



### چکیده:

نانوتکنولوژی نظامی، یکی از انواع حضور فنآوری های نو در فضای مخاصمات مسلحانه با تاثیر فزاینده آن بر تمامی جنبه های علوم و صنایع نظامی تلقی می‌شود. کاربرد نانوتکنولوژی به عنوان یکی از فنآوری های نوین به حدی در حوزه های امنیتی – دفاعی در حال گسترش است که از آن به عنوان انقلاب صنعتی نوین در عرصه بازدارندگی نام برده می‌شود.

#### مقدمه:

کاربردهای نانوتکنولوژی نظامی عمدتاً در پشتیبانی و لجستیکی این فناوری مشهود است، به‌گونه‌ای که این کاربردها جنبه آفندی ندارند بلکه بیشتر برای حفاظت از سربازان خودی، تحرک پذیری بیشتر وسایل نقلیه نظامی یا مقاومت بیشتر ادوات زرهی در برابر حرارت استفاده می‌شوند. (هیتوشی ،۲۰۱۴)

از دیگر کاربردهای نانوتکنولوژی در عرصه های نظامی؛ بهبود حسگرها و سنسورها جهت افزایش حساسیت در مقابل حملات موشکی، بیولوژیکی و شیمیایی، طراحی بهتر سیستم های مورد استفاده در مانیٹورینگ موشکی، ترکیب نانوتکنولوژی و میکروالکترومکانیکال جهت کنترل سیستم های دفاع موشکی بصورت پیشرفته، استفاده در ماهواره، کشتی، زیردریایی، ماشین های آتش بار، آشکارسازی عوامل جنگ نوین، بیونانوبازر، رایانه ها و ربات های بسیار کوچک، نانوکاتالیزورها، نانولوله های کربنی، گرافن، اسمبلرها و خودهمانندسازها، نانو کامپوزیت ها، نانو ذرات مغناطیسی، مواد منفجره قدرتمند نانوساختار(فنآوری آیروژل)، نانو ربات ها

در سلول ها برای عمل برروی **DNA**، ترکیب پروتئین و غیره می‌باشند.(کریشنا ،۲۰۱۰)

#### – کاربردهای نانوتکنولوژی

در شکل ۱ طرح کلی یک سیستم مفهومی برای فنآوری نانو و کاربردهای نانوتکنولوژی آمده است. بخشی از این تاثیرات و کاربردهای نانوتکنولوژی به شرح زیر می‌باشد:

