

نانوتکنولوژی، انقلابی در سیستمهای دفاعی هوشمند

علی محمد سلطانی، مرتضی مغربی

دفتر همکاری‌های فن‌آوری ریاست جمهوری

کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی

تهران، صندوق پستی ۴۶۷۱-۱۴۱۵۵، تلفن: ۶۵۰۰۰۶۵، نمابر: ۶۵۰۰۰۶۰

پست الکترونیکی: asoltani@tco.ac.ir

qrst@dr.com

۱- چکیده

نانوتکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانوتکنولوژی یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. برای کشور ما نانوتکنولوژی در همه زمینه‌ها و از جمله موارد نظامی به عنوان یک فرصت و در عین حال یک تهدید تلقی می‌شود؛ به این معنی که به دلیل فاصله کم ما با دنیا، فرصت خوبی برای تفوق جهانی در این رشته داریم و از طرف دیگر اگر دست بکار نشویم فاصله دیگر کشورها با ما افزایش خواهد یافت و در برابر این پیشرفت جهانی منفعل خواهیم شد.

در این مقاله پس از بررسی کاربردهای مطرح نانوتکنولوژی در سیستمهای دفاعی به اثرات آن از جمله کاهش هزینه تولید، مصرف انرژی پایینتر، کارایی بالاتر و ... اشاره می‌شود. همچنین با بررسی سرمایه‌گذاری عظیم بسیاری از کشورها، پیشنهاد خواهد شد برای همراهی با این روند تکنولوژیکی از هم‌اکنون برنامه‌ای درازمدت در وزارت دفاع کشورمان تدوین شود.

۲- مقدمه: نانوتکنولوژی و کاربردهای آن

نانوتکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ذرات نانومتری و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. [۱ و ۹] از زمانی که فاینمن، فیزیکدان برجسته آمریکایی، ایده کار با اتمها و مولکولها را مطرح کرد [۱۱] محققان جهان به کار در این عرصه روی آوردند. برای نانوتکنولوژی کاربردهایی را در حوزه‌های مختلف از غذا و دارو و تشخیص پزشکی و بیوتکنولوژی تا الکترونیک و کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا و امنیت ملی برشمرده‌اند. کاربردهای وسیع این عرصه به همراه اثرات اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فناوری را به عنوان یک زمینه «فرارشته‌ای و فرابخشی» مطرح نموده است.

علوم و فناوری نانو، عنصری اساسی در درک بهتر طبیعت در دهه‌های آتی خواهد بود. از جمله موارد مهم در آینده، همکاریهای تحقیقاتی میان‌رشته‌ای، آموزش خاص و انتقال ایده‌ها به صنعت خواهد بود. بخشی از تأثیرات و کاربردهای نانوتکنولوژی به شرح زیر می‌باشد [۲، ۵ و ۶]:

- تولید مواد و فرآورده‌های صنعتی (مواد سبک‌تر، مستحکم‌تر، قابل برنامه‌ریزی و هوشمند، کاهش هزینه، افزایش عمر، ابزارهای جدید بر پایه اصول و معماری جدید، ساخت مولکولی و ...)
 - پزشکی، داروسازی و مراقبت‌های بهداشتی (توسعه نانویوحسگرها و تکنولوژی‌های تصویربرداری جدید برای تشخیص زودتر و درمان بیماری‌هایی مثل سرطان، روش‌های بیماری‌شناسی و درمان کارآمدتر و ارزان‌تر، داروهای جدید، کمک به بینایی و شنوایی، مواد جدید سازگار با محیط زیست که باعث افزایش زمان نگهداری اندام مصنوعی می‌گردد، استفاده از دستگاه‌های پزشکی کوچک و هوشمند، ارسال دارو به طور مستقیم به سلولهای آسیب‌دیده و ...)
 - الکترونیک و کامپیوتر (تراشه‌ها و کامپیوترهای سریعتر با نانوترانزیستورها، حافظه‌های با ظرفیت بسیار بالا، پهنای باند ارتباطی بالا، نسل‌های جدیدی از ردیاب‌ها، پردازنده‌ها و نانودستگاه‌ها و ...)
 - منابع طبیعی و محیط زیست (تخلیص و نمک‌زدایی آب، کاهش مصرف بنزین با تغییر در خودروها، تایرهای سازگار با محیط زیست، استفاده از نانوپودرها برای رفع آلودگی، استفاده از سیستم‌های نانوروباتیک و هوشمند برای مدیریت فاضلاب‌های محیط زیستی و هسته‌ای، ...)
 - انرژی (بهبود تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته، بهبود تبدیل انرژی هیدروژن به انرژی گرمایی، ذخیره‌ایمن هیدروژن و ...)
 - ابزارهای نظامی و امنیت ملی (سلاحهای جدید، هوشمندی بیشتر مهمات نظامی، تسلط بیشتر بر اطلاعات، ابزارهای محافظت در برابر سلاحهای میکروبی و شیمیایی و ...)
- علوم و مهندسی نانو، منجر به درک بهتر طبیعت، پیشرفت در پژوهش و آموزش پایه و تغییرات عمده در تولیدات صنعتی، اقتصاد، بهداشت، مدیریت محیط زیست و حفظ منابع طبیعی خواهد شد. به گونه‌ای که در ۱۰ تا ۱۵ سال آینده یک بازار جهانی بیش از ۱۰۰۰ میلیارد دلاری در سال را ایجاد خواهد کرد و جهان را برای رسیدن به توسعه پایدار امیدوار ساخته است.

