

راهبرد توسعه نانو فناوری در کشور

مطالعه، شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت موجود
و ارائه راهبردهای دست‌یابی به وضع مطلوب

سید محمدحسین شجاعی

فهرست

۲	فناوری نانو
۷	بررسی وضعیت جهان در نانوفناوری
۱۸	بررسی وضعیت ایران در نانوفناوری
۳۰	مدل ارزیابی نیازمندیهای تکنولوژی
۳۶	مدل ارزیابی سطوح توانمندی فناوری بخشی
۴۰	مدل تحلیلی
۶۹	جمع‌بندی راهبردهای پیشنهادی در حوزه نانوفناوری

فناوری نانو

مقدمه

فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو^۱ اطلاق می‌شود. اما تعریف دقیق‌تری از آن عبارت از ساخت و دستکاری هدفمند ساختارهای مصنوعی با اندازه کنترل شده در مقیاس ۱ تا ۱۰۰ نانومتر و ترجیحاً ۲ تا ۵۰ نانومتر می‌باشد.

برنامه ملی پیشگامی نانوفناوری آمریکا فناوری نانو را به صورت زیر تعریف می‌کند: «توسعه تحقیقات و فناوری در سطوح اتمی، مولکولی و ماکرومولکولی با طول تقریبی از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر به منظور فراهم آوردن شناخت اصولی از پدیده‌ها و مواد در مقیاس نانو و با هدف ایجاد و استفاده از نانو ساختارها، قطعات و سیستم‌هایی که به خاطر اندازه کوچک و یا متوسط خود دارای خواص و عملکردهای جدیدی هستند.»

فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزار و سیستم‌های جدید با درست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آنها است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. فناوری نانو یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته هاست. فناوری نانو، فناوری‌ای است که بر پایه دستکاری تک‌تک اتم‌ها و مولکول‌ها استوار است بدین منظور که بتوان ساختاری پیچیده را با خصوصیات اتمی تولید کرد.

تاریخچه فناوری نانو و برخی رویدادهای مهم این صنعت

در سال ۱۹۵۹ ریچارد فیلیپس فاینمن^۲ مقاله‌ای را درباره قابلیت‌های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. واژه "فناوری نانو" برای اولین بار در یک مقاله علمی در سال ۱۹۷۴ به کار رفت، و اریک درکسلر^۳، مفاهیم فناوری نانو مولکولی را در انستیتوی فناوری ماساچوست در سال ۱۹۷۷ معرفی کرد. در سال ۱۹۸۱ میکروسکوپ تونل زنی روبشی که دانشمندان را قادر به مشاهده جزئیات ساختار اتم‌ها و دستکاری آنها می‌نمود، اختراع شد.

در سال ۱۹۸۵ باکی بال (کربن خالص کره‌ای شکل و تو خالی) کشف شد.

در سال ۱۹۸۸ اولین درس دانشگاهی فناوری نانو عرضه شد.

در سال ۱۹۹۰ IBM دستگاهی اختراع کرد که به کمک آن می‌توان اتم‌ها را تک تک جابه‌جا کرد.

در سال ۱۹۹۱ نانو لوله‌های کربنی توسط دانشمندان ژاپنی کشف شدند.

^۱ یک نانومتر یک میلیاردم متر (10^{-9} m) است. این مقدار حدوداً چهار برابر قطر یک اتم است. مکعبی با ابعاد ۲/۵ نانو متر ممکن است حدود ۱۰۰۰ اتم را شامل شود.

^۲ Richard. P. Feynman

^۳ K.Eric Drixle

در سال ۱۹۹۳ اطلاعات مربوط به فناوری نانو مولکولی و محصولات مولکولی جمع آوری شد .
در سال ۱۹۹۳ اولین نقاط کوانتومی با کیفیت بالا تولید شد.
در سال ۱۹۹۶ اولین کنفرانس اروپایی فناوری نانو برگزار شد .
در سال ۱۹۹۷ اولین نانو ترانزیستور ساخته شد.
در سال ۲۰۰۰ اولین موتور DNA ساخته شد.
در سال ۲۰۰۱ یک مدل آزمایشگاهی سلول سوخت با استفاده از نانو لوله تولید شد.
در سال ۲۰۰۲ شلوارهای ضد لک مبتنی بر فناوری نانو به بازار عرضه شدند.
در سال ۲۰۰۳ نمونه‌های آزمایشگاهی نانوسلول‌های خورشیدی تولید شدند.

برخی اهداف فناوری نانو

توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی ، مولکولی و یا ماکرو مولکولی در مقیاس اندازه های ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.
خلق و استفاده از ساختارها ، ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک آنها ، خواص و عملکرد جدیدی دارند.
توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.

اهمیت نانو ابعاد

دلایل زیادی برای اهمیت نانو ابعاد وجود دارد ، که بعضی از آنها به شرح زیر است:

- ۱) خصوصیات مواد در اندازه های نانو متری دچار تغییراتی می شود و با طراحی مواد نانو متری تغییر در خصوصیات میکروسکوپی و میکروسکوپی ماده مانند رنگ ، خواص مغناطیسی، دمای ذوب و ... بدون تغییر ترکیبات شیمیایی آن ممکن می شود .
- ۲) از جمله خصوصیت مواد بیولوژیکی و زنده، سازماندهی منظم آنها در ابعاد نانومتری است و توسعه در زمینه نانو فناوری به ما اجازه خواهد داد که چیزهای نانو ابعادی ساخت بشر را در داخل سلولهای زنده قرار دهیم . همچنین این کار باعث خواهد شد که با استفاده از خود چینی طبیعت بتوانیم مواد جدیدی بسازیم . مطمئناً این کار باعث ایجاد ترکیبات بیولوژی با علم مواد خواهد شد .
- ۳) ترکیبات نانو متری دارای نسبت سطح به حجم بسیار زیادی هستند (حجم کمی دارند اما سطح زیادی را پوشش می دهند) و لذا استفاده از آنها در مواد کامپوزیتی دارو رسانی در بدن و ذخیره انرژی به شکل شیمیایی (مانند گاز طبیعی و هیدروژن) بسیار ایده آل خواهد بود .

۴) سیستم های ماکروسکوپییک ساخته شده از نانو ساختارها می توانند چگالی بسیار بیشتری نسبت به مواد ساخته شده از میکروساختارها داشته باشند و همچنین هدایت الکتریکی بهتری دارند . با استفاده از برهمکنش نانو ساختارها مفاهیم جدیدی در ابزارهای الکترونیکی، مانند مدارهای کوچکتر و سریعتر، کارایی بسیار پیشرفته تر و مصرف برق بسیار کمتر پدید می آید.

شاخه های فناوری نانو

فناوری نانو منحصر به یک رشته خاص نیست، بلکه رشته ای میان رشته ای است یعنی به علوم مختلف وابسته است و با استفاده از پیشرفتهای علوم مختلف می توان به پیشرفتهای فناوری نانو دست یافت. بنابراین کاربردهای متفاوتی را می توان برای این فناوری متصور شد. مانند کاربردهای الکترونیکی پزشکی، زیستی و ... که از نظر رشته ای ارتباط خاصی با یکدیگر ندارند . لذا ممکن است فناوری نانو رشته ای کاملاً گسسته به نظر آید که موضوعات آن هیچ ارتباطی با هم ندارند.

برخی محققین فناوری نانو، این حوزه را به سه رشته تقسیم بندی می کنند که عبارتند از :

نانو فناوری مرطوب :

این شاخه به مطالعه سیستم های زنده ای می پردازد که اساساً در محیط های آبی وجود دارند . در این شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاء ها و سایر ترکیبات سلولی در مقیاس نانو متر مورد مطالعه قرار می گیرند . پژوهشگران موفق شده اند ساختارهای زیستی فراوانی تولید کنند که بتوان نحوه عملکرد آنها را در مقیاس نانویی کنترل کرد . این شاخه در برگیرنده علوم پزشکی، دارویی و به طور کلی علوم و روشهای مرتبط با زیست فناوری است .

نانو فناوری خشک:

این شاخه ، از علوم پایه مانند شیمی و فیزیک مشتق می شود و به مطالعه ساختارهای مواد از قبیل کربن ، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی می پردازد . نکته قابل توجه این است که الکترونهای آزاد که در فناوری مرطوب موجب انتقال مواد و انجام واکنشها می شوند ، در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می آورند . در نانو فناوری خشک کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می گیرد. برای مثال طراحی و ساختن میکروسکوپ هایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانو متر مورد مطالعه قرار داد .

نانوفناوری محاسباتی:

در بسیاری از مواقع ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایشهای نانومتریک مناسب نیستند و لذا در مواردی چنین، از رایانه ها برای شبیه سازی فرآیندها و واکنش های اتم ها و مولکول ها استفاده می شود. شناختی که به وسیله محاسبه به دست می آید، باعث می شود که زمان لازم برای پیشرفت نانو فناوری خشک بطور محسوسی کاهش یابد و البته تاثیر مهمی در نانو فناوری مرطوب نیز خواهد داشت.

روش های ساخت در فناوری نانو

اصولا در فناوری نانو دو روش برای ساخت محصولات نانویی وجود دارد:

روش پایین به بالا:

منظور از پایین به بالا، چینش اتم به اتم، مولکول به مولکول از یک ماده کنار هم بطور دلخواه جهت ایجاد و ساخت مواد جدید نانومتری است. در این روش که خود شامل شیوه های مختلف تولید است، مواد جدید با چینش اتمی خاص و منحصر بفرد می توانند ساخته شوند.

روش بالا به پایین:

در این روش برای رسیدن به نانو مواد، باید ذرات و ترکیبات بزرگتر ماده را با استفاده از روش های متداول مانند خرد کردن در چند مرحله به مواد در مقیاس نانومتری تبدیل کنیم. دانشمندان برای ساخت انبوه محصولات نانویی به دنبال یافتن روش هایی هستند که بتوانند بصورت خود به خودی یا خود تکثیری، خود چینی⁴ و غیره مواد نانو متری را تولید کند.

تأثیرات اجتماعی فناوری نانو

تأثیرات اجتماعی فناوری نانو را می توان در موارد ذیل احصاء کرد:

(۱) محصولات صنعتی و مصرفی به دلیل کارایی بسیار بالای نانومواد و نانو ساخت به طور پیوسته کوچکتر، بادوامتر، هوشمندتر، سریعتر و ارزانتر خواهند شد.

(۲) مراقبت های بهداشتی بیشتر در دسترس قرار گرفته و ارزانتر خواهند بود و در جلوگیری از بیماری ها، جایگزینی اعضای بدن و افزایش طول عمر مؤثرتر واقع خواهند شد. داروهای جدید و ابزارهای تشخیصی بهتری وارد بازار خواهند شد.

⁴ خود چینی عبارتست از جذب اتم ها و مولکولهای مواد بطور هوشمندانه توسط خود آنها و بصورت خود به خودی به منظور ایجاد ساختار به هم پیوسته و منظم.

- ۳) هوشمندی درونی را در همه جا می‌توان حس کرد و هر کسی در هر جا و هر زمانی در دسترس خواهد بود.
- ۴) مشاغل مختلف، کارکنان خود را ملزم به یادگیری مهارت‌های جدید می‌کنند، تا بتوانند خود را در یک واقعیت اقتصادی جدید بر مبنای فناوری و محصولات نانو حفظ کنند.
- ۵) آموزش برای بیان پیشرفت‌های سریع صنایع نانو، نیاز به تغییر و تحول خواهد داشت.
- ۶) نانو انرژی می‌تواند اجسامی تمیزتر و مقرون به صرفه‌تر از نظر سوخت به وجود آورد.
- ۷) تولید مواد غذایی ارزان و مقوی، مشکلات فقر غذایی جهان را ریشه‌کن خواهد ساخت.
- ۸) اقتصاد متکی بر دارائی مجازی یک جامعه که تحت سلطه صنعت نانو فناوری می‌باشد، سریعاً به آن دسته از افراد و سازمان‌هایی که مالکیت معنوی خود را در این تکنولوژی نو حفظ کرده‌اند، سود اعطا خواهد کرد.
- همگرایی فناوری نانو با سه فناوری قدرتمند قرن ۲۱ یعنی رایانه‌ها، شبکه‌ها و فناوری زیستی باعث می‌شود تا انتخاب‌های جدید و قدرتمندی که هرگز در هیچ جامعه بشری تجربه نشده است در تاریخ زندگی بشر به وجود آید.

پیش نیازها و الزامات توسعه فناوری نانو

موفقیت در توسعه فناوری نانو دارای پیش نیازها و الزاماتی است که توجه سنجیده به آنها مانع از افراط و تفریط در برنامه ریزی می‌شود. مشکلات و موانع موجود در کشور نباید باعث نومیدی در حصول نتایج عالی و محافظه کاری زیاد شده بلکه باید باعث تلاش مضاعف و سنجیده تر کشور شود و از طرفی جذابیت های این فناوری با سرعت بالای تحولات جهانی و علاقه زیاد متخصصان و برنامه ریزان، نباید موجب تعجیل و شتاب در دستیابی به نتایج گردد. اما به هر حال رفع موانع و تامین ابزارهای لازم، شرط مهم موفقیت می باشد.