۱- تولید مواد و محصولات صنعتی

۲- نانوتکنولوژی در پزشکی و بدن انسان

۳- دوام‌پذیری منابع کشاورزی، آب، انرژی، مواد و محیط زیست پاک

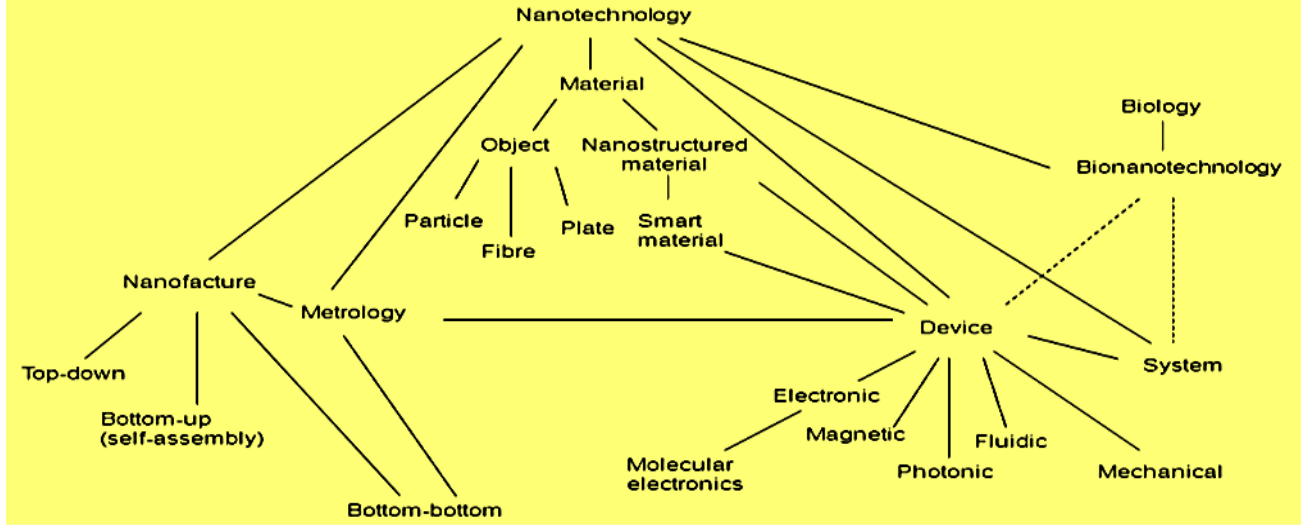
۴- تکنولوژی نانو در هوا و فضا

۵- کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت الکترونیک(ترانزیستورهای تک الکترونی نانو، پروپ های در مقیاس نانو، حافظه فروالکتریکی و …)

۶- کاربرد ریزذره ها در صنایع نظامی و امنیت ملی

۷- نانو فنآوری مولکولی

۸- بیونانوتکنولوژی(آلتمن،۱۳۹۰)



شکل ۱: طرح کلی یک سیستم مفهومی برای فنآوری نانو(۲۰۱۰)

#### – کاربردهای نظامی نانوتکنولوژی

برخی از تاثیرات و کاربردهای نانوتکنولوژی در بخش نظامی در زیر آمده است:

### – الکترونیک، فتونیک

در میکروالکترونیک نانو فنآوری به کاهش اندازه قطعات و سپس از اصول جدیدی چون نانو لوله ها و مولکول های زیستی استفاده می‌کند. وسایل الکترونیکی جدید، مدارهای کوچکتر و سریعتر با مصرف خیلی کمتر می‌توانند با کنترل واکنشها در نانوساختار بطور همزمان بدست آیند.

برخی از کاربردهای نانو فنآوری در صنعت الکترونیک عبارتند از:

– تسلط اطلاعاتی از طریق نانو الکترونیک پیشرفته به عنوان یک قابلیت مهم نظامی.

– امکان آموزش موثرتر نیرو به کمک سیستم های واقعیت مجازی پیچیده تر حاصله از الکترونیک نانو ساختاری.

– استفاده بیشتر از اتوماسیون و رباتیک پیشرفته برای جبران کاهش نیروی انسانی نظامی.

–کاهش خطر برای سربازان و بهبود کارایی خودروهای نظامی.

– دستیابی به کارایی بالاتر (وزن کمتر و قدرت بیشتر).

– تعداد دفعات نقص فنی کمتر و هزینه کمتر در عمر کاری تجهیزات نظامی.

– الکترونیک پیشرفته برای مهمات هوشمند (پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی،۱۳۸۷)

# نخستین همایش ملی واکاوی تهدیدهای نوپید دفاعی – نظامی

## نانوتکنولوژی نظامی

**روح اله عبداللهی<sup>®</sup>، مهدی ابراهیمان ، نما رستمی**

**گروه جنگ نوین،دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه امیر المومنین(ع)، اصفهان**

**r\_ab2007@yahoo.com**

فتونیک واژه ای است که در مقابل الکترونیک ارائه شده است و در حقیقت در برگیرنده شاخه های مشترک بین اپتیک و الکترونیک می‌باشد. فتونیک شاخه ای از علم است که به گسیل، عبور، تقویت و ثبت نور به وسیله ابزار نوری می‌پردازد. مدارهای یکپارچه میکروالکترونیک و نانوفتونیک می‌توانند باعث سرعت داده ها در اندازه کوچک و نیروی پایین گردند که امکان انتقال فرکانس و پهنای باند بالاتر ارتباطی را فراهم می‌سازد.( آلتمن،۱۳۹۰)