۳- نگاهی به وضعیت جهانی نانو تکنولوژی

بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه (در حدود ۳۰ کشور)، برنامه‌هایی را در سطح ملی برای پشتیبانی از فعالیتهای تحقیقاتی و صنعتی نانو تکنولوژی تدوین و اجرا می‌نمایند. زیرا نانو تکنولوژی به عنوان انقلابی در شرف وقوع، آینده اقتصادی کشورها و جایگاه آنها در جهان را تحت تأثیر جدی قرار خواهد داد. [۸] در بخشی از این کشورها، در یکی دو سال اخیر تحرکات شدیدی از طرف دولتها برای سرعت بخشیدن به توسعه نانو تکنولوژی صورت گرفته و فعالیتهایی که تا قبل از این به صورت خودجوش توسط محققان انجام می‌گرفته است، با تشویق و حمایت‌های مستقیم دولت ادامه یافته‌اند. به عنوان نمونه، دولت آمریکا در سال ۱۹۹۸ با توجه به خواست وسیع محققان و دانشگاهیان، گروه کاری بین بخشی علوم و فناوری نانو را تشکیل داد. این گروه در فوریه ۲۰۰۰، گزارشی با عنوان «پیشگامی ملی نانو تکنولوژی؛ به سوی انقلاب صنعتی بعدی» به رئیس جمهور آمریکا ارائه نمود که رئیس جمهور نیز آن را به کنگره ارائه داد. [۲] بخشی از این گزارش صرف تهبیح مسؤولان آمریکا برای توجه جدی به این موضوع شده است تا آنجا که در صفحه ۳۱ این گزارش ۱۰۱ صفحه‌ای عدم توجه به جنبه‌های مهم این کار از جمله جنبه‌های فرابخشی آن مساوی با در معرض خطر قرار گرفتن آینده اقتصادی، کیفیت زندگی و امنیت ملی آمریکا دانسته شده است. یکی از بخشهای فعال این برنامه وزارت دفاع می‌باشد، که یک چهارم بودجه نیز به آن اختصاص یافته است.

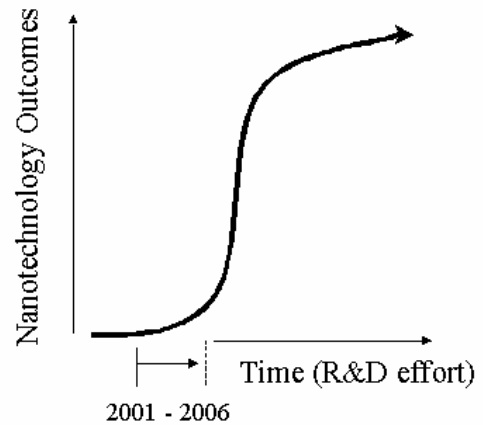
محققان ژاپنی از دهه ۱۹۷۰ میلادی به صورت خودجوش در زمینه‌های تحقیقاتی نانو تکنولوژی وارد شده‌اند تا آنجا که کلمه نانو تکنولوژی نیز اول بار توسط یک محقق ژاپنی مورد استفاده قرار گرفت. دولت ژاپن اولین بار در ابتدای دهه ۱۹۹۰ بودجه‌ای را برای پشتیبانی از این تحقیقات اختصاص داد و این روند ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۹۹۷، ۱۲۰ میلیون دلار و در سال ۲۰۰۱، ۴۳۰ میلیون دلار اختصاص یافته است. [۷، و ۲۴]