توسعه فناوری نانو، نیازمند زیرساختهایی است که بدون آن ها توسعه پایدار و متوازن این فناوری امکان پذیر نیست. برای هر مرحله از توسعه این فناوری زیرساخت هایی مورد نیاز است که باید با مطالعه دائمی، از قبل آماده شوند و آماده سازی اغلب این زیرساخت ها وظیفه دولت است. از مهمترین این زیرساختها می توان به مقررات تسهیل کننده، شبکه های اطلاع رسانی، آزمایشگاه های تأیید کیفی و مرجع، مراکز رشد پارکهای فناوری، صندوق های سرمایه گذاری خطرپذیر و... اشاره کرد. بیشتر این زیرساخت ها بین فناوریهای مختلف مشترک اند ولی متأسفانه در کشور ما وجود ندارد و دولت باید برای ایجاد و توسعه آنها برنامه ریزی و سرمایه گذاری نماید. به عنوان مثال ایجاد بسترهای حقوقی و قانونی مناسب از طرف دولت باعث تسریع در پیشرفت فناوری نانو خواهد شد.

در این زمینه گاهی لازم است دولت با ایجاد حاشیه امنیتی بیشتر و ایجاد جذابیتهای اقتصادی باعث توسعه سرمایه گذاری در فناوری نانو شود. معافیت های مالیاتی برای شرکت های فعال در زمینه فناوری نانو، بیمه سرمایه گذاری های انجام شده در این حوزه و مواردی از این قبیل نیاز به تصویب فواین خاص در حوزه فناوری نانو دارد. به همین دلیل

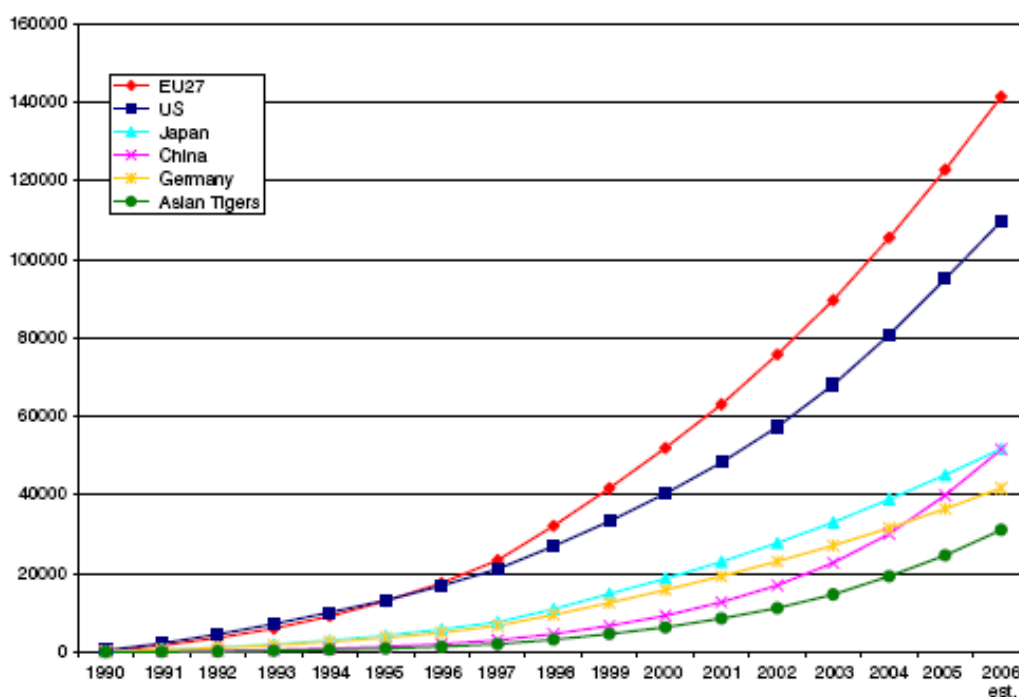
است که هر گاه در کشوری، موضوعی به عنوان اولویت تعیین می شود، متعاقب آن تعداد زیادی از قوانین و آیین نامه ها تدوین و یا اصلاح می شوند.

از طرفی به دلیل ویژگی های خاص این فناوری و رقابت شدید جهانی در این زمینه، واگذار کردن مدیریت توسعه این فناوری به مکانیزم ها و ساختارهای موجود قطعاً باعث کندی حرکت و عقب ماندن در صحنه رقابت جهانی می شود. از این رو لازم است در مدیریت توسعه فناوری نانو از ساختارهای انعطاف پذیر و پویا و مکانیزم های کارآمد استفاده شود.

بررسی وضعیت جهان در نانوفناوری

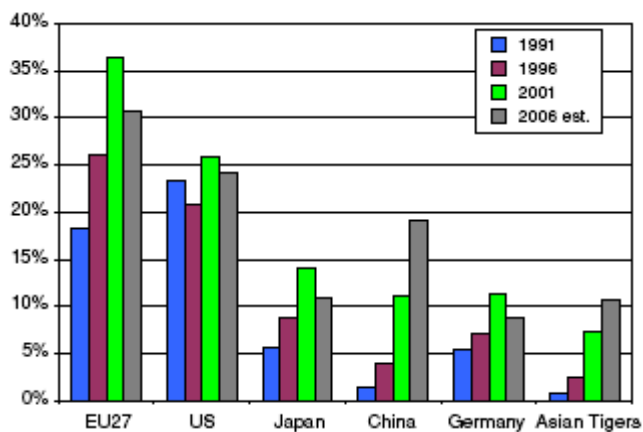
بررسی وضعیت انتشارات و ارجاعات در حوزه نانوفناوری

از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ موقعیت نسبی کشورهای اتحادیه اروپا، ایالات متحده، ژاپن، آلمان، چین و سه کشور کره جنوبی، سنگاپور و تایوان (از میان ببرهای آسیا) از نظر انتشارات پژوهشی نانوفناوری، به صورت زیر بوده است^۵:

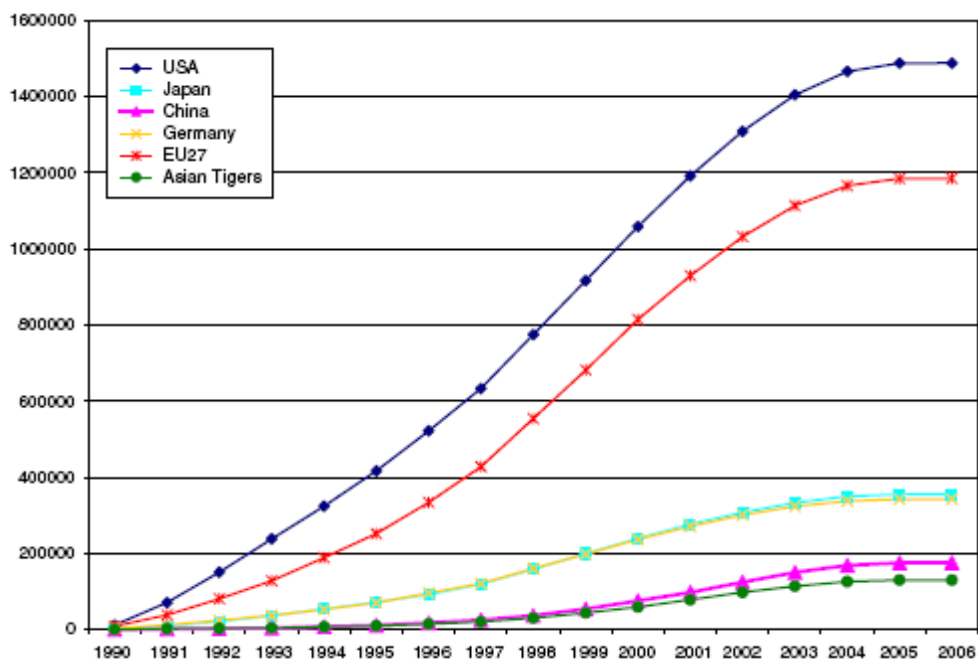


شکل (۱). تعداد انتشارات نانوفناوری به صورت تجمعی در کشورهای مذکور

⁵ Youtie, J., Shapira, P., & Porter, A. L. (2008). Nanotechnology publications and citations by leading countries and blocs. *J Nanopart Res*, 981–986.

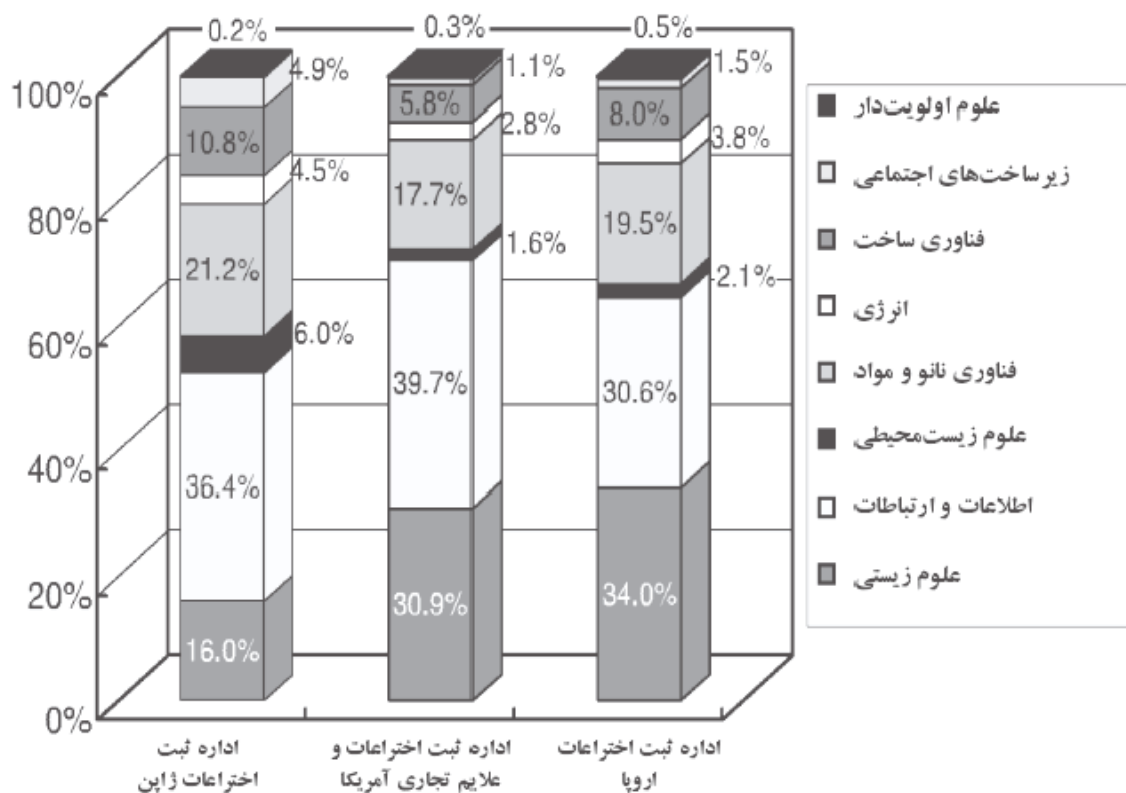


شکل (۲). درصد انتشارات سالیانه نانوفناوری کشورهای مذکور در سال های منتخب



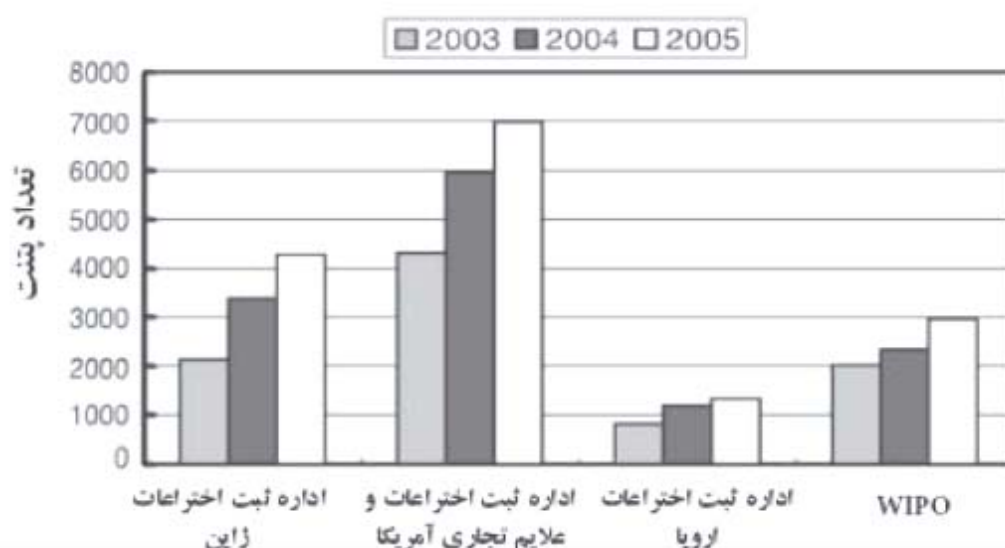
شکل (۳). میزان تجمعی کل ارجاعات انتشارات نانوفناوری در کشورهای مذکور

بررسی روند پتنت های نانوفناوری

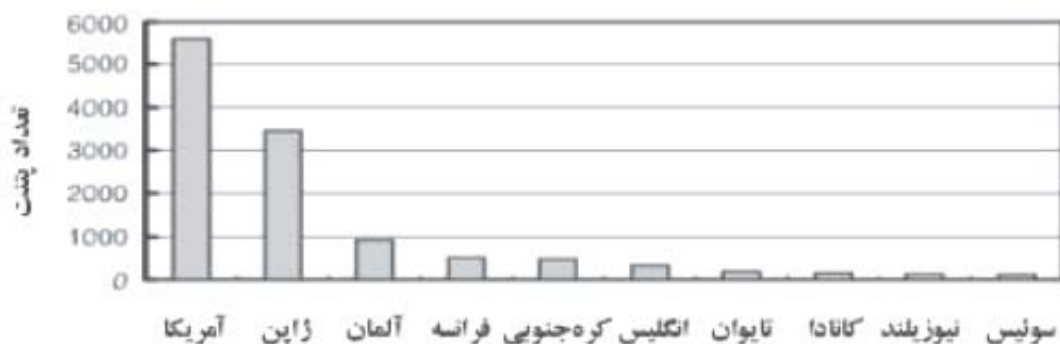


شکل (۴). درصد کاربرد پتنت ها به تفکیک ۸ حوزه اصلی در اداره ثبت پتنت ژاپن، آمریکا و اروپا

بر اساس اطلاعات سازمان های ثبت پتنت تعداد پتنت های ثبت شده در حوزه نانوفناوری روندی صعودی داشته است.

