- الزيادة الكبيرة في النشاط الكيميائي.
- تستخدم لتجنب استخدام المذيبات مباشرة علي سطح الأثر.
- ويمكن أن تستخدم هذه التقنية في شكل جل (**gel**) أو في شكل إسفنجه مشبعة بمواد التنظيف.

واستخدمت في إزالة المواد الإكريللية من سطح الأسطح الجدارية دون أدني تأثير علي الألوان وتعتبر مواد النانو تطور لمواد الجيلاتين ويتم تحضير مواد النانو المستخدمة في التنظيف عن طريق إضافة (**magnetic Nano particles**) حبيبات النانو المغناطيسية مثل أكسيد الحديد والكوبلت إلى شبكة بوليميرية حيث تتكون الحبيبات المغناطيسية النانوية ولها القدرة علي ترتيب نفسها في تراكيب شديدة الانتظام في صورة شبكة هلامية (**gelatin network**) ويمكن قطعها بأحجام مختلفة حسب المساحات المراد تنظيفها ثم يتم إضافة المذيبات أو مواد التنظيف إلى الشبكة الهلامية.

ويمكن أن تستخدم فيما يعرف بالتنظيف الذاتي (self- cleaning) وهو عبارة عن استخدام حبيبات النانو من ثاني أكسيد التيتانيوم وأكسيد الزنك في صورة طبقة شفافة علي أسطح الأثر (**transparent coating**) ، بغرض حمايتها من الاتساخ والأساس العلمي يعتمد علي التحفيز الضوئي (**photo catalysis**) ، والتي تتخلص في قدرة الحبيبات النانوية في امتصاص (**u.v**) ، مما يعمل فجوات موجبة الشحنة وتصبح مواد مؤكسدة تعمل علي تحلل وأكسدة المواد العضوية ويسهل إزالتها بالماء.

❖ المنظورات المستقبلية لتقنية النانو (Nano Future Perspectives):

تتميز تقنية النانو بطبيعتها كونها متعددة التخصصات، مما يتوقع لها أن تحدث ثورة في مجموعة متنوعة من المجالات وتأثير كبير على مجموعة واسعة من التطبيقات حيث أن المواد النانوية لها إمكانيات لا حدود لها وتتم تلك التوقعات

في ضوء الأبحاث العلمية الحالية فسوف نستعرض ذلك في بعض المجالات على النحو التالي:

- **مجال الطب :**

تستخدم في التركيبات النانوية بالفعل في إجراءات التشخيص وعلاج الأمراض التي لا تزال غير قابلة للشفاء، وفي التطبيقات العلاجية ضد السرطان بشكل أوسع وسيتم التحكم في مسببات الأمراض مثل الأنسجة التي سيتم زرعها للمرضى الذين بهم أعضاء وأنسجة تالفة أو مفقودة. وكذلك تطور الأجهزة والأدوات الطبية مثل الأدوات الدقيقة وقوة الليزر الأعلى كفاءة.

- **مجال الأغذية :**

يمكن ابتداع نكهات جديدة ومتعددة القوام، واستخدام أقل من الدهون، وتعزيز لامتصاص المواد الغذائية، ومنع المكونات التي تساهم في ارتفاع نسبة الكولسترول في الدم، وإنتاج لمواد نانوية تمنع التصاق الميكروبات على الأسطح والمعدات التي توجد بمصانع الأغذية والحاويات.

- **مكافحة بكتيريا الطعام :**

ويتم حاليا إجراء تجارب على استخدام النانو تكنولوجي في إنتاج مستشعرات حيوية قادرة على التقاط البكتيريا الدقيقة التي تصيب الطعام وتتسبب في إفساده، وبالتالي سيكون من السهل الحفاظ على حياة الإنسان، من خلال الوقاية من الإصابة بهذه الأمراض.

- **القدرة على الاختفاء :**

أجرى بعض الباحثين بجامعة بنسلفانيا الأمريكية تجارب على تحقيق إخفاء بعض الأجسام أو تقديم ميزة الشفافية لأي جسم مهما كان المادة المصنوع منها،

حتى لو كان جسما بشريًا، وذلك من خلال الاعتماد على النانو تكنولوجي في كسر خطوط الضوء بزوايا معينة.