دولت کره جنوبی ۵ زمینه فناوری را به عنوان صنایع نسل بعدی به عنوان اولویت این کشور اعلام نموده و برای آنها تا سال ۲۰۰۵، مبلغ ۱۰ تریلیون ون معادل ۸ میلیارد دلار اختصاص داده است. فناوری اطلاعات، بیو تکنولوژی، نانو تکنولوژی، فناوری‌های محیط زیست و فناوری‌های فرهنگی به عنوان حوزه‌های منتخب دولت کره جنوبی اعلام گردیده است. دولت کره جنوبی، در زمینه نانو تکنولوژی، پرورش ۱۲,۶۰۰ کارشناس و متخصص را در ۱۰ سال آینده برنامه‌ریزی نموده است و با هدف تبدیل شدن به پنجمین کشور پیشرفته دنیا در نانو تکنولوژی پیش می‌رود. [۲۴] رئیس جمهور کره در زمان اعلام برنامه نانو تکنولوژی کشور، فناوری‌های پیشرفته از جمله نانو تکنولوژی را فرصتی برای تبدیل شدن کره به یکی از کشورهای پیشرفته دانسته است.

۳-۱- روند رشد نانو تکنولوژی

پژوهشگران و کارشناسان جهان دریافته‌اند که در علوم و مهندسی در حال نزدیک شدن به این اندازه ناپیدا (نانومتر) هستیم. دیگر این سؤال مطرح نیست که آیا نانو تکنولوژی توسعه می‌یابد یا خیر؛ بلکه این سؤال مطرح است که چه کسی در هر عرصه، پیشتاز خواهد بود؟ به نظر می‌رسد سال ۲۰۰۱، نقطه شروع نمودار متعارف رشد S شکل برای نانو تکنولوژی باشد و ما برای رسیدن به بخش رشد صعودی منحنی به ۵ سال زمان نیاز داریم (شکل-۱). نرخ افزایش اکتشافات علمی این بیان را تقویت می‌کند. این نمودار نشان می‌دهد که در آینده نزدیک شاهد رشد چشمگیر تولیدات نانو تکنولوژی و نفوذ آن به زندگی انسان خواهیم بود.

[۸]



شکل ۱: منحنی S برای رشد تحقیق و توسعه نانو تکنولوژی

۴- نانو تکنولوژی و صنایع نظامی

از همان زمانی که نانو تکنولوژی به عنوان یک زمینه پژوهشی در جهان مورد توجه قرار گرفت، صنایع نظامی به این حوزه توجه نموده و به دنبال پتانسیل کاربردهای نظامی آن بوده اند. البته این موضوع تقریباً در مورد اکثر فناوری‌ها صحت داشته و حتی به دلیل علاقه زیاد صنایع نظامی و پشتیبانی نامحدود دولتها از این صنایع، فناوری‌های متعددی از بخش نظامی به بخشهای غیر نظامی راه یافته اند و در واقع تولد آنها در حوزه نظامی بوده است. البته در مورد رویکرد عمومی به نانو تکنولوژی این موضوع که شروع کار از بخش نظامی باشد، صحت ندارد ولی قطعاً شروع برخی زمینه‌های نانو تکنولوژی نیز با توجه زیاد بخشهای دفاعی از این صنایع بوده و خواهد بود. آنچه مسلم است پتانسیل بزرگ نانو تکنولوژی برای کاربردهای دفاعی به خوبی مشخص شده و به همین جهت در برنامه‌های کوتاه مدت و بلندمدت صنایع دفاعی کشورهای توسعه یافته، توجه خاصی به نانو تکنولوژی شده است.