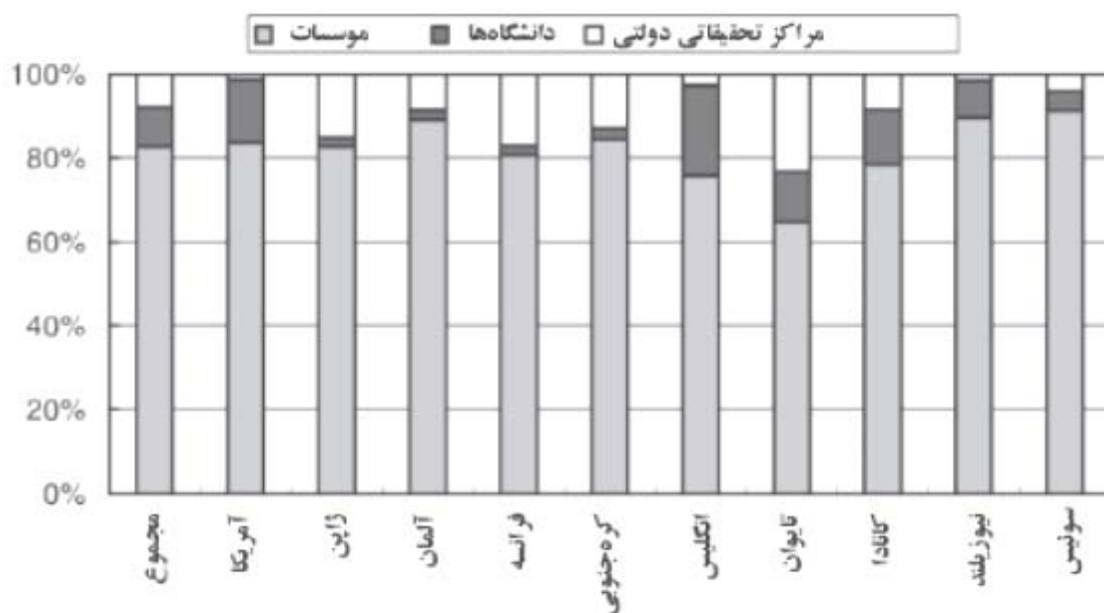


شکل (۵). تعداد پتنت های ثبت شده در چهار سازمان بزرگ ثبت پتنت در سال های منتخب



شکل (۶). تعداد پتنت های ثبت شده در چهار سازمان بزرگ ثبت پتنت به تفکیک ملیت (سال ۲۰۰۴)

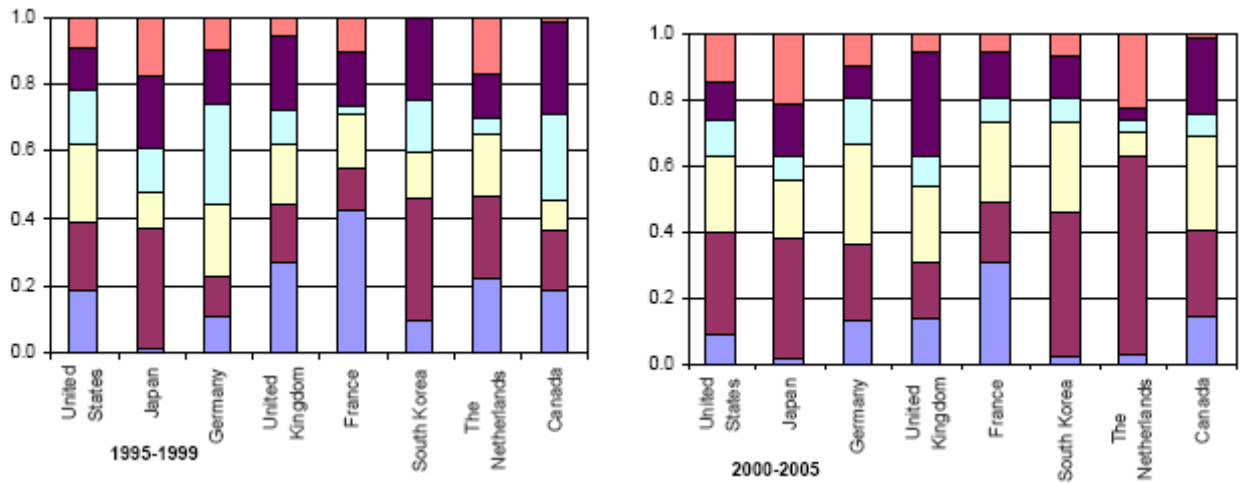
شکل ۷ نشان می دهد که بیشترین درصد ثبت پتنت مربوط به موسسات بوده است. نسبت ثبت مربوط به مراکز تحقیقاتی دولتی و دانشگاه ها در کشورهای مختلف متفاوت است.



شکل (۷). درصد پتنت های نانوفناوری به وسیله موسسات، دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی دولتی (سال ۲۰۰۴)^۶

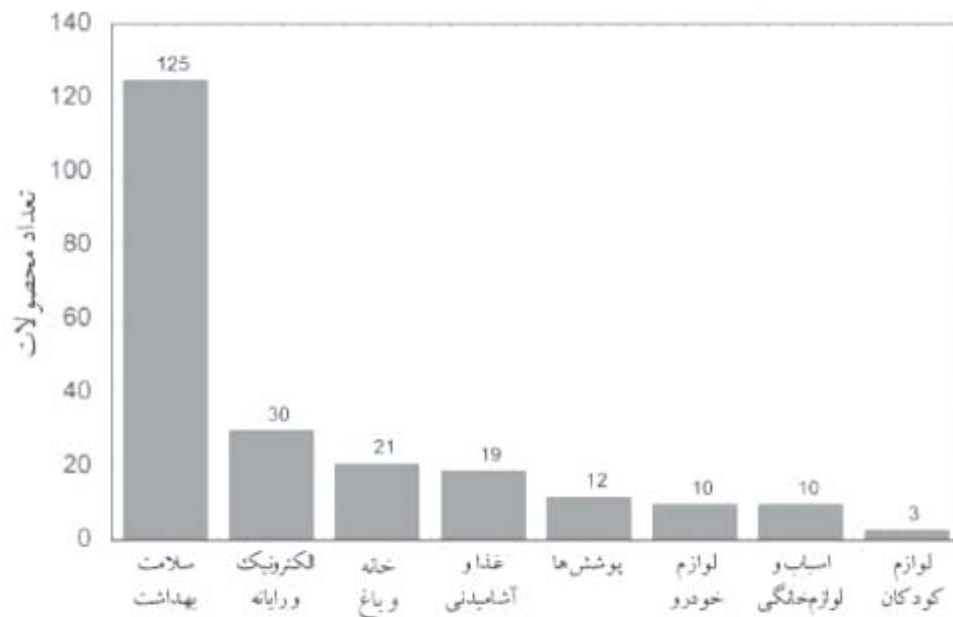
- Nanobiotech (Y01n2)
- Nanoelectronics (Y01n4)
- Nanomaterials (Y01n6)
- Nanodevices (Y01n8)
- Nanooptics (Y01n10)
- Nanomagnetism (Y01n12)

⁶ Kanama, D. ۱۲۰ شماره , *ماهنامه فناوری نانو*, (مهرماه ۱۳۸۶). روند جهت گیری پتنت های فناوری نانو.



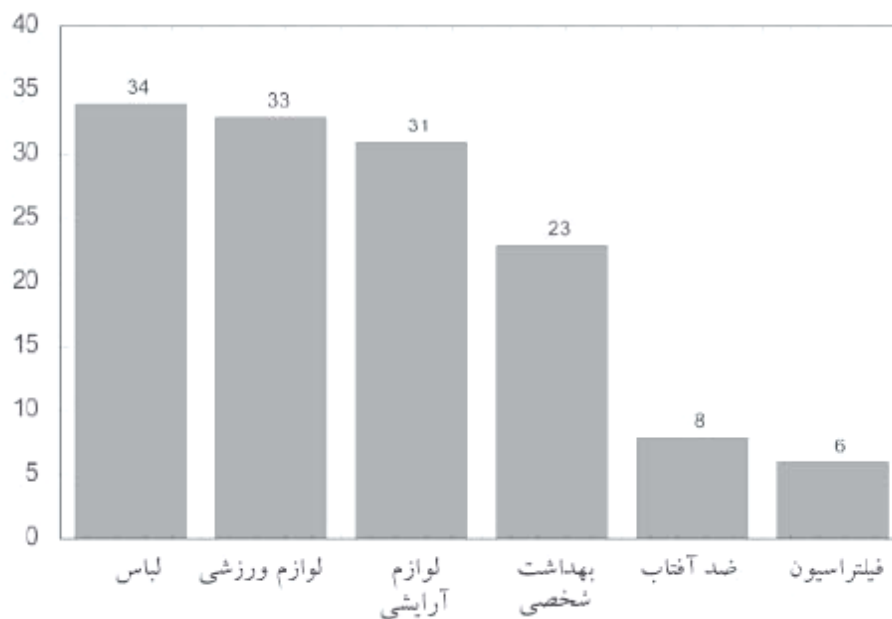
شکل (۸). پتنت های نانو فناوری در هشت کشور برتر در زمینه کاربرد این پتنت ها برای دوره های ۱۹۹۵-۱۹۹۹ (سمت چپ) و ۲۰۰۰-۲۰۰۵ (سمت راست)^۷

بررسی وضعیت بازار محصولات نانو فناوری

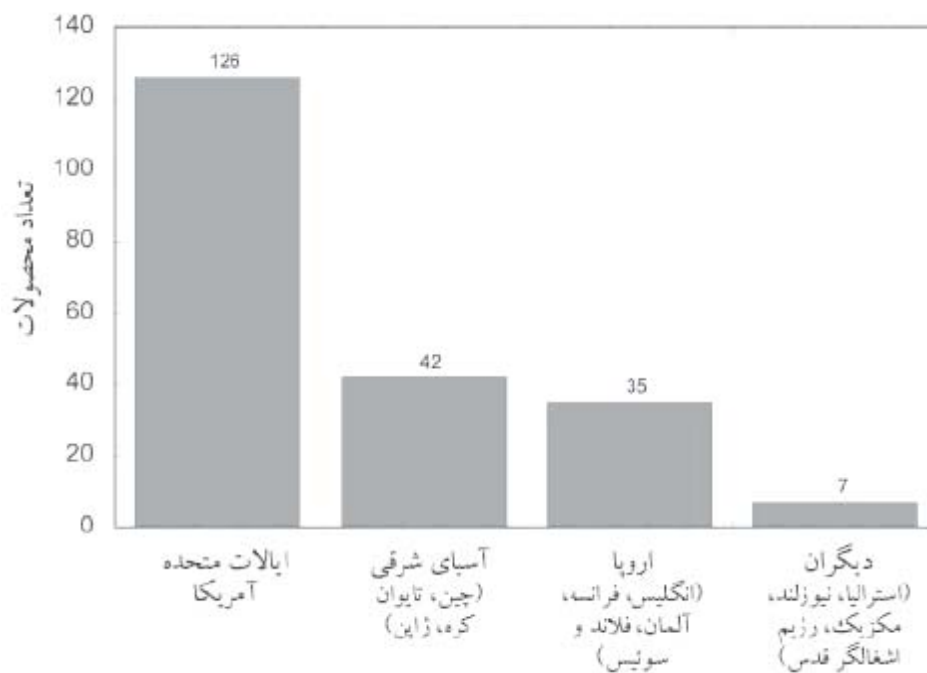


شکل (۹). تعداد در گروه های مختلف محصولات (برخی محصولات به چند گروه تعلق دارند)