- **وفيما يخص التخزين والبضائع التجارية :**

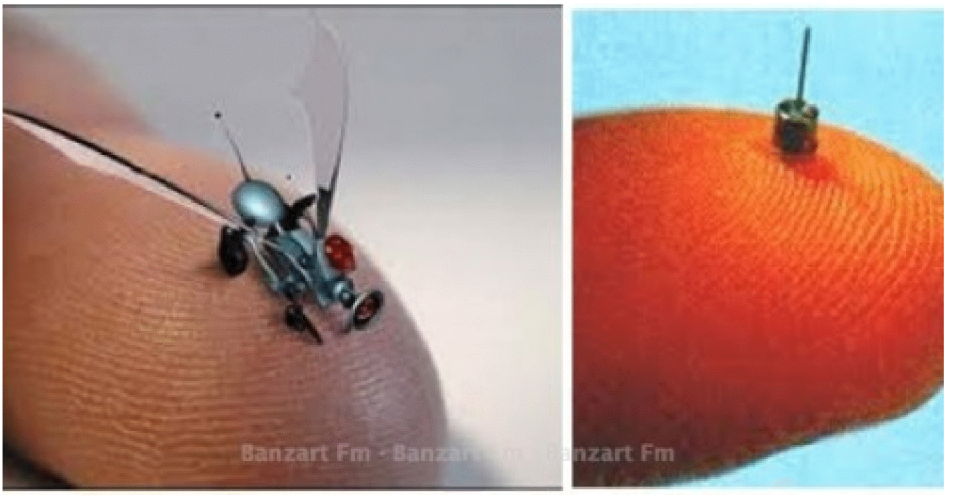
سواء المواد التي يجب أن تظل بعيدًا عن أشعة الشمس وحرارتها، أو تخزين المواد الأخرى التي تحتاج درجة حرارة أمكن إنتاج مواد نانوية ترش علي المواد والصناديق فتعمل علي توزيع أو تحويل أو امتصاص درجات الحرارة أي أنها إما طاردة لحرارة الشمس أو تعمل كالخلايا الشمسية.

وبحسب التنبؤات التي قدمها الخبير الأمريكي المعروف ميخائيل روكو فإن حجم اقتصاد التكنولوجيا سيصل إلى ثلاثة تريليونات دولار بحلول العام ٢٠٢٠ وسيبلغ عدد العاملين في هذا القطاع حول العالم قرابة الستة ملايين. وبالنظر إلى الحجم الهائل لهذه السوق ولمنتوجاتها، فإنه من الضروري تحاشي الأخطاء والممارسات السيئة التي رافقت ثورات تقنية سابقة، عبر التأسيس لتحولات قائمة على الاستدامة عن طريق تحقيق توازنات اجتماعية- اقتصادية، اقتصادية- بيئية، واجتماعية- بيئية.

- **وفي المجال العسكري :**

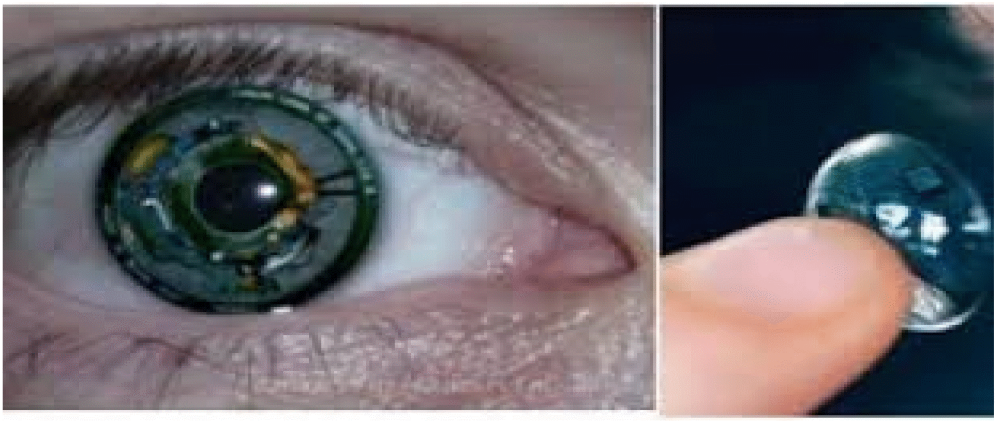
ووفقًا لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا النانوية أن الجندي محارب المستقبل في عام 2025 سيكون مجهز بنظام تكنولوجي متكامل يوفر الحماية البالستية والاتصالات/ المعلومات الكيميائية وسبل الحماية / الحيوية، ومصدر للطاقة، وأجهزة مراقبة المناخ، ومراصد صغيرة لقوة التكبير، ومرصد فسيولوجي، ومعينات سمعية وبصرية.

كذلك إنتاج أجهزة تجسس في حجم الذبابة، أو أجهزة دقيقة تزرع في ضروس الإنسان يصعب كشفها وعدسات لاصقة لها قدرة على التصوير.