#### – نانوزیست فناوری

نانوزیست فناوری را می‌توان اصلی ترین حوزه ای دانست که نانوفناوری نظامی در آن به پیشرفت قابل ملاحظه ای دست یافته است. نانوزیست فناوری به دو شکل عمدهٔ مشروع و غیرمشروع بر تجهیزات نظامی اثر گذاشته است. در زمینه مشروع، بارزترین برنامه بین المللی نظامی موجود، برنامه دانش نانو برای صلح و امنیت است که در آن، از نانوزیست فناوری برای تولید و توسعه ابزار نظامی، تشخیص و سم زدایی عوامل تهدید کننده بیولوژیک، همچون تولارمیا و باسیلوس آنتراسیس استفاده می‌شود. همچنین از نانوزیست فناوری برای پاک سازی آلودگی محیط زیست صحنه مخاصمات از طریق نانوذرات استفاده می‌شود. بعنوان مثال؛ استفاده از نانو کاتالیست هایی برای تبدیل مولکول های آلی، به مواد بی ضرر برای طبیعت می‌باشد. (پلوس ،۲۰۰۸)

#### – مواد منفجره و پشیرانه ها:

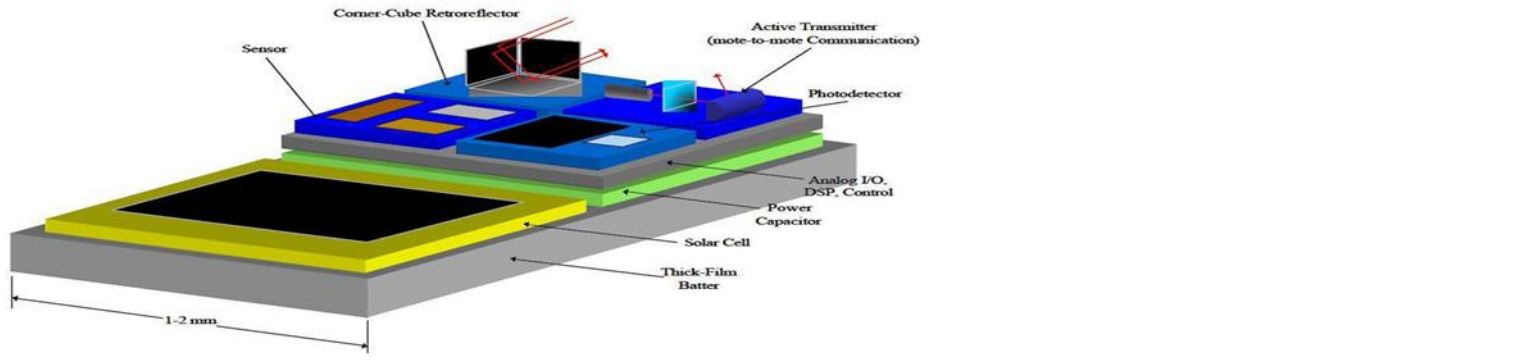
استفاده از مواد پرانرژی نانو سایز و کامپوزیت‌های حاوی آنها در سرچنگی‌های پیشرفته، پشیرانه‌های با برد بلند و اسلحه‌های ترموباریک نتایج قابل توجهی داده‌اند، به همین دلیل تولید مواد پرانرژی نانوسایز با توزیع اندازه ذره باریک، به یکی از محورهای اصلی صنایع نظامی کشورهای پیشرفته تبدیل شده است.(بیات،۱۳۸۵)
در مورد مواد منفجره جامد در پشیرانه‌ها، اندازه ذرات و توزیع دانه‌بندی آنها نقش اساسی در تثبیت فرآیند احتراق برعهده دارد. در واقع دستیابی به بالاترین عملکرد یک ماده منفجره جامد قویا به اندازه ذرات آنها وابسته است. همچنین با قابلیت های بهتری که برای طراحی مواد منفجره توسط نانو فنآوری وجود دارد می‌توان از نانوکامپوزیت ها به عنوان خرج چاشنی استفاده کرد.