۵- کاربردهای نانو تکنولوژی در حوزه سیستمهای دفاعی هوشمند

کاربردهای نانو تکنولوژی در فناوریهای نظامی را می توان به طور کلی به ۵ دسته نانومواد، نانو پودرها، سنسورهای مولکولی، فناوری MEMS (و NEMS) و نانو الکترونیک، تقسیم کرد:

۱-۵-۱- نانومواد

نانومواد، موادی جدید هستند که دارای سبکی و مقاومت کششی بالا و عمر مفیدی چند برابر مواد متداول هستند، که به دو دسته نانوکامپوزیت ها و نانوروشها تقسیم می شوند. در ادامه به نمونه هایی از کاربردهای نانومواد اشاره می شود:

۱-۱-۵- نانوکامپوزیت ها

جایگزینی نانوکامپوزیت های فلز-فلز، سرامیکی و پلاستیکی در قطعات مکانیکی و بدنه خودروها و اشیاء پرنده مثل موشک می تواند متضمن کاهش مصرف سوخت، افزایش عمر مفید، افزایش برد و همچنین پنهان ماندن از دید رادار، گردد.

طی تجربه ای که در وزارت انرژی آمریکا صورت گرفته است، مشاهده شده است که افزایش نانوذرات اکسید آلومینیوم به نیکل،

موجب می شود تا مقاومت کششی آن ۲/۵ برابر فولاد یا تاقانی نوع C ۴۴۰ شود [۱۰]

۳-۵- سنسورهای مولکولی

با کمک نانوتکنولوژی می توان به اشکال مختلف، سنسورهایی آفرید که به شکل تغییر رنگ یا انتقال سیگنال، مواد شیمیایی خاصی را در غلظتهای مولکولی شناسایی کنند. از این سنسورها می توان برای آشکارسازی مواد مخدر و منفجره (از بیرون چمدان) یا عوامل شیمیایی (مثل گازهای اعصاب) استفاده کرد. این مسأله می تواند روزی به سلاح "بویاب" منتهی شود.

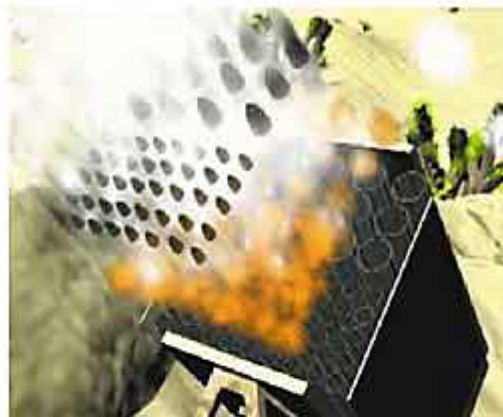
مثلاً "محققین شرکت 3M با بکارگیری کریستال مایع متصل به گیرنده های خاص یک ماده شیمیایی روی سطوح دارای چین خوردگیهای نانومتری طلا، سنسورهای کوچک و دقیق ساخته اند. در این تکنیک، به محض اینکه ماده شیمیایی هدف با گیرنده های مخصوص به خود در تماس قرار می گیرد، پیوند گیرنده ها با بلور مایع گسسته می شود و آرایش بلور مایع روی سطح طلا به هم می خورد، که این تغییر وضعیت برای چشم غیر مسلح، به صورت تغییر رنگ قابل مشاهده است. با این فناوری می توان چندین ماده شیمیایی را در طی زمانهای متفاوت تماس، تشخیص داد. [۱۸]

۴-۵- فناوری MEMS و NEMS

سیستمهای میکرو (و نانو) الکترومکانیکی (MEMS و NEMS) تحولی نوین هستند، که با قیمتی کم و سرعتی بالا، با کمک فناوری ساخت مدارات مجتمع (IC) ساخته می شوند و به تراشه حسابگر مدارات مجتمع، "چشم" و "بازو" را می افزایند. به این شکل که پدیده های مختلفی چون گشتاور، سرعت، فشار، دما و ... را "حس" کرده و پس از "تصمیم گیری"، موارد کنترلی لازم را "اعمال" کرده، یا "مخبره" می کنند. [۱۹]

از مهمترین خصیصه های MEMS و NEMS، کوچکی آن است، که باعث می شود در همه جا به راحتی استفاده شوند، به راحتی تعمیر و جایگزین شوند، انرژی فوق العاده کمی مصرف کنند و به محیط زیست آسیبی نرسانند.