⁷ EPO, 2006

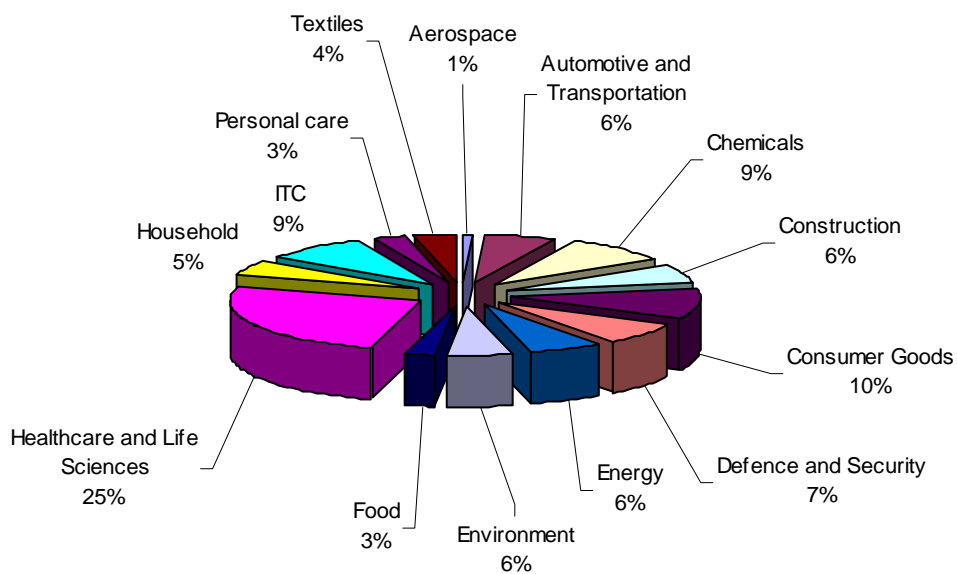


شکل (۱۰). تعداد محصولات در زیرگروه محصولات بهداشت و سلامت

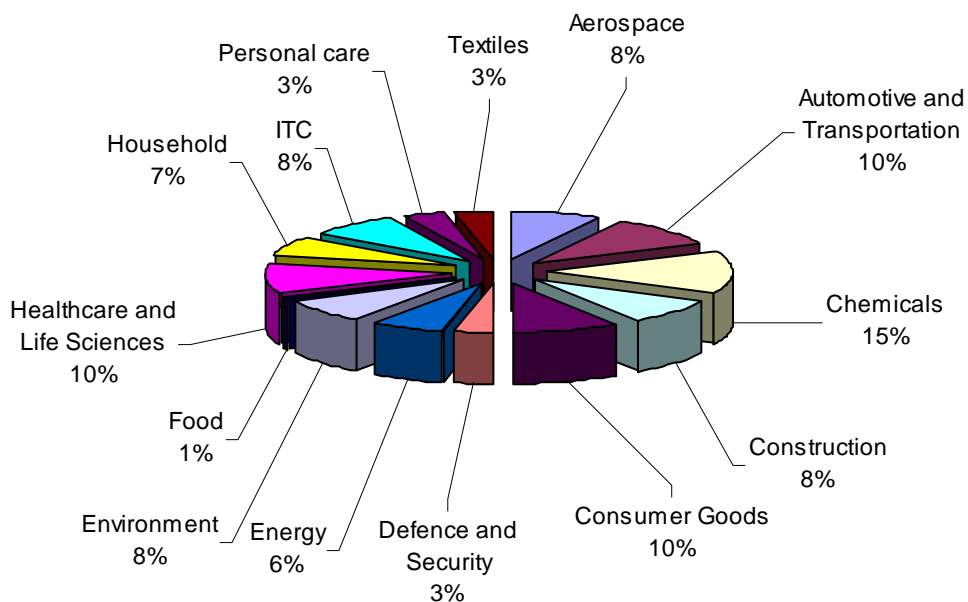


شکل (۱۱). تعداد محصولات برحسب مناطق مختلف^۸

^۸ . محصولات فناوری نانو از نگاه آمار. ماهنامه فناوری نانو، شماره ۱۱۷. (تیر ۱۳۸۶) E. Michelson, A. Maynard & .



شکل (۱۲). تمرکز بازار شرکت های نانوفناوری در اروپا در سال ۲۰۰۷^۹

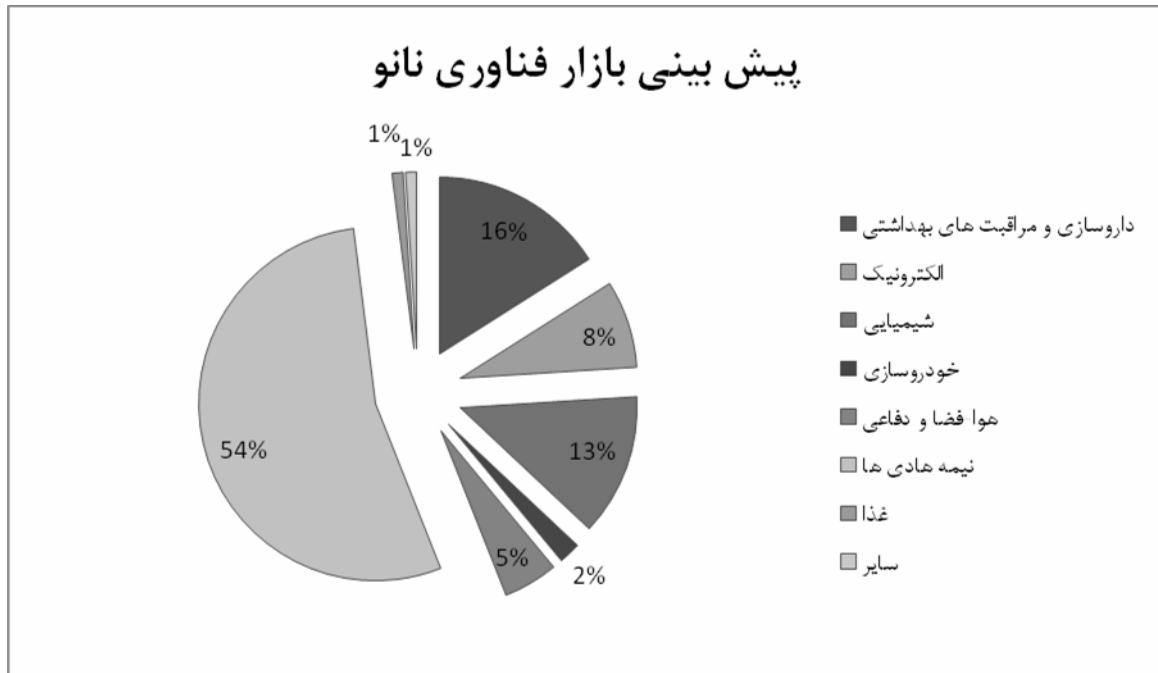


شکل (۱۳). تمرکز بازار شرکت های نانوفناوری در کشورهای آسیایی حوزه اقیانوس آرام^{۱۰} در سال ۲۰۰۷^{۱۱}

^۹ Technology Transfer Centre, 2007

^{۱۰} Asia-Pacific

^{۱۱} Technology Transfer Centre, 2007



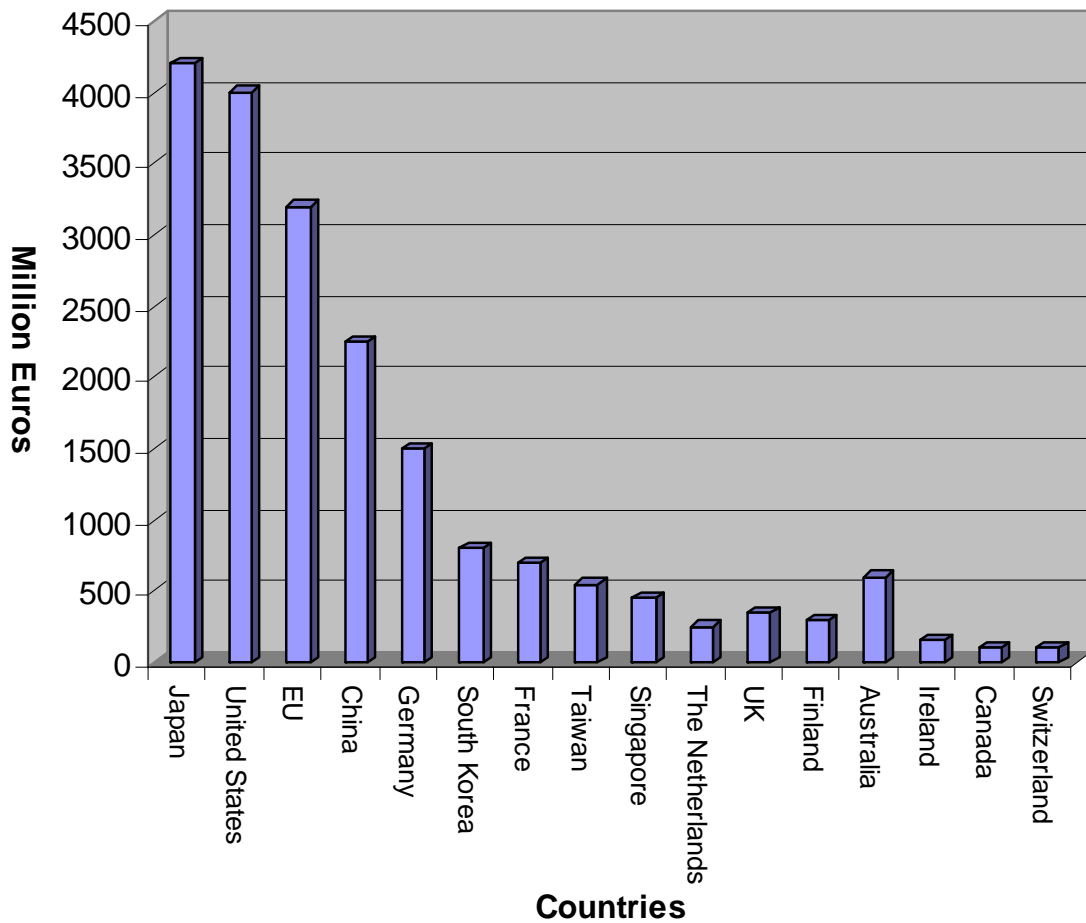
شکل (۱۴). پیش بینی بازار نانوفناوری در سال ۲۰۱۲

سال	حجم بازار (با در نظر گرفتن الکترونیک و نیمه هادی ها)	حجم بازار (بدون در نظر گرفتن الکترونیک و نیمه هادی ها)
۲۰۰۷	۱۳۵	۸۳
۲۰۱۲	۶۹۳	۲۶۳
۲۰۱۵	۲۰۹۵	۱۵۰۰

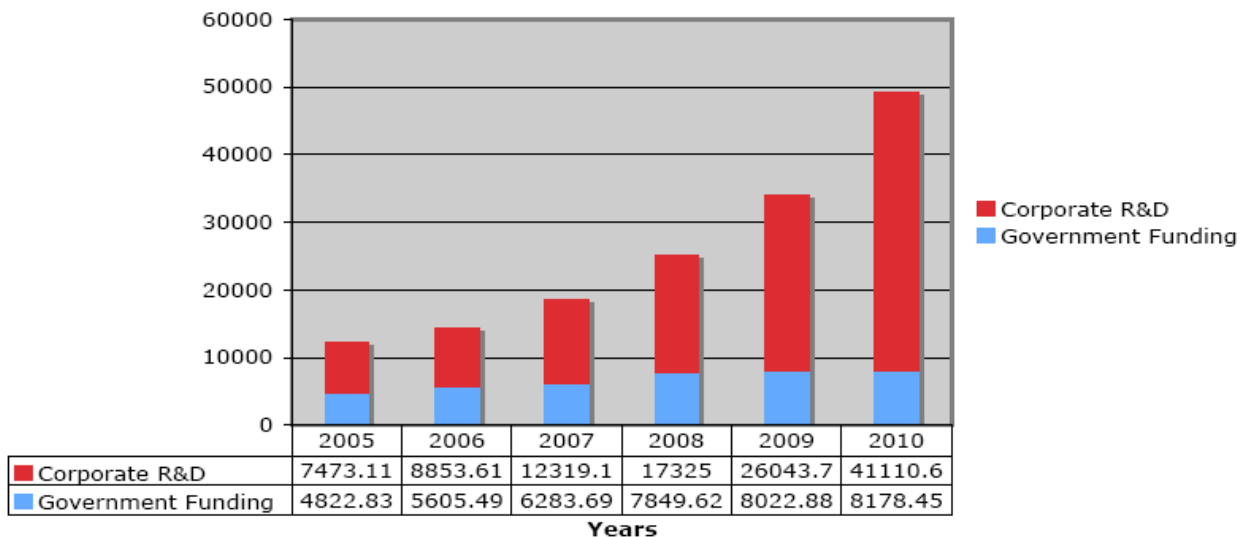
جدول (۱). پیش بینی بازار جهانی محصولات نانوفناوری، میلیارد دلار^{۱۲}