روبوتات للتجسس لا تتجاوز حجم الذبابة

فمع تكنولوجيا النانو لن يكون هناك عملاء سريون يعرضون حياتهم للخطر باستمرار بالدخول إلى مناطق العدو الخطرة والحساسة فقد أصبح بالإمكان صنع روبوتات للتجسس لا تجاوز حجم الذبابة تقوم بالتقاط وتسجيل كل المعلومات الإستخباراتية وإرسالها فورًا إلى مركز جمع المعلومات لتحليلها واتخاذ القرار المناسب واستباق العدو فاحترسوا من الذباب فليس كله ذبابًا، هذا وقد وقع صناعة كاميرا رقمية في شكل عدسة لاصقة بمواصفات عالية تتحكم بها عن طريق رمش العيون وحك المنطقة المحيطة بها وهي قادرة على تسجيل كم كبير من الصور والفيديوهات بمناظير مختلفة عادية سواء منها القريبة والبعيدة المدى وفوق الحمراء وإرسالها أنيًا إلى محلل مركزي.



فسيجعل النانو الجندي في أريحية قتالية بما يعرف بالدرع الفوري، وهو عبارة عن سترة عسكرية واقية ضد الرصاص يمكن أن تسمح بدخول الهواء وتمنع دخول الغازات السامة من الأسلحة الكيماوية والبيولوجية تتغير مواصفاتها وخصائصها عن طريق تغيير المجال الكهربائي أو المغناطيسي المطبق عليها، كما يمكن لها تغيير لونه الخارجي إلى أشكال متنوعة به 23 دف للتمويه والتخفي، ويمكن أن تتحول إلى جبيرة مؤقتة عند حدوث الكسر أو ضاغط لمنع النزيف، بل يتوقع العلماء أن تصبح أكثر ذكاءً من خلال حساسات نانوية يمكنها الكشف عن الحالة الفيزيائية للجندي من حيث الضغط ونبضات القلب والإجهاد. وهنالك الكثير من المحفزات مثل احتواء الملابس على ألياف تعمل كبطاريات بأحجام متناهية في الصغر ومجسَّات للاستشعار وإنتاج عضلات خارجية مزروعة داخل الزى العسكري لتعطي الجندي قوة خارقة، ومن ذلك الوسادة الهوائية الخاصة بالجنود والتي تعمل على تصلب الرصاصة في جزء صغير جدًا من الثانية لكي لا تخترق جسد الجندي، هذا إضافة إلى صناعة معدات عالية التكنولوجيا يجعل الجنود غير مرئيين ويقفزون فوق الجدران لستة أمتار ويعالجون جروحهم في ميادين القتال.

كذلك تطوير مركباتهم وجعلها أكثر متانة وفاعلية قتالية برفع قدرتها النارية بالاستفادة من صناعة النانو تيب، وإنتاج غواصات صغيرة الحجم ذات مقاومة عالية للصدمات الحرارية والميكانيكية المختلفة، بالإضافة إلى طائرات وسفن بحرية دقيقة الحجم ذات سرعة فائقة تستوعب أعدادا كبيرة من العتاد والمؤن والجنود.

❖ تقنية النانو في مصر والعالم العربي :

أشار النقاد إلى عالم جديد من الملكية وسيادة الشركات بواسطة تكنولوجيا النانو، فمثلما تتعامل التكنولوجيا الحيوية مع الجينات، وتتضمن براءات اختراع لحفظ الحق في الاختراع، فإن قدرة تكنولوجيا النانو على التعامل مع الجزيئات قد أسفر عن وجود الكثير من براءات الاختراع للمواد، وقد شهدت الأعوام القليلة الماضية طفرة هائلة في الحصول على براءات اختراع في مجال تكنولوجيا النانو، حيث تم منح ما لا يقل عن 800 براءة اختراع في مجال تكنولوجيا النانو خلال عام 2003م، كما أن الأرقام تتزايد عامًا بعد آخر، ومن الدول الرائدة في عدد براءات الاختراع عام 2002م أمريكا، فقد حصلت الولايات المتحدة علي 6425 براءة اختراع، و1050 اليابان، و 245 فرنسا، و100 المملكة المتحدة، ونلاحظ استحواذ الدول المتقدمة علي مزايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاته مما أثار مخاوف من عدم وصول الدول النامية للبنية التحتية لتكنولوجيا النانو.

بالرغم من محاولة كلًا من السعودية والكويت اللحاق بعالم التكنولوجيا الحديثة والاهتمام بالنانو بصفة خاصة، حيث يعتبرهما المتخصصون من أكثر الدول العربية تقدمًا في مجال تقنية النانو فكلاهما أصدر قرارًا بالدخول إلى عالم النانو عن طريق إقامة مشروعات عملاقة في هذا الميدان، وتُعَد السعودية أول دولة في المنطقة تدعم إدراج هذه التقنيات الحديثة في التخصصات الطبية والهندسية والعلمية.

ويلاحظ أن غالبية الدول العربية الأخرى لم تتخذ نفس الخطوات الكبيرة تجاه الاهتمام المناسب بهذه النوعية من التكنولوجيا القادرة على حل كثير من