#### – نانو حسگرها:

موادی که در بعد نظامی از نانوحسگرها ساخته می‌شوند علاوه بر حساسیت بالا، بایستی دوام و استحکام بالا و خواص الکتریکی خوبی داشته باشند. به طورکلی ویژگیهای مهم نانوحسگرها؛ انتخابگری بالاتر، حساسیت زیادت‌ر، ابعاد کوچکتر و قیمت ارزان‌تر هستند. نانوحسگرها به طور ذاتی کوچکتر و حساستر از سایر حسگرها می‌باشند و این ظرفیت را دارند که قیمت تمام شده آنها کمتر از قیمت تمام شده حسگرهای موجود در بازار باشد.( خضری، ۱۳۹۶)
حسگرها می‌توانند اقدامات مختلف در زمینه درجه حرارت، تعداد ضربان قلب، تنفس، ترشح و تعرق، انجام دهند. حسگرهای شیمیایی که برای مثال مولکول‌های نشان دهنده هیجان مانند نیتروژن مونو اکسید را در عمل بازدم رهگیری می‌کنند، از آن جمله اند.(آلتمن،۱۳۹۰)

از مهمترین ویژگی های آشکارساز مواد منفجره، استفاده از مقادیر کم مواد منفجره در کاربردهای میدانی، حد تشخیص، حساسیت، گزینش پذیری و پایین بودن هزینه آن می‌باشد. حساسیت و گزینش پذیری بالا همراه با قابلیت تولید انبوه به دلیل هزینه پایین از جمله ویژگی هایی قابل انتظار از نانو حسگرها است. برای اجرای مداوم و پیوسته عملیات آشکارسازی، حسگر باید در دمای معمول دارای پاسخ سریع و برگشت پذیر باشد. حسگرهای مبتنی بر نانو علم چشم انداز روشنی را برای دستیابی به این موارد مهم ارائه می‌دهند. (نجفی، ۱۳۹۰)

غبار هوشمند در واقع حسگر(سنسور) بسیار پیشرفته‌ای است که در سال ۱۹۹۹ در آمریکا ساخته شده است. عموماً این غبارها از پنج بخش اصلی تشکیل شده‌اند که شامل کنترلر، گیرنده و فرستنده، حافظه خارجی، منبع تغذیه و حسگر هستند. این حسگرها را می‌توان نانوکامپیوترهای بسیار کوچک و سبکی دانست که قادرند ساعت‌ها در هوا معلق مانده و داده های حاصل از پردازش خود دما، فشار، رطوبت، میزان مواد شیمیایی موجود، نور و صدای محیط اطراف خود را تا فاصله ۲۰ کیلومتری مخابره کنند و امکان پایش مستمر وضعیت آلودگی هوا را در یک منطقه خاص فراهم آورند. این حسگرها در صورت نزدیک شدن به هم قادرند یک شبکه موقت محلی ایجاد کرده و با هم تبادل اطلاعات نمایند و امکان تحلیل دقیق‌تر وضعیت آلودگی هوا را فراهم کنند. امکان استفاده از غبار هوشمند به عنوان ابزار جاسوسی و کسب اطلاعات نظامی وجود دارد.(قراتپه،۱۳۸۷)



شکل۲: نمونه ای از غبار هوشمند به همراه حسگر

#### – نانو فنآوری و پوشش حفاظتی:

محققان زیادی در مورد الیاف نانولوله کربنی تحقیق می‌کنند. از ویژگی های الیاف نانولوله کربنی این است که دارای هدایت الکتریکی و حرارتی بالا، ساختار فیبری شگفت انگیز، مقاومت مکانیکی بالا(استحکام کششی در حدود ۵۳–۱۳ گیگاپاسکال) و غیره می‌باشد. الیاف نانولوله کربنی حتی از تار عنکبوت و کولار هم محکم‌تر است. استحکام الیاف نانولوله کربنی ۱۷ برابر استحکام الیاف کولار(که در جلیقه های ضد گلوله مورد استفاده قرار می‌گیرد) می‌باشد و ۲۰ برابر استحکام سیم فولادی با وزن