¹² www.cientifica.com

بررسی وضعیت سرمایه گذاری در نانوفناوری

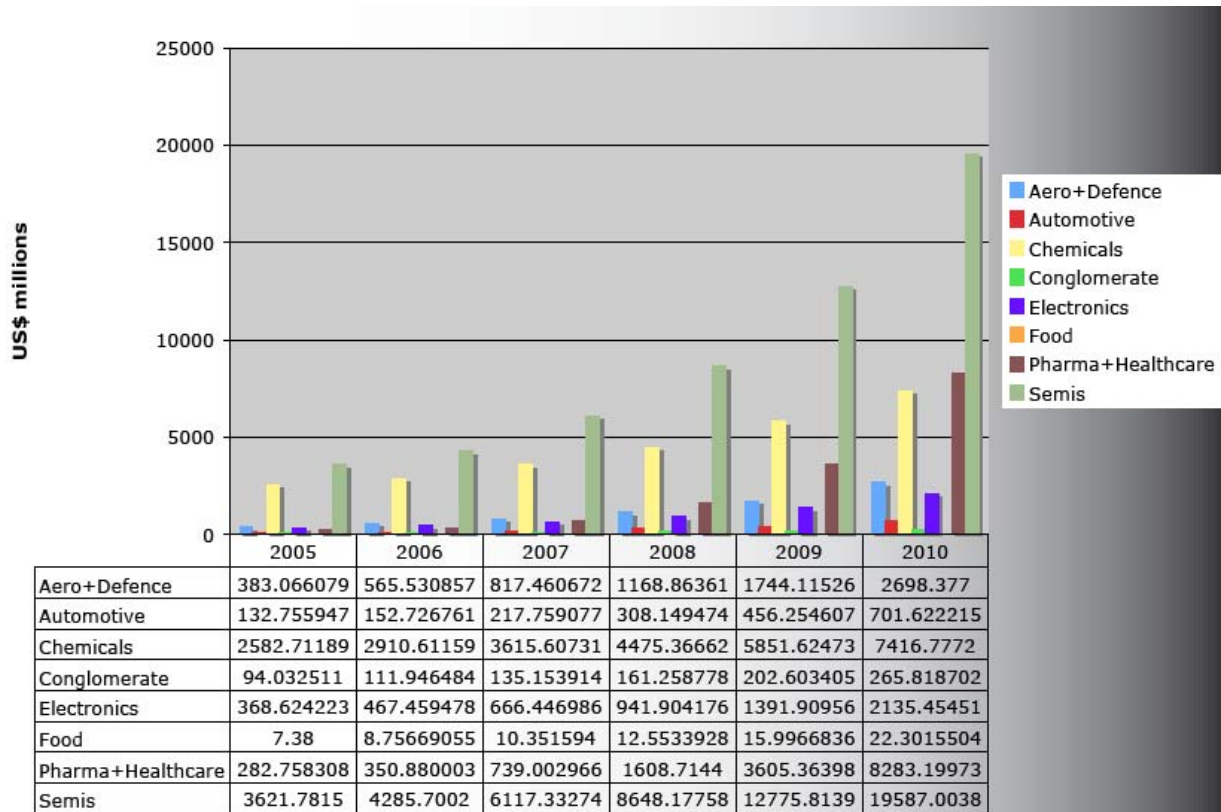


شکل (۱۵). پیش بینی سرمایه گذاری جهانی در نانوفناوری در سال های ۲۰۱۰-۲۰۰۶، میلیون یورو^{۱۳}

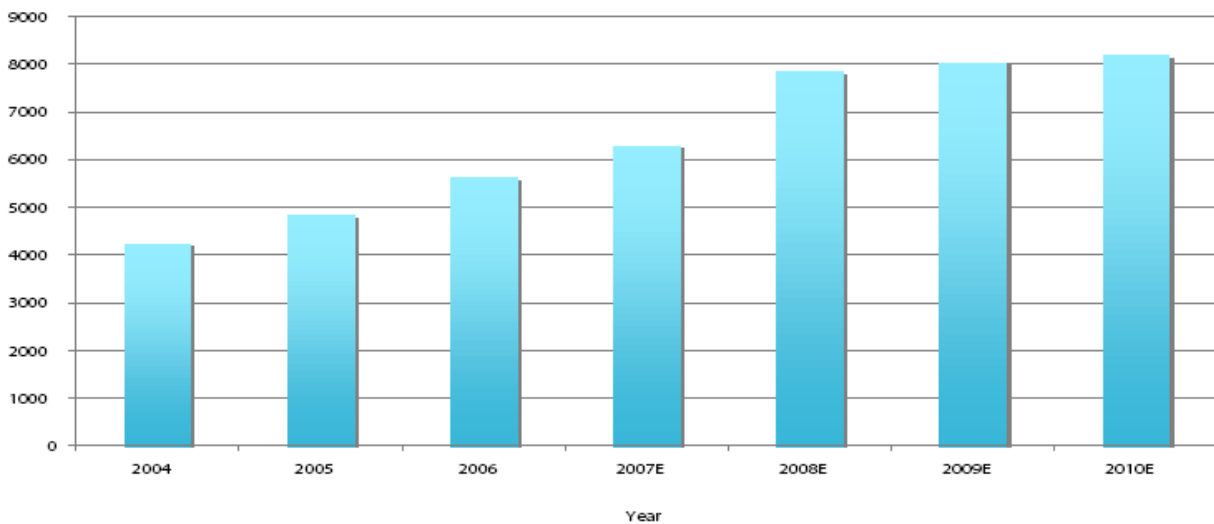


شکل (۱۶). کل هزینه مصرف جهانی در نانوفناوری و تخمین سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰^{۱۴}

¹³ Technology Transfer Centre, 2007



شکل (۱۷). هزینه تحقیق و توسعه شرکت ها به تفکیک بازار^{۱۵}

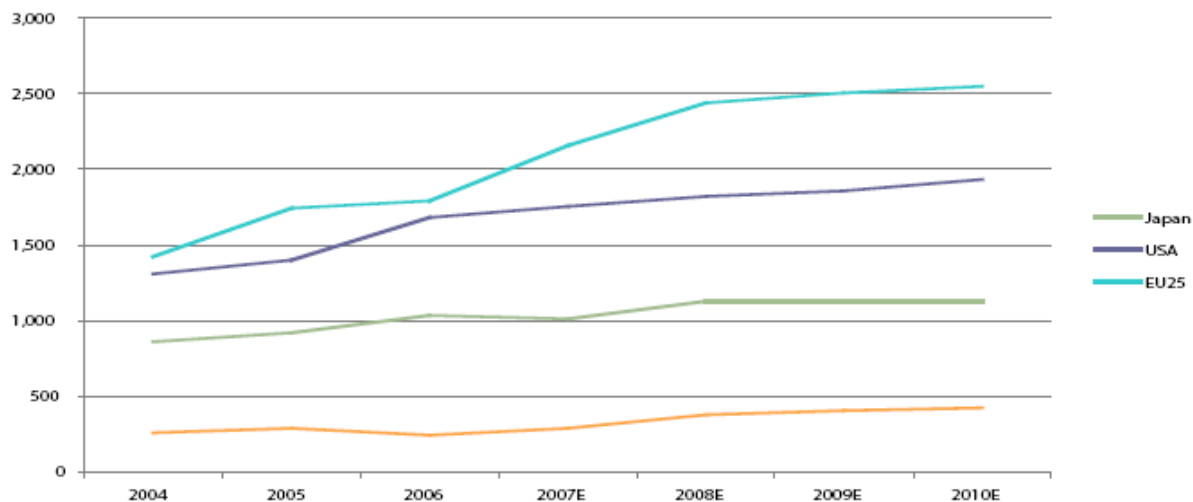


شکل (۱۸). سرمایه گذاری دولت ها در نانوفناوری: آمریکا، اروپا و ژاپن (میلیون دلار)^{۱۶}

¹⁴ the nanotechnology opportunity report, third edition, 2008

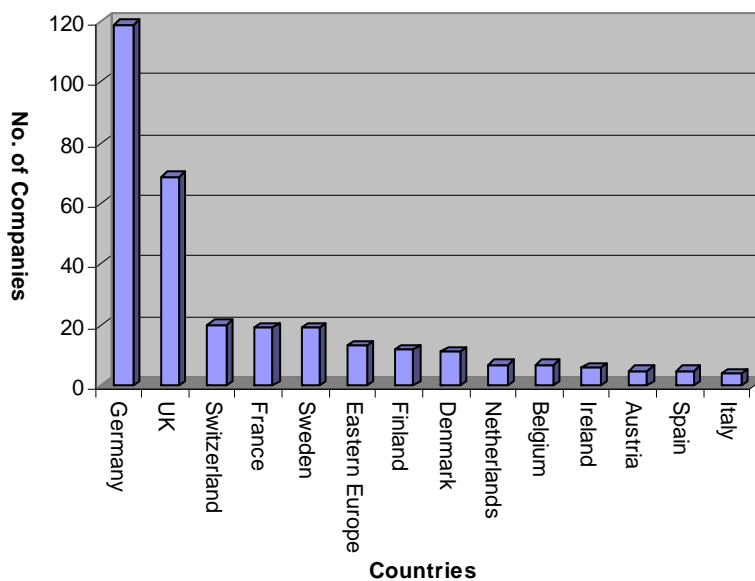
¹⁵ همان

¹⁶ همان



شکل (۱۹). روند سرمایه گذاری دولتی در نانوفناوری: به تفکیک آمریکا، اروپا و ژاپن (میلیون دلار)^{۱۷}

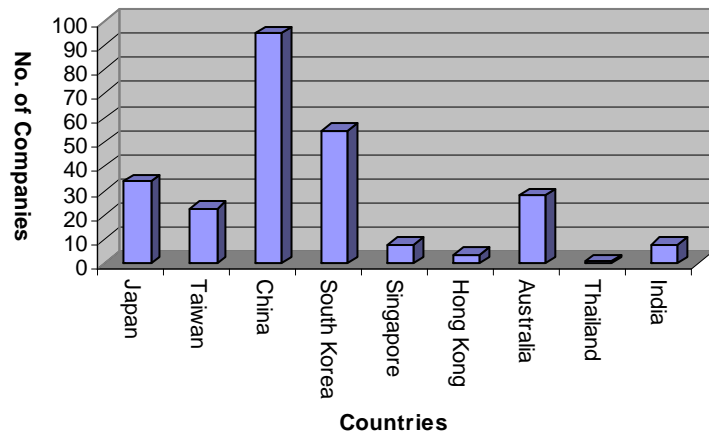
بررسی وضعیت شرکت های نانوفناوری



شکل (۲۰). تعداد کل شرکت های نانوفناوری در اروپا در سال ۲۰۰۷^{۱۸}

^{۱۷} همان

^{۱۸} Technology Transfer Centre, 2007



شکل (۲۱). تعداد کل شرکت های نانوفناوری در کشورهای آسیایی حوزه اقیانوس آرام در سال ۲۰۰۷^{۱۹}

بررسی وضعیت ایران در نانوفناوری

رویدادهای مهم در حوزه نانوفناوری ایران

از اوایل سال 1380 تا به حال فعالیت های متنوع و موثری در راستای توسعه نانوفناوری در ایران صورت گرفته است برخی از مهمترین فعالیت ها و رخدادهای فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران عبارتند از:

- جرقه آغازین مطرح شدن فناوری نانو در ایران
 - تشکیل کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی در دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری
 - شروع برنامه های ترویجی فروردین
 - انتشار خبرنامه فناوری نانو و راه اندازی سایت
 - تاسیس اولین تشکل دانشجویی نانو در ایران
 - چاپ اولین کتاب فارسی نانوفناوری
 - تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با ابلاغ رییس جمهور
 - تصویب ایجاد «شبکه آزمایشگاهی فناورینانو در کشور» در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
 - شروع برنامه های توسعه منابع انسانی
 - تصویب برنامه ده ساله توسعه فناوری نانو در هیئت دولت
- ۱۳۷۹
- ۱۳۸۰
- ۱۳۸۲
- ۱۳۸۳

^{۱۹} همان

<ul style="list-style-type: none"> • تخصیص بودجه مناسب به ستاد نانو • تاسیس اولین شرکت نانوفناوری در ایران • شروع برنامه حمایت‌های تشویقی از محققان و پژوهشگران • تعلیق بخش زیادی از بودجه ستاد در دولت نهم و درگیری های اجرایی • فراخوان پروژه های نانو در کل کشور 	۱۳۸۴
<ul style="list-style-type: none"> • تصویب سند توسعه فناوری نانو (راهبرد آینده) در هیئت وزیران • آغاز فعالیتهای مربوط به مالکیت فکری در ستاد نانو • بازگشت ستاد به روال عادی فعالیت ها و ادامه برنامه • اوج گیری حمایت های تشویقی ستاد • تولید اولین محصول تجاری بر مبنای نانو در ایران • تشکیل شبکه شرکت‌های فناوری نانو • شروع فعالیت ستاد زیر نظر معاونت علمی و فناوری رییس جمهور 	۱۳۸۵
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود چشمگیر وضعیت مکانی ستاد و متعاقب آن گسترش فعالیت ها • گسترش همکاری های بین المللی 	۱۳۸۶
<ul style="list-style-type: none"> • صعود ایران در رتبه انتشار مقالات علمی در زمینه نانو • پیشرفت عددی ثبت اختراعات بین المللی نانو با مبدا ایران 	۱۳۸۷

جدول (۲). مهمترین رویدادها و فعالیت های نانوفناوری در ایران

بررسی وضعیت انتشارات و ارجاعات در حوزه نانوفناوری

جمهوری اسلامی ایران در پایان سال ۲۰۰۶، با چاپ ۲۵۰ مقاله علمی در حوزه فناوری نانو در مجلات معتبر ISI با صد درصد رشد به رتبه ۳۲ در میان کشورهای جهان رسید. جمهوری اسلامی ایران که در سال ۲۰۰۵ با انتشار ۱۲۵ مقاله جایگاه ۳۶ جهان را کسب کرده بود، در سال ۲۰۰۶ با انتشار ۲۵۰ مقاله و با رشد صد درصدی به جایگاه ۳۲ جهان دست یافت.