- سنسورها و عمل کننده های متکی بر MEMS از نوع شتاب سنج برای کنترل موشک با یک هفدهم حجم، یک چهارم قیمت و با کیفیتی بسیار بالاتر، در حال جایگزین شدن در موشکها و اشیاء پرنده دیگر هستند. [۲۰]
- هم اکنون تلاش گسترده ای نیز برای استفاده از میکرونازلها برای هدایت گلوله های ۴۰ میلیمتری در دست اجراست و بررسیهای دینامیک گاز در آن پایان یافته است. هواپیماهای کوچک جاسوسی از دیگر موارد قابل ذکر می باشد. [۲۰]
- فناوری عمل کننده MEMS در حال منسوخ کردن تفنگها و خمپاره اندازهای مکانیکی مرسوم و راهی به سمت استفاده از اتوماسیون و رباتیک پیشرفته برای جبران کمبود کمی و کیفی نیروی نظامی است. شرکت استرالیایی Metal Storm Ltd در حال تهیه سیستم جایگزین مین ضد نفر است.



شکل ۲: نمایی از یک سیستم خمپاره انداز ۶۴ لوله ای فرضی
می تواند کل ۲۵۶ تیر خود را در ۹ هزارم ثانیه شلیک کند. [۲۱]

این سیستم شامل مجموعه‌ای از سنسورهای سنجش از نزدیک و دور می‌باشد، که می‌تواند به کامپیوتر دستی فردی در چند کیلومتر دورتر هشدار می‌دهد، که شخصی در حال نفوذ است. پس از شناسایی تهاجم می‌توان یک دوربین تلویزیونی بسیار کوچک را به صحنه پرتاب کرده، تا در حین فرود آمدن با چتر به آن فرد نشان دهد، که فرد نفوذی یک مرد شترسوار است یا یک دشمن. فرد می‌تواند واکنش مناسب را نشان دهد، شاید فقط صدای زیادی ایجاد کند تا مرد شترسوار را بترساند، یا سیستم الکترونیکی شلیک خمپاره‌انداز را به کار بیاندازد.

- این شرکت همچنین امیدوار است، از فناوری سنسورهای MEMS در تولید اسلحه‌های فردی هوشمند، که تنها در دست افراد مسؤول شلیک می‌کنند، استفاده کند.

- عمل‌کننده‌های MEMS پس از ۱۷۰ سال تک‌تازی الکتروموتورها، در حال کنارزدن آنهاست. بعنوان مثال شرکت Nano Muscle تلاش دارد تا در سال آینده، محصول خود را با ۵ برابر کارآیی انرژی، ۱۰ برابر سرعت، یک‌سوم وزن و یک‌پنجاهم قیمت، جایگزین موتورهای الکتریکی کوچک وسایل الکترونیکی خانگی کند. [۴]

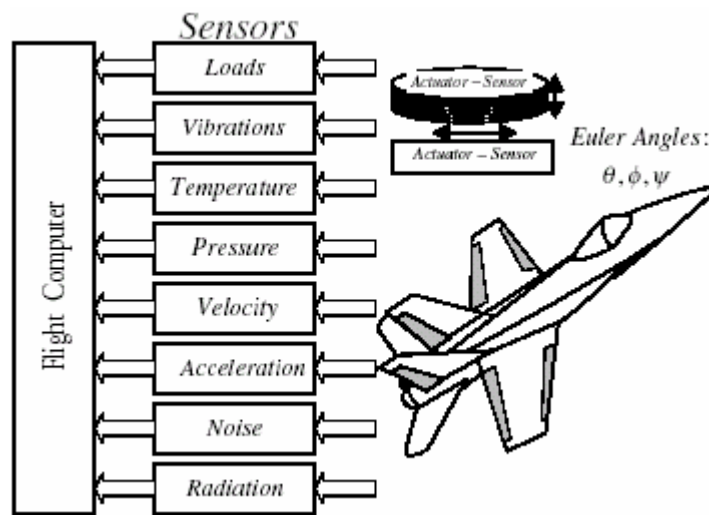
- سیستم‌های ارتباطی با فرآیند MEMS دگرگون خواهند شد. در ۷ فوریه ۲۰۰۰، دو سوئیچ رادیویی MEMS که با سیمی به طول ۳۰ متر به هم متصل شده بودند، از ماهواره مادر خارج شدند و توانستند با سوئیچ سوم در زمین ارتباط موفقیت‌آمیزی داشته باشند. در آینده "نانوماهواره"ها را می‌توان به راحتی در هنگام نیاز به فضا پرتاب کرد تا وظیفه ارتباطی یا سنجش از راه دور خود را در فضا انجام دهند. [۲۰] کیفیت ارتباطی با فناوری MEMS بی‌نظیر می‌باشد و با ورود گسترده آن به بازار، می‌تواند مثلاً به فیلترها، گیرنده‌ها، فرستنده‌های بسیار کوچکتر و آنتنهای گیرنده تنگ‌تر (عدم نیاز به آنتن ماهواره!)، منجر شود. [۲۰]