**دانشگاه فریادبی وستاد آجا**

مشابه است. البته خواص فیزیکی آنها با توجه به ساختارشان به چینش شش ضلعی ها و تعداد دیواره های تشکیل دهنده آن ها

بستگی دارد.( اسماعیلی،۱۳۸۹)
و( چوو ،۲۰۱۲)

بر اساس نظریه پروفسور لیانگ چی ژانگ اگر از کلیه خواص نانولوله های کربنی در طراحی و ساخت مواد و ساختارهای ضد گلوله استفاده شود، مقاومت بالستیک جلیقه‌ها پیشرفت زیادی خواهد کرد.

اگر بتوان لباس‌های سربازان را به گونه‌ای ساخت که در تماس با آب نه تنها آب به داخل آن نفوذ نکند بلکه با سر خوردن از روی لباس آلودگی‌های آن را هم با خود ببرد، آنگاه می‌توان انتظار داشت که کارایی سربازان افزایش یابد. براساس گفته دانشمندان آکادمی علوم چین می‌توان به کمک نانوتکنولوژی خاصیت ضد آب و ضد چربی را در الیاف های ابریشم، پشم و کتان به وجود آورد. البسه ضد آب تولید شده بر اساس روش‌های مرسوم ضد آب سازی، زیر بوده‌اند. اما با بکارگیری این روش جدید، دیگر ابریشم خاصیت نرم بودن خود را از دست نمی‌دهد.(صمیمی فرد، ۱۳۹۲)

#### – کاربردهای فنآوری نانو در طب نظامی

از نانوذرات نقره و مس و همچنین از نانو ذرات کیتوزان می توان در ساخت باندهای پزشکی که باعث افزایش سرعت ترمیم و بسته شدن زخم ها می‌شوند، استفاده کرد. همچنین با استفاده از نانو ذرات کیتوزان می‌توان باعث کاهش عفونت باکتریایی در محل زخم های ناشی از جراحات جنگی شد.(دووتا ،۲۰۱۳)و(چوو ،۲۰۱۴)پودر نانوفلکس محصول مجاز دیگری برای درمان اینگونه جراحات است که ترکیبی از دو نانو ماده می‌باشد که برای زخم های تازه و باز استفاده می‌شود و باعث یر شدن فضای زخم و چسباندن حاشیه های زخم به یکدیگر و افزایش سرعت التیام می‌گردد.(فیتنگرالد ،۲۰۰۹)

یکی از مهم ترین علل مرگ در عملیات های نظامی خونریزی شدید و غیر قابل کنترل در اثر شدت جراحات وارده می‌باشد که گاهی تا ۸۳ درصد موارد مرگ سربازان در میدان جنگ را شامل می‌شود. امروزه می‌توان با استفاده از دانش نانو شبه پلاکتی از نانوذرات پلی استیلن و آلومین سرم گاوی تهیه کرد که باعث ایجاد لخته های سریع در مسیر خونریزی و به دنبال آن بند آمدن خونریزی شود. همچنین آزمایشات متعدد در مدل های حیوانی نشان داده که نانوپلاکت ها در قطع و بند آمدن خونریزی موثر می‌باشند.(آسلمو ،۲۰۱۴)

آسیب سلول های عصبی در جراحات جنگی یکی از پایدارترین عوارض جنگ محسوب می‌گردد که همواره یکی از چالش های طب نظامی بوده است، که با استفاده از فناوری نانو می‌توان نانوپروتئین های ابریشمی را در یک چهارچوب هیدروژلی به منظور ترمیم آسیب های عصبی محیطی بوجود آورد که در طولانی مدت باعث بهبود سلول های عصبی می‌گردد ( وانگ ،۲۰۱۳)

