما يتيح تغلب جيش صغير نسبيا على جيش كبير مجهز بالأسلحة التقليدية(محمد سليم صالح،ص. 167).

خاتمة:

استكمالا لهذه المحاولة البحثية التي سعت لتقديم مادة علمية منتظمة انطلاقا من معالجة مشكلة بحثية بشأن التحقق من مدى فعلية وفاعلية تكنولوجيا النانو في تطبيقها على المجال العسكري وتطوير أنظمة دفاع متطورة، بذلك أثبتت محاور الدراسة الافتراض العلمي عن امكانية تكنولوجيا النانو لتطوير أنظمة الدفاع التقليدية ولكن في نفس الوقت يمكن أن تؤثر على التماسك العلائقي بين الدولة والمجتمع، وتهديد الأمن والسلام العالمي، ويمكن أن نستشف النتائج التالية:

- تكنولوجيا النانو تعتر ثورة معرفية جديدة في القرن الحالي، مما يؤدي إلى الطعن في المسلمات والنظريات التقليدية في التقدم المعرفي.
- اهتمام المراكز البحثية بتطوير جيل جديد من أنظمة النانو تكنولوجي، يفرض تنافس حاد من أجل التحكم أكثر من مجال كالطب الهندسة، الدفاع والفضاء.
- إن تطوير الدول المتقدمة للأنظمة العسكرية والدفاعية التقليدية يصعب الفصل بين النواحي السلمية المدنية وأنظمة ذكية للتفوق العسكري في حالات الحرب.
- مأسسة جيش إلكتروني قادر على المحاكاة عن بعد وتدمير العدو، قد يؤدي في المستقبل إلى تفكيك الأنظمة التقليدية المكلفة ماديا وبشريا.
- من مخاطر تكنولوجيا النانو التخوف من محاكاة الروبوتات الذكية لبعضها وبالتالي فرض اللاتوازن واللا استقرار على مستقبل السلام و الأمن العالمي.
- تكنولوجيا النانو تطرح إعادة تنقيح مفهوم توازن القوى التقليدي إلى الرقمي خاصة على دعاة المقاربة الصلبة في سياساتها الدفاعية والعسكرية.

لكن مهما يكن في تحليل مخاطر تكنولوجيا النانو على أنظمة الدفاع العسكرية وكإجابة عن اشكالية الموضوع استطاعت في نفس الوقت تطوير أنظمة ذكية وتخفيف الأعباء المالية والبشرية خاصة في الأغراض ذات الطابع المدني وبذلك يتضح مدى فعلية وفعالية النانو تكنولوجي كمقاربة معرفية جديدة في اعادة تصميم وهيكلة التركيبة التكنولوجية التقليدية للمنظومة العسكرية والدفاعية خاصة في الدول التي تعرف طفرة علمية وبرامج متقدمة في فرض ديناميكية متكاملة بين الجانب المعرفي والتكنولوجي وعنصر التكلفة، وكذا الحفاظ على العنصر البشري خاصة في وقت الحروب و الصراعات المتخطية الحدود .

قائمة المراجع:

أولا/المراجع بالغة العربية:

الكتب:

01- محمود، م. ص. (2015).تقنية النانو وعصر علمي جديد. السعودية: مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر.

الدوريات والمجلات:

02- رحاب فايز، أ. س. (أكتوبر 2012).تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات و الاتصالات: الفرص والتحديات. مجلة أعلم، (21)، 43-90.

أوراق عمل في مؤتمر:

03- عبد الهادي، ب. ت. (2017). دراسة تشخيصية لمسح الامكانيات في مجال علوم و تقنيات النانو في الوطن العربي .تونس: مركز تميز الدراسات المتقدمة و المستقبلية.

04-محمد، ب. ص. (2007) .مقدمة في تقنية النانو. المملكة العربية السعودية: اصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات.

النشرات الاعلامية المكتوبة:

05- محمود، م. ن. (20 يناير 2011). ثورة النانو تكنولوجي في العالم. جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان: دائرة العلاقات العامة والاعلام.

المواقع الالكترونية :

06-صبحي،م.(9أفريل2015). تسليح تكنولوجي: تنافس غير تقليدي في مجال التكنولوجيا العسكرية. العراق: مركز الروابط للبحوث و الدراسات الاستراتيجية. نقلا عن bit.ly 3cyuxyv.

07-اسماعيل،إ.(06ديسمبر2015).استخدامات غير آمنة: تطبيقات النانو تكنولوجي في المجالات العسكرية.

أبوظبي: مركز المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة. نقلا عن:

bit.ly2RQnGIL

ثانيا/المراجع بالغة الأجنبية:

Books:

08- Christopher, M.R. (2006).Nanotechnology The Industrial Revolution Of The 21st Entry: Condition De La Innovation Banqueter.

Periodicals:

09-Jitendras, A.D.(2015)..Military And National Security in Plication of Nanotechnology. Virginia Tech: University Libraries in Scholar Lib VT Edu Journals,(01), 115-159.

Report:

10- Alain, D.E. Military Uses of Nanotechnology and Converging Technologies Trends and Future Impacts. Royal High Institute for Defense: Center for Security and Defense Studies.

-11 Bandow, T.(2004).The Magic Bullet Understanding: The Revolution In Military Affairs. London Brassy's.

12- Brian, C. European Nanotechnology Landscape Report. Box & Willems Consulting Venturing.

13- Pandya, J.E. For INS from Nanotechnology to Nano-Defense INS: Center for Security Studies.

14- Jürgen, A.N. Nanotechnology and Preventive Arms Control INS Military: Uses Of Nano Technology.

15- Peterson, E. C. Drexler and G Bergamot Unbounding: The Future OF Nanotechnology Revolution.

16- Ramsden, J. (2012). Nanotechnology for Military Applications: Collegium Brasilia Nanotechnology Perceptions.

17-Defense Nanotechnology Research And Development Program.(2009) . Department Of Defense Director Defense Research: report to congress.

Web Links:

18- Nanomaterials Sheet From.(2006).Available At:

Https://Bitly 39p7aXb.

19- William, M.W. (1991).Available At:

Https://Bitly Unbound Pdf.

20-Hawk, J.(2008).Nanotech Applications From .Available At:

Https://Bitly 2IhfLiL.

21- RAMSDEN,J.E. Nano Technology in Military Applications Articles. (2014). Available At:

Https://Bitly2IhfLiL.

22-Will So Utter Nanotechnology In The Military. (20 Jun 2012). Available At:

Https://Bitly 39rnDtR.