۵-۵- نانوالکترونیک

- با کوچکتر شدن قطعات میکرو الکترونیک به عرصه نانومتر، دیگر فناوری لیتوگرافی سیلیکونی جوابگو نخواهد بود و فناوری اطلاعات به ناچار توسط الکترونیک مولکولی و کوانتومی، احاطه خواهد شد. الکترونیک مولکولی که بر پایه مولکولهای آلی بزرگ، نانولوله‌های کربنی یا مولکولهای DNA می‌باشد [۱۵]، تا حدود ۲۰۰۷ وارد بازار خواهد شد و سرعتی در حد لااقل چندصد برابر را به تراشه‌های امروزی خواهد بخشید. البته لازم به ذکر است، که نانوالکترونیک علاوه بر پردازش شامل ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات نیز می‌شود.

- نوع دیگری از الکترونیک نیز که هم‌اکنون در حال پیگیری است، ولی حدود ۳۰ سال ظهور آن وقت می‌برد، الکترونیک کوانتومی است، که می‌تواند مثلاً عمل "رمزگشایی کلیدی" (Key Encryption) را، که در رایانه‌های امروزی حدود یک میلیون سال وقت می‌برد، در عرض یک ماه انجام دهد، و به این ترتیب مسائل امنیتی را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این، خواص مکانیک کوانتومی منجمله "انتقال اطلاعات از راه دور" بدون نیاز به سیم! بر این نوع تراشه حکمفرما خواهد بود. [۲۲]

- نانوالکترونیک بعنوان یک فناوری متحول‌کننده، همه چیز از جمله فناوری نظامی را در هم خواهد ریخت. تفوق اطلاعاتی پی‌درپی در نبردهای آینده، تعیین‌کننده برنده نبرد می‌باشد. [۷]



شکل ۳: بکارگیری سنسورهای میکرو/نانو متری در هواپیما [۲۳]

- "واقعیت مجازی" پیچیده‌تر متکی بر نانو الکترونیک، می‌تواند برای شبیه‌سازی عینی بسیاری از رخدادها بکار رود و سیستم‌های مدیریتی و آموزش پرسنل را ارتقاء دهد. [۷]
 - قوی‌تر بودن تراشه‌های الکترونیکی، بیانگر دقت ناوبری، هواپیما و موشک‌هاست. [۷] کفایت تصور کنید یک ابررایانه را درون یک موشک قرار داده‌ایم.
 - توانایی تحلیل و انتقال داده‌ها بالا، موجب می‌شود سنجش از راه دور که در شناسایی عملیات نظامی دخیل می‌باشد، بیشتر درگیر شود و اطلاعات بیشتری را بتوان از آن استخراج کرد. (مثل ردگیری یک پایگاه زیر زمینی یا حرکات دشمن در پس مه و گردوغبار) شاید در آن هنگام ساده‌ترین کارها، پیش‌بینی زمان دقیق نزولات آسمانی و شکست‌های نظامی باشد.
- آنچه مسلم است این است، که اثرات چنین فناوری بزرگی را به سختی می‌توان پیش‌بینی کرد.