همچنین شکستگی ها و جراحات و صدمات وارده به استخوان در طی جنگ که یکی از بدترین عوارض محسوب می‌گردد را می‌توان با استفاده از نانوتیوب های کربن که دارای استحکام بسیار زیادی در بافت استخوانی‌اند تا حد زیادی مرتفع کرد.(مارتینز ،۲۰۱۳)

اخیرا لباس‌هایی تولید شده است که به شرایط مختلف آب و هوایی حساسند و به سیستم های اطلاعاتی متصل می‌شوند تا علایم حیاتی را کنترل کنند، همچنین این لباس‌ها قادر به ترشح مواد دارویی هستند و جراحات را محافظت می‌کنند. گونه‌ای دیگر از این مواد برای کشف آسیب های وارده به بدن به صورت خودکار عمل خواهد کرد. برای مثال به کمک این مواد شکستگی استخوان‌ها را باسرعت شناخته و گچ گیری متداول امروزه را انجام می‌دهند. بطور کلی گروه بی شماری پارچه های قابل تنفس، ضد آب و لکه با کنترل منافذ و ناهمواری های سطح آن در حد اندازه‌های نانو از مواد پلیمری و غیرآلی ساخته شده اند.(محمود خواه، ۱۳۹۷)

#### – نتیجه گیری و پیشنهادات

پایه ریزی علوم و فناوری نانو، در صنعت و بخش نظامی نه فقط برای کشورهای صنعتی پیشرفته، بلکه بیشتر از آنها، برای کشورهای در حال توسعه نظیر ایران می بایست به مثابه یک اولویت درجه اول ملی تلقی شود. اکنون که مبحث ایجاد و انکشاف نانوفناوری در ایران گشوده شده است، برنامه ریزی موزون و سنجیده در این مورد می تواند منجر به پیشرفت این رشته در کشور شده و این امر بی شک ثمرات اجتماعی و اقتصادی مطلوب خود را به همراه خواهد داشت. کاربرد نظامی فناوری نانو در تولید و توسعه ادوات و تجهیزات نظامی در زمره کاربردهای دوگانه نظامی است که هم می‌توان از آن، در کاربردهای مشروع چون مقاوم کردن پوشش نظامی رزمندگان یا حسگرهای نانو که قابلیت تفکیک میان رزمندگان و غیر رزمندگان را افزایش می‌دهند، استفاده کرد و هم در کاربردهای غیرمشروع، چون استفاده در ساخت تسلیحات بیولوژیک و هسته‌ای بهره برد. بنابراین فنآوری نانو نظامی می‌تواند ابعاد مختلف امنیتی، پدافندی، راهبردی و توسعه‌ای را برای یک کشور به همراه داشته باشد که در صورت فقدان آن، خسارات وسیع و جبران ناپذیری به بار می‌آید. عمده نگرانی ها راجع به استفاده از سلاح های نانوفناوری در صحنه مخاصمات، قابلیت آن برای تأثیرات سوء بر انسان و محیط زیست است. در این زمینه باید استفاده از نانومواد غیرارگانیک و مهندسی شده همچون تیتانیوم دی اکسید در تولید و توسعه ادوات و تجهیزات نظامی را که در بسیاری از موارد، سمی بودن آن ها برای انسان و محیط زیست آشکار شده است، به حداقل رساند و به جای آن بر نانومواد ارگانیک تکیه کرد.

با توجه به گستردگی نانوتکنولوژی و کمترین استفاده از آن در نیروهای مسلح جمهوری اسلامی پیشنهاد می گردد در نیروهای مسلح و به خصوص در مراکز علمی و دانشگاهی آنها، به جذب دانشجو در این رشته و ایجاد مراکز نانوتکنولوژی نظامی نیز اهتمام کافی شود تا ان شاله حاصل آن تقویت هرچه بیشتر نیروهای مسلح چه در آفند و چه در پدافند باشد.