ایران در مقایسه با سال ۲۰۰۵، با چهار پله صعود و با پشت سر گذاشتن ترکیه (۲۴۵ مقاله) رتبه اول جهان اسلام در فناوری نانو را کسب کرده و با افزایش کیفیت مقالات خود طی پنج سال اخیر توانسته است در شاخص کیفی مقالات (Citation)، از رتبه ۴۴ در سال ۲۰۰۱ به رتبه ۲۲ جهان در سال ۲۰۰۵ صعود کند و به جایگاه نخست در این شاخص در میان کشورهای اسلامی نیز دست یابد. در رده بندی تولید مقالات در فناوری نانو، آمریکا، چین، ژاپن، آلمان

و فرانسه به ترتیب در جایگاه های اول تا پنجم قرار دارند که در مقایسه با سال گذشته تمامی این کشورها جایگاه خود را حفظ کرده‌اند.^{۲۰}

1	آمریکا	11811
2	چینیا هنگ کنگ	8824
3	ژاپن	5231
4	آلمان	4273
5	فرانسه	2889
6	کره جنوبی	2597
7	انگلستان	2215
8	هند	1796
9	ایتالیا	1599
10	روسیه	1584
11	تایوان	1580
12	اسپانیا	1511
	کشور	تعداد مقالات
	ایران	۲۵۰
	رتبه	
	۳۲	

جدول (۳). رتبه کشورها از نظر تعداد مقالات علمی در حوزه نانو فناوری (سال ۲۰۰۵)

بررسی وضعیت پتنت های نانو فناوری

در بین دفاتر ثبت اختراع در دنیا، دفتر ثبت پتنت آمریکا (USPTO)، ژاپن (JPO) و اتحادیه اروپا (EPO) حجم بسیاری از اختراعات را پوشش می‌دهند که علت آن نقش مهم این کشورها در تحقیقات و نوآوری، توان تجاری‌سازی بالا و بازار مناسب برای عرضه محصول اختراعات است. بر اساس آمار بدست آمده ایران تا کنون پتنتی در زمینه فناوری نانو در USPTO و JPO نداشته است؛ ولی در سال ۲۰۰۷، چهار پتنت فناوری نانو در EPO منتشر کرده و از این لحاظ در بین کشورهای صاحب پتنت در این دفتر ثبتی بطور مشترک با فنلاند، برزیل و نروژ در رتبه بیست و دوم قرار

²⁰ گروه تحلیل و پیمایش دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

گرفته است. آمریکا، ژاپن، آلمان، کره جنوبی و فرانسه به ترتیب در رده‌های اول تا پنجم قرار دارند. از کشورهای منطقه نیز ترکیه تنها یک پتنت فناوری نانو در سال ۲۰۰۷ در اروپا ثبت کرده است.

با احتساب تمامی اختراعات ثبت شده در کلیه دفاتر ثبتی موجود در QPAT²¹، تعداد اختراعات ایران در فناوری نانو در سال ۲۰۰۷ به پنج اختراع می‌رسد و در جایگاه چهل و دوم دنیا و سوم کشورهای اسلامی قرار می‌گیرد. آمریکا، چین و کره جنوبی سه کشور اول هستند و ترکیه با چهارده و مالزی با شش اختراع در سال ۲۰۰۷ به ترتیب رتبه‌های سی‌ام و چهل و یکم را به خود اختصاص داده‌اند.

از نظر موضوعی سه پتنت از پنج پتنت ایران در سال ۲۰۰۷ درباره کاربرد نانولوله‌های کربنی، یک پتنت درباره فرآیند تولید نانولوله کربنی و یک پتنت هم درباره کاتالیست‌های مبتنی بر مواد نانوحفره‌ای است. همچنین پژوهشگاه صنعت نفت با سه پتنت و دانشگاه تهران با یک پتنت، تنها موسسات و دانشگاه‌های ایرانی صاحب اختراع در فناوری نانو هستند. یک اختراع نیز به‌طور مشترک بنام یک محقق ایرانی و محققانی از سوئیس به ثبت رسیده است.

تعداد اختراعات نانوفناوری ایران در سالهای قبل از ۲۰۰۷ تنها دو مورد است که مربوط به همکاری محققان ایرانی با موسسات خارج از کشور است و در سازمان جهانی مالکیت فکری (WO) ثبت شده‌اند.

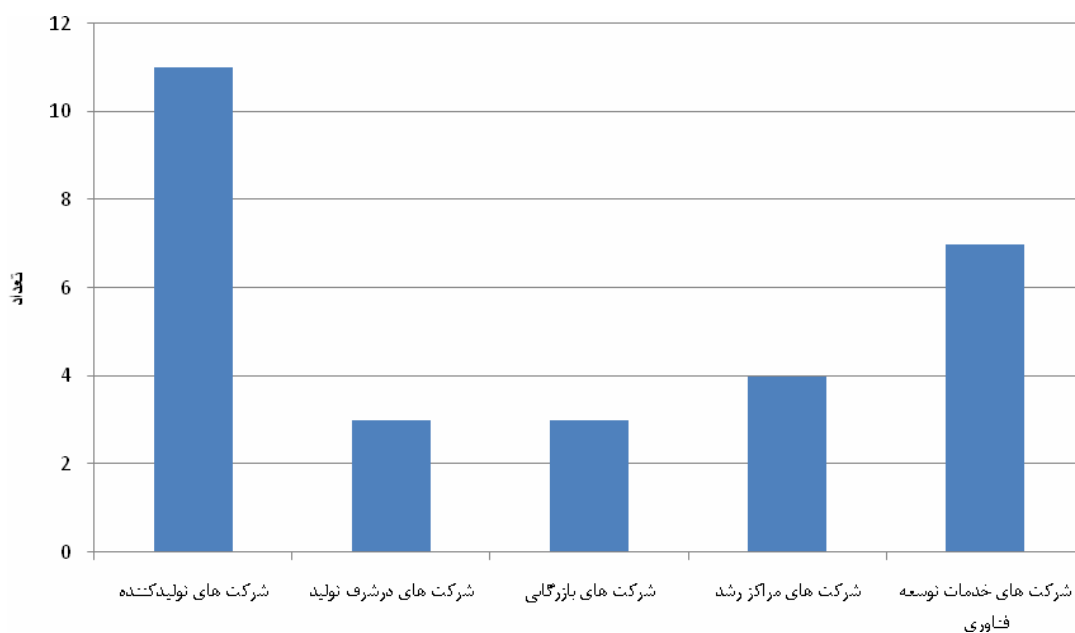
علت تعداد اندک پتنت‌های ایران در فناوری نانو علی‌رغم رشد قابل ملاحظه در علوم نانو (مقالات ISI) را می‌توان با فاصله زمانی بین تحقیقات بنیادی و تولید فناوری مرتبط دانست.^{۲۲}

بررسی وضعیت شرکت های نانوفناوری

شکل زیر تعداد شرکت های ثبت شده در شبکه شرکت‌های فناوری نانو را تا شهریورماه ۱۳۸۷ در حوزه های مختلف فعالیت نشان می دهد.

²¹ پایگاه اطلاعات QPAT وابسته به گروه مالکیت فکری Questel است که اطلاعات مربوط به اختراعات ثبت شده در بیش از ۷۵ دفتر ثبت پتنت در دنیا (دفتر ثبت پتنت ایران جزء این دفاتر نیست) در آن موجود است.

²² ستاد ویژه فناوری نانو



شکل (۲۲). تعداد شرکت های ثبت شده در شبکه شرکت های فناوری نانو (شهریورماه ۱۳۸۷)

بررسی وضعیت محصولات نانوفناوری

محصولات ثبت شده در شبکه شرکت های فناوری نانو را تا شهریورماه ۱۳۸۷، عبارتند از:

(۱) رنگهای آنتی باکتریال و آزاد کننده یون منفی

(۲) وریستور با نانو اکسید روی

(۳) نانو کامپوزیتها

(۴) نانو کامپوزیت ضد باکتری - نانو کامپوزیت کلی

(۵) رگ و پوست مصنوعی بر پایه نانوساختار

(۶) نانو امولسیونها

(۷) رنگ های عایق با استفاده از نانو ذرات

(۸) نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2)

(۹) دستگاه الکتروریسندگی

(۱۰) نانو ذرات الماس

(۱۱) مکمل روغن با استفاده از نانو ذرات الماس

(۱۲) نانو ذرات مس و اکسید مس

(۱۳) مکمل روغن با استفاده از نانو ذرات مس

- (۱۴) اسپری دی اکسید تیتانیوم
- (۱۵) نانو زئولیت ها
- (۱۶) شیشه های پوشش داده شده (Low-E)
- (۱۷) نانو الیاف
- (۱۸) نانولوله های کربنی
- (۱۹) کاشی آنتی باکتریال
- (۲۰) منسوجات نانویی ضد لک و آب
- (۲۱) میکروسکپ الکترونی روبشی
- (۲۲) کلوئید نانو ذرات نقره
- (۲۳) کیت تشخیص سرطان سینه
- (۲۴) نانو پودر اکسید روی
- (۲۵) بتن با استفاده از نانوسیلیس
- (۲۶) پانسمان زخم آنتی باکتریال
- (۲۷) نانو ذرات آلومینا
- (۲۸) نانو پودر نقره

بررسی وضعیت سیاست ها و راهبردهای توسعه نانوفناوری

تصویب سیاستها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی^{۲۳}

نظر به تأکید چشم انداز بیست ساله کشور بر فناوریهای نوین و اعلام فناوری نانو به عنوان یکی از اولویتهای فناوری کشور در برنامه چهارم توسعه و همچنین تأکید و توجه خاص مقام معظم رهبری به کسب جایگاه مناسب جهانی در زمینه این فناوری (دیدار مورخ ۲۵ بهمن ۱۳۸۴ دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با معظم له) شورای عالی انقلاب فرهنگی ضمن تأکید بر اجرای دقیق "سند راهبرد آینده" به عنوان برنامه ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو، سیاستها و راهبردهای ذیل را برای توسعه و ارتقاء این فناوری در کشور تصویب می نماید:

²³ مصوبه «سیاستها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران» در ۱۲ بند در جلسه ۵۸۲ مورخ ۸۵/۲/۱۲ شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب رسیده است.

- (۱) منابع لازم برای سرمایه‌گذاری و کسب یک تا دو درصد سهم بازار جهانی فناوری‌های نانو تأمین گردد .
تمهیدات لازم برای دستیابی به این منظور به تصویب شورای عالی فناوری‌های پیشرفته می‌رسد .
- (۲) کلیه دستگاه‌های مرتبط که در سند راهبرد آینده نقش آنها تعیین شده است موظفند اولویت‌های فناوری نانو مصوب ستاد را که به تأیید شورای عالی فناوری‌های پیشرفته رسیده است در کلیه بخش‌ها و سازمان‌های وابسته به خود در برنامه‌ریزی خود منظور نموده و منابع مالی لازم را که در سند مذکور مشخص شده تأمین نمایند .
- (۳) دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی کشور موظفند اولویت‌های فناوری نانو مصوب شورای عالی فناوری‌های پیشرفته را در برنامه‌های آموزشی و پژوهشی خود مورد توجه قرار دهند .
- (۴) روش‌های تشویقی برای فعال سازی افراد و مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی و شرکت‌های دولتی و خصوصی و جهت‌دهی به آنها در اولویت فعالیت‌های ستاد ویژه توسعه فناوری نانو قرار گیرد .
- (۵) به دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو اجازه داده می‌شود از طریق تشکیل صندوق حمایت از سرمایه‌گذاری فناوری نانو، امکان سرمایه‌گذاری‌های مشترک با دستگاه‌های اجرایی ذیربط در حوزه‌های اولویت‌دار را فراهم نماید. دستگاه‌های اجرایی ذیربط می‌توانند منابع مالی خود را از طریق این صندوق در زمینه فناوری نانو سرمایه‌گذاری نمایند. اساسنامه این صندوق به تصویب شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌رسد .
- (۶) حمایت از بنگاه‌های خصوصی فعال در زمینه فناوری نانو برای توسعه این فناوری و برای توسعه فناوری کسب بازارهای بین‌المللی از طریق سرمایه‌گذاری خطرپذیر انجام گیرد .
- (۷) دستگاه‌های اجرایی ذیربط موظفند با آینده‌نگری و کسب آمادگی، استانداردها و تأییدیه‌های لازم را جهت ورود محصولات فناوری نانو ساخت داخل به بازار با سرعت مطلوب تدوین و جهت تصویب به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ارائه نمایند .
- (۸) برای تعامل پویا با کشورهای جهان و نهادهای بین‌المللی، آیین‌نامه همکاری‌های بین‌المللی به پیشنهاد ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به تصویب شورای عالی فناوری‌های پیشرفته می‌رسد .
- (۹) مصوبات ستاد ویژه توسعه فناوری نانو برای کلیه دستگاه‌های اجرایی که در سند راهبرد آینده، نقش آنها تعیین شده است، لازم الاجرا خواهد بود .
- (۱۰) رئیس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (معاون اول رئیس‌جمهور) موظف است هر ۶ ماه یک بار گزارش پیشرفت برنامه‌های سند راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو (راهبرد آینده) و همچنین در صورت نیاز، پیشنهاد‌های این ستاد را جهت رفع موانع توسعه فناوری نانو برای تصویب به شورای عالی انقلاب فرهنگی ارسال نماید .

۱۱) دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (دفتر همکاریهای فناوری ریاست جمهوری) وظیفه نظارت بر حسن اجرای مصوبات شورای عالی انقلاب فرهنگی را در این زمینه بر عهده دارد.