۶- توجه جهانی به نانو تکنولوژی دفاعی

همانگونه که گفته شد به دلیل پتانسیل بالای نانو تکنولوژی برای کاربردهای دفاعی، این حوزه مورد توجه زیاد سازمانهای نظامی دنیا قرار گرفته است. حتی قبل از آنکه دیگر بخشهای دولتهای بزرگ به برنامه‌ریزی و اختصاص بودجه به نانو تکنولوژی پردازند، بخشهای دفاعی برنامه‌هایی برای توسعه آن داشته‌اند به عنوان نمونه وزارت دفاع آمریکا در اواخر دهه ۸۰ و انگلیس در دهه ۹۰ پروژه‌هایی در این زمینه داشته‌اند [۲۴]

یکی از کشورهایی که در دو سه ساله اخیر به صورت جدی به نانو تکنولوژی نظامی پرداخته است، آمریکا می‌باشد. در برنامه پیشگامی ملی نانو تکنولوژی کشور آمریکا در سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ و همچنین برنامه پیشنهادی سال ۲۰۰۳ تقریباً یک چهارم بودجه به وزارت دفاع اختصاص یافته است. [۲۴]

در این برنامه وزارت دفاع آمریکا در رشته‌های جمع‌آوری، پردازش، ذخیره و نمایش اطلاعات، مواد کارآمد و دفاع شیمیایی و بیولوژیکی فعالیت می‌کند و نانو الکترونیک، حسگرهای بیوشیمیایی و مواد و همچنین ابزارهای جدید شناسایی در مقیاس نانو از زمینه‌های مهم فعالیت این وزارتخانه می‌باشد. این وزارتخانه برنامه‌های خود را از طریق تعریف پروژه برای دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی، محققان منفرد، آزمایشگاههای وابسته و همچنین فراهم نمودن زیرساختهایی چون تجهیزات با کارایی بالا به انجام می‌رساند. [۲]

از جمله برنامه‌های اصلی وزارت دفاع آمریکا در نانو تکنولوژی که در سال ۲۰۰۲ اضافه شد، حسگرهایی چند کاره است. این حسگرها توانایی حس، پردازش، محاسبه و مخابره اطلاعات را دارند و اندازه آنها واقعاً در ابعاد نانومتر می‌باشد. با قراردادن این حسگرها، می‌توان هوشمندی را به همه تجهیزات، سلاحها و مهمات اضافه نمود و به سادگی می‌توان تصور نمود که یک ابر کامپیوتر می‌تواند در هر بخش از تجهیزات و مواد، در بدنه هواپیما و موشک، در بمب و مین و در همه تجهیزات نظامی وجود داشته باشد.

آمریکاییها به دنبال نسل جدید قابلیت‌های نظامی هستند که تصور می‌کنند با نانو تکنولوژی ایجاد خواهد شد. هوشمندی، جزء اصلی همه لوازم جنگی آینده است. حتی لباس سربازان نیز می‌تواند به نوعی هوشمند باشد.

علاوه بر آمریکا در برنامه های نظامی انگلیس، فرانسه، روسیه، و آلمان نیز می‌توان نانو تکنولوژی را دید و قطعاً اطلاعات موجود بخش ناچیزی از برنامه های واقعی آنهاست.

۷- نتیجه گیری و پیشنهاد

نانو تکنولوژی دارای کاربردهای زیادی در عرصه دفاعی است و تأثیر عمده‌ای در هوشمندی هر چه بیشتر تجهیزات و مهمات و سیستمهای دفاعی دارد. هوشمندی بیشتر و اندازه و وزن کوچکتر، از مهمترین نتایج کاربردهای نانو تکنولوژی در دفاع خواهد بود که البته این مسیر، نسبتاً طولانی است ولی شواهدی از اطلاعات منتشر شده دنیا نشان می‌دهد که بعضی از دستاوردهای آن در سالهای جاری به تحقق پیوسته یا خواهد پیوست.

کشور ما نیز قطعاً نیاز دارد، که با برنامه‌ریزی بلندمدت، بخش دفاعی خود را با این روند اجتناب‌ناپذیر دنیا همراه سازد. بدین منظور پیشنهاد می‌شود اولاً نانو تکنولوژی به عنوان یکی از محورهای اولویت‌دار در وزارت دفاع مورد توجه قرار گیرد و ثانیاً برنامه‌ای برای موفقیت در این عرصه زیر نظر مسوولان رده بالای این وزارتخانه تدوین شود. آموزش محققان، استفاده از پتانسیل‌های تحقیقاتی دانشگاهها و مراکز پژوهشی و همچنین ایرانیان مقیم خارج، از بخشهای این برنامه خواهد بود. راه‌اندازی واحدهای تحقیق و توسعه نانو تکنولوژی در داخل مراکز صنعتی دفاع نیز پیشنهاد می‌شود. موضوعات تحقیق و توسعه این مراکز باید توسط گروهی از اندیشمندان در این وزارتخانه تعیین شود.