تدوین سند راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو

راهبرد آینده یا سند راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران، سندی است که در تاریخ ۱۳۸۴/۵/۲ به تصویب هیئت دولت رسیده و در قالب ۵۳ برنامه اجرایی، چارچوب و مسیر حرکت کشور در خلال سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ را برای توسعه و بهره‌گیری از فناوری نانو مشخص کرده است.

سند راهبرد آینده چارچوب فعالیت های کشور در حوزه علم و فناوری نانو در سال های 1384 تا 1393 را تبیین می کند.

در این سند، چشم انداز توسعه علم و فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران این گونه به تصویر کشیده شده است: «در راستای تحقق چشم انداز 20 ساله جمهوری اسلامی ایران، جنبش نرم افزاری و بهبود سطح، کیفیت و امنیت زندگی مردم، در افق 10 ساله، جمهوری اسلامی ایران کشوری است توسعه یافته در فناوری نانو؛

• با زیرساخت های بومی و پیشرفته و دارای سهم برتر منابع انسانی متخصص

• دارای تعاملات داخلی و بین المللی موثر و سازنده

• مولد ارزش افزوده اقتصادی حاصل از فناوری نانو

• دارای توان رقابت در سطح جهان»

در این سند، دستیابی به جایگاه مناسب در بین 15 کشور برتر فناوری نانو و تلاش برای ارتقای مداوم این جایگاه به منظور توسعه اقتصادی جمهوری اسلامی ایران هدف گیری شده است.

اهداف کلان، راهبردها و ساختار مدیریت کلان توسعه فناوری نانو در افق بلندمدت برنامه در این سند تبیین گشته است و 53 برنامه اجرایی در افق کوتاه مدت برنامه (سند تکمیلی اول) تشریح شده است که در هر برنامه، دستگاههای اجرایی مشارکت کننده، بودجه و شاخصهای ارزیابی اثرات برنامه ها آمده است. اهداف کلان این سند عبارتند از:

۱) دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو

۲) ایجاد زمینه مناسب برای بهره مندی از مزایای فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم

۳) نهادینه شدن توسعه پویا و پایدار علوم، فناوری و صنعت نانو

این برنامه ده ساله به سه افق کوتاه مدت (دو سال اول) میان مدت (سه سال دوم) و بلند مدت (پنج سال پایانی) تقسیم شده و دو سال ابتدایی آن که دوره ایجاد آمادگی و تأمین پیش نیازهای توسعه بوده است، مرداد ماه سال

۸۶، به اتمام رسیده است. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، گزارش تحقق اهداف این دوره را در گزارشی ذیل محورهای زیر منتشر نموده است:

(۱) سیاستگذاری و ارزیابی

(۲) ترویج و تقویت بستر فکری-فرهنگی

(۳) زیرساخت های توسعه فناوری

(۴) توسعه منابع انسانی

(۵) تجاری سازی و انتشار فناوری

(۶) شبکه شرکت های خصوصی

ضمنادر اواسط سال 86، ستاد با تجربه چند ساله اجرای سند راهبرد آینده و ارزیابی فعالیت های اجرایی آن تصمیم به بازنگری و بهبود سیاست ها و برنامه ها و تدوین سند تکمیلی دوم راهبرد آینده نمود.

برخی از مهمترین ویژگی های این سند عبارتند از:

- در سند تکمیلی دوم تحقق گام به گام چشم انداز توسعه فناوری نانو تبیین گشته است.
- در سند تکمیلی دوم، برنامه ها در سرفصل های موضوعی که تمامی حلقه های تولید ثروت از ایده تا بازار را پوشش می دهد، طبقه بندی شده اند و اهداف و بودجه برای سرفصل های مختلف مشخص شده است.
- مکانیزم های اجرایی و شرایط اعطای کمک تشویقی برای هر برنامه در این سند تبیین شده است.
- سرفصل سیاست گذاری و ارزیابی اضافه شده است.
- در به بخش خصوصی نگاه ویژه ای شده است و سهم بخش خصوصی در این سند لحاظ شده است و بودجه ستاد به عنوان تشویقی برای ورود بخش های دیگر و توسعه فناوری نانو دیده شده است.

برخی سرفصل های سند تکمیلی دوم عبارتند از:

پیش نیازها و الزامات توسعه فناوری نانو، تصویر دستاوردهای برنامه در افق آینده، معرفی مطالعات پشتیبان، متدولوژی تدوین راهبرد آینده، اجزای برنامه، تحلیل وضعیت درونی و بیرونی، استخراج راهبردها، نظام ملی نوآوری در فناوری نانو، اولویت بندی و تقسیم کار حوزه های فناوری نانو، مدل اولویت گذاری در راهبرد آینده، توانمندی های موجود در کشور و شناسنامه برنامه های اجرایی.

سیاستهای حمایتی از صنایع نانو در برنامه چهارم توسعه

تدوین اولویتهای و اعمال سیاست های شفاف حمایتی دولت از صنایع نانو به شکل زمان بندی شده و مبتنی بر اثربخشی و همراه با نظارت دقیق عنوان برنامه اجرایی شماره ۸ از سند راهبرد آینده ستاد ویژه توسعه فناوری نانو می باشد. در

این راستا بهترین نقطه شروع مطالعه قانون برنامه توسعه چهارم کشور و استخراج حمایت های در نظر گرفته شده در متن قانون از صنعت و فناوری است.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

در اوایل سال ۱۳۸۰ کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی در جهت ایجاد و راه اندازی مجموعه ای منسجم جهت تمرکز بر موضوع نانو فناوری در دفتر همکاری های فناوری ریاست راه اندازی شد که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ با همین نام به فعالیت ادامه داد اما در پاییز ۱۳۸۲، پیرو دستور ریاست جمهوری وقت اسلامی ایران و با هدف توجه جدی به فناوری نانو و برنامه ریزی برای توسعه آن به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو تبدیل شد. وظیفه اصلی این ستاد، تعیین مسیر حرکت و اولویت های ملی کشور، رفع موانع در زمان اجرا و خدمت رسانی به بخش های اجرایی (خصوصی و دولتی) برای توسعه فناوری نانو می باشد. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو می کوشد تا از طریق چشم انداز سازی، ارائه تسهیلات، ایجاد بازار و رفع مشکلات، زمینه فعالیت بخش خصوصی و تولید ثروت در جامعه را فراهم آورد

ترکیب ستاد

"ستاد ویژه توسعه فناوری نانو" با ترکیب زیر تشکیل گردید:

- معاون اول رییس جمهور (رئیس ستاد)
- رییس سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- وزیر امور اقتصادی و دارایی
- وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- وزیر جهاد کشاورزی
- وزیر صنایع و معادن
- وزیر علوم، تحقیقات و فناوری
- نماینده ویژه رئیس مجلس شورای اسلامی
- رییس دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری (دبیر ستاد)
- پنج نفر از صاحب نظران و مدیران برجسته کشور به انتخاب رییس ستاد

وظایف ستاد

- تصویب اهداف، راهبردها و سیاستهای کلان و برنامه‌های ملی توسعه فناوری نانو در کشور
- تقسیم وظایف کلی دستگاه ها و تعیین مأموریت های بخشی و هماهنگی آنها در قالب برنامه بلندمدت ملی
- نظارت عالی بر تحقق اهداف و برنامه‌ها

دبیرخانه ستاد

دبیرخانه ستاد به پیشنهاد رییس جمهور در دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری قرار دارد و وظایف آن به شرح زیر است:

- هماهنگی امور اجرایی ستاد
- مطالعه و تدوین پیش‌نویس اهداف، سیاستها و راهبردها با همکاری کمیته‌های فناوری نانو دستگاههای مرتبط و استفاده از مشاوران و کانونهای تفکر کشور
- ارزیابی و تهیه گزارشهای پیشرفت کار از فعالیتهای بخشها و تحقق اهداف ملی برای بررسی در جلسات پیگیری ستاد
- پیگیری موارد خاص که از طرف ستاد برعهده دبیرخانه گذاشته می‌شود.

برنامه های ستاد

در جلسه ستاد مورخ ۳/۹/۱۳۸۳ در حضور رئیس جمهور وقت و رئیس و اعضای ستاد، کلیات برنامه بلندمدت توسعه فناوری نانو مورد تایید قرار گرفت و مقرر شد پس از تکمیل، بر اساس بند ب ماده ۴۳ قانون برنامه چهارم توسعه، به هیأت دولت ارائه گردد. این سند با نام "راهبرد آینده" در تاریخ ۲/۵/۸۴ در جلسه هیئت دولت به تصویب رسید. پس از تصویب سند راهبرد آینده که حاوی ۳ هدف کلان، ۱۲ استراتژی و ۵۳ برنامه اجرایی است، قرار شد تمام برنامه های ستاد از جمله برنامه کوتاه مدت ذکر شده در قالب سند راهبرد انجام شوند. به منظور تعیین سیاست های کلان ستاد در هر یک از برنامه های ۵۳ گانه و همچنین نظارت بر حسن اجرای این برنامه ها توسط دستگاه های مسئول، چهار کارگروه در سال ۱۳۸۴ تشکیل گردید. این چهار کارگروه عبارتند از:

(۱) کارگروه توسعه منابع انسانی

(۲) کارگروه زیرساخت های توسعه فناوری شامل سه زیرمجموعه:

📌 شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

📌 کمیته استاندارد سازی فناوری نانو

۳) کارگروه ترویج و تقویت بستر فکری-فرهنگی

۴) کارگروه توسعه فناوری و تولید

هر کارگروه متشکل از نمایندگان دستگاه های عضو ستاد است و وظیفه تهیه آیین نامه ها و دستورالعمل های لازم برای اجرای برنامه های ۵۳ گانه و ارزیابی و نظارت بر حسن اجرای آنها را به عهده دارد. آیین نامه های تدوین شده در کارگروه ها از طریق سایت اینترنتی ستاد اطلاع رسانی می شود.

گروه های کنونی دیگر فعال در ستاد عبارتند از:

- گروه مطالعاتی آینده اندیشی
- گروه مطالعاتی سیاستگذاری و ارزیابی
- شبکه شرکت های فناوری نانو
- گروه مدیریت فناوری نانو
- بانک های اطلاعاتی فناوری نانو ایران

حمایت های تشویقی

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در راستای ارتقاء سطح علمی کشور در زمینه فناوری نانو در عرصه های بین المللی، و به منظور تقویت انگیزه فعالیت در این عرصه و اجرای برنامه ۵۰ سند راهبرد آینده، فعالیت های علمی و تحقیقاتی در این زمینه را مورد حمایت تشویقی قرار می دهد.

۱) فعالیت های مورد حمایت، شامل موارد زیر است:

۲) پایان نامه ها

۳) چاپ مقاله یا ارائه مقاله و پوستر

۴) چاپ کتب فناوری نانو

۵) ثبت اختراع در مراجع معتبر بین المللی

۶) سفر استادان جهت ارزیابی عملکرد دانشجویان در دوره فرصت تحقیقاتی

۷) مأموریت های فناوری

۸) برگزاری همایش و کارگاه های آموزشی فناوری نانو

مدل ارزیابی نیازمندی‌های تکنولوژی^{۲۴}

مدل ارزیابی نیاز تکنولوژی ابزاری جهت تشخیص و تعیین قابلیت‌های مورد نیاز برای اجرای اولویت‌های تکنولوژی می‌باشد که به تفکیک چهار حوزه، به ارزیابی توانمندی تکنولوژی هر بخش می‌پردازد. این حوزه‌ها عبارتند از:

(۱) استراتژی بخش: توانایی تدوین و مرتبط کردن استراتژی مناسب برای بخش

(۲) مکانیزم‌های حمایت بخشی: توانایی ایجاد ساختار یا مکانیزم به‌جا جهت واقعی نمودن استراتژی

(۳) عملکرد بخش: اثربخشی و کارایی مدیریت در رسیدن به اهداف

(۴) کارایی و اثربخشی: مربوط به اهداف مربوطه و سایر ملاحظات فناوری‌های نوظهور متناسب

در این قسمت ابتدا به بررسی توانمندی حوزه نانو فناوری در هر یک از این بخش‌ها پرداخته و سپس بر اساس امتیازی که از جمع امتیازات تمام پرسش‌ها بدست می‌آید، وضعیت توانمندی تکنولوژی بخش مورد ارزیابی قرار گرفته و بیان خواهیم نمود که حوزه نانو فناوری در کدام سطح از سطوح مدل پلکانی قرارداد و بر اساس همین دسته‌بندی؛ ویژگی‌ها، کمبودها و نیازهای بخش را شرح خواهیم داد و در بخش بعد به بررسی راهبردها و راهکارها خواهیم پرداخت.^{۲۵}

²⁴ Technology Needs Assessment (TNA)

²⁵ داده‌های مورد استفاده در این مدل، با روش پیمایش و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان حوزه‌ی نانو فناوری جمع‌آوری شده‌است. برای توضیحات بیشتر مراجعه شود به: طرح راهبردی تحول علم و فناوری ج.ا.ا، بخش مطالعه، شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت موجود و طراحی وضع مطلوب فناوری کشور و مطالعه تطبیقی با کشورهای منتخب؛ گزارش تحلیلی بخش نانو فناوری.