امید که بتوانیم در این عرصه پیش‌رو با تصمیم‌گیری به موقع و برنامه‌ریزی درست، تجربه تلخ فناوری های قبلی را تکرار ننموده و در این زمینه به موفقیت دست یابیم.

۸- مراجع

- [۱] فیلیپ، آنتون و همکاران، "انقلاب جهانی تکنولوژی"، کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، تهران، ۱۳۸۰.
- [۲] "برنامه پیشگامی ملی نانو تکنولوژی آمریکا"، کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، تهران، ۱۳۸۰.
- [۳] "ارتش آمریکا لباسی از نانو تکنولوژی به تن سربازانش می پوشاند"، آدرس: <http://www.tco.ac.ir/nano/Farsi/News/WORLD/Jul/Army.htm>
- [۴] "وسایل الکترونیکی کوچکتر و سبکتر با عمل کننده های NanoMuscle"، آدرس: <http://www.tco.ir/nano/Farsi/News/WORLD/Sep/NanoMuscle.htm>
- [۵] WTEC, "Review of U.S. R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials, and Nanodevices." Siegel, R., E. Hu, M. Roco and G. Holdridge, Loyola University, Baltimore, Maryland, 1997.
- [۶] NSTC(U.S . National Science and Technology Council), 2000, "National Nanotechnology Initiative: The Initiative and Its Implementation Plan", Washington, D.C., 2000.
- [۷] 2001, "Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology", NSF Report, Kluwer Academic .M.C. Roco, W. Bainbridge Publishers, Boston
- [۸] M.C. Roco, "International Strategy for Nanotechnology Research and Development ", J. of Nanoparticle Research, Kluwer Academic Publ., Vol. 3, No. 5-6, pp. 353-360, 2001.
- [۹] M.C. Roco, "A Frontier for Engineering", J. of Mechanical Engineering, May 2001.
- [۱۰] "Nanotechnology Research Directions: Vision for Nanotechnology R&D in the Next Decade", IWGN Workshop Report, Sep 1999.
- [۱۱] Feynman, R., "There is plenty of room at the bottom", Caltech Institute, 1959, URL: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>
- [۱۲] Susan Killenberg McGinn, "Milestone measurement made of nanotube strength", URL: <http://wupa.wustl.edu/record/archive/2000/02-03-00/articles/nanotube.html>
- [۱۳] Ann M. Thayer, "Firms Find A New Field Of Dreams", C&EN Journal, Monday, October 16, 2000
- [۱۴] Dr.T.S.Sudarshan, "Plasma Synthesis of Nanoparticles," URL: <http://www.ntc.edu/resources/funding/awards/dod/dodsttrp296.asp>
- [۱۵] Ron Dagani, "Building From The Bottom Up", C&EN Journal, Monday, October 16, 2000
- [۱۶] "Nano Aluminum Powder for Medium-Caliber Projectiles, Accelerator or as a Booster," URL: <http://www.argonide.com/propellants.html>
- [۱۷] Tom Henderson, "Nanoparticles may get draft notice as mini smart bombs against terror," URL: http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=2359, Oct. 8, 2001.
- [۱۸] Ginger Pinholster, "Shifting liquid crystals may serve as personal, portable chemical sensors," URL: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2001-08/aafi-slc080901.php, Aug 16, 2001.
- [۱۹] <http://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html> "What is MEMS Technology?," URL:
- [۲۰] <http://www.darpa.mil/mto/mems/presentations/memsatdarpa3.pdf> William C. Tang, Ph. D., "MEMS Programs at Darpa," URL:
- [۲۱] Tom Henderson, "Land Mine Alternatives would help distinguish friend from foe," , Sept. 6, 2001. http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=2101 URL:
- [۲۲] .Sep 10, 2001 <http://www.news.ucdavis.edu/> URL: "Quantum Computing Explored,"
- [۲۳] Sergey Edward Lyshevski, "Nano-and Microelectromechanical Systems," CRC Press, 2001.
- [۲۴] سایت کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، <http://www.tco.gov.ir/nano>