استراتژی بخش

ردیف	سوالات کلیدی	نظری ندارم	کاملاً مخالف	تأخدی مخالف	تا حدی موافق	کاملاً موافق
		۰	۰	۱	۲	۳
۱	این بخش نقش مهمی در استراتژی توسعه ملی ایفاء می‌نماید.				*	
۲	اهداف اولویت‌ها و استراتژیهای تکنولوژی بخش ما به‌طور واضح تعریف شده‌اند.				*	
۳	استراتژی تکنولوژی بخش ما به‌وسیله بازیگران کلیدی مرتبط درک شده است.				*	
۴	ما از انجام پروژه‌های گذشته درس‌های زیادی گرفته ایم.				*	
۵	ما در حال کسب سریع فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای هستیم.			*		
۶	بخش جهت انتشار سریع فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای برای شرکت‌های بزرگ و کوچک توانمند می‌باشد.				*	
۷	استراتژی ما در جهت بهبود متغیرهای کلان اقتصادی مانند افزایش صادرات و رفاه عمومی تنظیم می‌شود.		*			
۸	ما با توجه به نیازهای ملی و منطقه‌ای قادریم در استراتژی خود به سرعت تجدید نظر کنیم.				*	
۹	بسیاری از فعالیت‌های ما بر اساس نیازهای صنعتی کشور تعریف می‌شود.			*		
۱۰	بخش ما با گروه‌های بین‌المللی مانند موسسات استاندارد و کیفیت همکاری می‌نماید.					*

جدول (۵). نتایج پرسشنامه اول: استراتژی بخش

تعیین سطح استراتژی بخش

دامنه امتیاز	سطح	امتیاز کسب شده (بالاترین امتیاز ممکن (تحت بهترین شرایط) = ۴۰)
(۱ - 7/5)	منفعل	
(8 - 15)	واکنشی	
(15/5 - 22/5)	استراتژیک	17
(23 - 30)	خلاق	

جدول (۶). تعیین سطح استراتژی بخش براساس امتیازات حاصله

مکانیزم‌های حمایت بخش

ردیف	سوالات کلیدی	نظری ندارم	کاملاً مخالف	نحدی مخالف	تا حدی موافق	کاملاً موافق
		۰	0	1	2	3
۱	ما با تمام بازیگران کلیدی در بخش خود کار می‌کنیم.					*
۲	شرکتهای اصلی فعال در این بخش در توسعه استراتژی ما نقش کلیدی ایفاء می‌کنند.				*	
۳	بخش ما در دولت بخوبی معرفی شده‌است.					*
۴	بخش ما نسبت به الزامات فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای به خوبی آگاه می‌باشند.				*	
۵	مکانیزم‌های بخش در جهت کسب و گسترش تکنولوژی در سراسر زنجیره ارزش به خوبی عمل می‌نماید.			*		
۶	ما در رابطه با فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای در بخش خود دقیقاً می‌دانیم که چه کسی مسئول چه کاری است.				*	
۷	ما دامنه وسیعی از مکانیزم‌ها و نهادهای اکتساب تکنولوژی (از قبیل موسسات، برنامه‌ها، و پروژه‌ها) را دارا می‌باشیم.				*	
۸	رویکرد آموزش و یادگیری ما موجب تربیت نیروی انسانی مناسب توانمند می‌گردد.			*		
۹	ما اثربخشی فعالیت‌های خود را ارزیابی می‌کنیم.				*	
۱۰	بخش ما توانمندی اثرگذاری بر آژانسهای بین‌المللی مرتبط با تکنولوژی در حوزه خود را دارد.					*

جدول (۷). نتایج پرسشنامه دوم: مکانیزم‌های حمایت بخش

تعیین سطح مکانیزم‌های حمایت بخش

دامنه امتیاز	سطح	امتیاز کسب شده (بالاترین امتیاز ممکن (تحت بهترین شرایط) = ۴۰)
(۱ - 7/5)	منفعل	
(8 - 15)	واکنشی	
(15/5 - 22/5)	استراتژیک	21
(23 - 30)	خلاق	

جدول (۸). تعیین سطح مکانیزم‌های حمایت بخش براساس امتیازات حاصله

کارایی بخش

ردیف	سوالات کلیدی	نظری ندارم	کاملاً مخالف	ناحدهی مخالف	ناحدهی موافق	کاملاً موافق
		*	0	1	2	3
۱	شرکت‌های پیشرو معتقدند استراتژی تکنولوژی ما، بطور موثری در حال اجرا است.			*		
۲	ما بطور منظم با صنایع جهت ارزیابی عملکرد بخش مشورت می‌کنیم.				*	
۳	ما می‌توانیم به چندین پروژه موفق اشاره کنیم.				*	
۴	مقررات محیطی تهدیدی برای اهداف صادراتی ما بوجود نمی‌آورند.		*			
۵	منافع برنامه اکتساب تکنولوژی از هزینه‌های آن‌ها بصورت قابل ملاحظه‌ای بیشتر است.				*	
۶	ما در حال رسیدن به اهداف کلان اقتصادی در بخش خود از جمله اشتغال و صادرات هستیم.				*	
۷	صنعت از پرداخت بابت خدمات ارائه شده توسط بخش رضایت دارد.				*	
۸	برنامه‌های ما از جهت اثربخشی و کارایی آنها بطور مرتب بازنگری می‌شوند.				*	
۹	فعالیت‌های تکنولوژیکی ما دارای هزینه پایین اما ارزش بالا هستند.				*	
۱۰	ما در مورد رسیدن به اهداف آینده بخش اطمینان داریم.					*

جدول (۹). نتایج پرسشنامه سوم: مکانیزم‌های کارایی بخش

تعیین سطح کارایی بخش

دامنه امتیاز	سطح	امتیاز از کسب شده (بالاترین امتیاز ممکن (تحت بهترین شرایط) = 40)
(1 - 7/5)	منفعل	
(8 - 15)	واکنشی	
(15/5 - 22/5)	استراتژیک	18
(23 - 30)	خلاق	

جدول (۱۰). تعیین سطح کارایی بخش براساس امتیازات حاصله

کارایی و اثربخشی محیطی

شماره پرسشنامه	شماره سوال در پرسشنامه	سوال	نظری ندارم	کاملاً مخالف	ناحدی مخالف	ناحدی موافق	کاملاً موافق
			۰	۰	۱	۲	۳
۱	۵	منافع برنامه اکتساب تکنولوژی از هزینه‌های آن‌ها بصورت قابل ملاحظه‌ای بیشتر است.				*	
۱	۶	ما در حال رسیدن به اهداف کلان اقتصادی در بخش خود از جمله اشتغال و صادرات هستیم.				*	
۱	۸	برنامه‌های ما از جهت اثربخشی و کارایی آنها بطور مرتب بازنگری می‌شوند.				*	
۲	۴	بخش ما نسبت به الزامات فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای به خوبی آگاه می‌باشند.				*	
۲	۶	ما در رابطه با فناوری‌های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه‌ای در بخش خود دقیقاً می‌دانیم که چه کسی مسئول چه کاری است.				*	
۲	۹	ما اثربخشی فعالیت‌های خود را ارزیابی می‌کنیم.				*	
۳	۲	ما بطور منظم با صنایع جهت ارزیابی عملکرد بخش مشورت می‌کنیم.				*	
۳	۳	ما می‌توانیم به چندین پروژه موفق اشاره کنیم.				*	
۳	۴	مقررات محیطی تهدیدی برای اهداف صادراتی ما بوجود نمی‌آورند.		*			
۳	۷	صنعت از پرداخت بابت خدمات ارائه شده توسط بخش رضایت دارد.				*	

جدول (۱۲). نتایج پرسشنامه ترکیبی: کارایی و اثربخشی محیطی

تعیین سطح کارایی و اثربخشی محیطی

دامنه امتیاز	سطح	امتیاز کسب شده (بالاترین امتیاز ممکن (تحت بهترین شرایط) = ۴۰)
(۱ - 7/5)	منفعل	
(8 - 15)	واکنشی	
(15/5 - 22/5)	استراتژیک	18
(23 - 30)	خلاق	

جدول (13). تعیین سطح کارایی و اثربخشی محیطی براساس امتیازات حاصله

محاسبه سطح توانمندی کلی بخش

سطح توانمندی	دامنه امتیاز	امتیاز کسب شده (بالاترین امتیاز ممکن (تحت بهترین شرایط) = ۱۲۰)
منفعل	(۱ - ۳۰)	
واکنشی	(۳۱ - ۶۰)	
استراتژیک	(۶۱ - ۹۰)	74
خلاق	(۹۱ - ۱۲۰)	

جدول (11). تعیین سطح توانمندی کلی بخش براساس امتیازات حاصله

مشخصات سطح توانمندی استراتژیک در بخش

- ✦ وضوح و روشنی استراتژی بخش، آگاهی از مسائل اصلی EST²⁶
- ✦ ظرفیت بالا در محدوده های تکنولوژیکی بخش
- ✦ توانایی به روز کردن از طریق اکتساب و جذب تکنولوژیهای خارجی
- ✦ شرکتها به خوبی بوسیله مکانیزمهای تکنولوژی تقاضا محور انجام وظیفه می کنند
- ✦ عدم توانایی در تسخیر، توانایی در اجرای پروژه ها

²⁶ environmentally sound technologies

چالش های موجود

چالش های استراتژی بخش

- ← عدم کسب سریع فناوری های نوظهور متناسب با شرایط ملی و منطقه ای
- ← عدم تنظیم استراتژی بخش در جهت بهبود متغیرهای کلان اقتصادی
- ← تعریف فعالیت های بخش بر اساس نیازهای صنعتی کشور

چالش های مکانیزم های حمایت بخش

- ← عدم کارایی مکانیزم های بخش در جهت کسب و گسترش تکنولوژی در زنجیره ارزش
- ← عدم وجود رویکرد مناسب آموزش و یادگیری در راستای تربیت نیروی انسانی توانمند

چالش های کارایی بخش

- ← عدم باور شرکت های پیشرو به اجرای موثر استراتژی تکنولوژی بخش
- ← عدم وجود مقررات محیطی مناسب در راستای اهداف صادراتی بخش

چالش های کارایی و اثربخشی محیطی

- ← عدم وجود مقررات محیطی مناسب در راستای اهداف صادراتی بخش

مدل ارزیابی سطوح توانمندی فناوری بخشی

در این مدل برآیند سطح توانمندی فناوری کشور را در بخش ارزیابی نمائیم. بر اساس این مدل توانمندی تکنولوژیکی به شش سطح تقسیم می شود. این سطوح عبارتند از:

(۱) **شناسایی، انتخاب و اکتساب:** به معنای توانمندی جستجو، شناسایی و کسب گزینه های موجود فناوری

با بیشترین تناسب با شرایط کشور.

(۲) **بهره برداری:** به معنای توانایی به کارگیری و عملیاتی سازی فناوری با شرایط موجود - شامل منابع مورد

نیاز از قبیل منابع فیزیکی، دانشی، انسانی و مالی - است.

۳) **انطباق:** توانمندی تطبیق فناوری جهت مناسب سازی آن با شرایط ویژه تولیدی متغیر در طول زمان و همچنین نوآوری‌های جزئی است.

۴) **نوآوری:** به معنای توانایی نوآوری‌ها در ابتدا و انجام نوآوری‌های بزرگ در انتهای مراتب این سطح می‌باشد.

۵) **حفاظت:** توانمندی صیانت از دارایی‌های معنوی و به معنای شناخت و به کارگیری روش‌های حقوقی برای حفاظت از حقوق مالکیت معنوی است.

۶) **پشتیبانی و بازاریابی:** پشتیبانی به معنای، توانمندی انتقال و آموزش فناوری توسعه یافته به دیگران در داخل کشور و به روز رسانی و حمایت‌های مستمر در جهت رفع نیازهای مربوط به آن، می‌باشد. منظور از سطح بازاریابی داشتن توانمندی انتقال و آموزش فناوری توسعه یافته به دیگران در خارج کشور و به روز رسانی و حمایت‌های مستمر در جهت رفع نیازهای مربوط به آن می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی‌ها، در جداول زیر خلاصه شده‌اند^{۲۷}:

سطح شناسایی، انتخاب و اکتساب

ردیف	سوالات کلیدی	بسیار زیاد	زیاد	کم	بسیار کم
۱	توانایی جستجوی منابع فناوری			*	
۲	توانایی ارزیابی فناوری دریافت شده				*
۳	توانایی مذاکره و خرید تجهیزات				*
۴	دارا بودن نیروی انسانی ماهر				*
۵	دارا بودن زیرساخت‌های لازم				*

جدول (۱۴). نتایج پرسشنامه سطح شناسایی، انتخاب و اکتساب

27 داده‌های مورد استفاده در این مدل، با روش پیمایش و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان حوزه‌ی نانوفناوری جمع‌آوری شده‌است. برای توضیحات بیشتر مراجعه شود به: طرح راهبردی تحول علم و فناوری ج.ا.ا. بخش مطالعه، شناخت و تجزیه و تحلیل وضعیت موجود و طراحی وضع مطلوب فناوری کشور و مطالعه تطبیقی با کشورهای منتخب؛ گزارش تحلیلی بخش نانوفناوری.

سطح بهره برداری

ردیف	سوالات کلیدی	خیلی کم	کم	زیاد	بسیار زیاد
۱	توانایی مدیریت تولید و مهندسی فرآیندهای ساده			*	
۲	توانایی مهندسی محصول			*	
۳	توانایی تعمیر و نگهداری			*	
۴	توانایی همانندسازی و شبیه‌سازی فرآیند تولید			*	

جدول (۱۵). نتایج پرسشنامه سطح بهره برداری

سطح انطباق (انجام اصلاحات جزئی)

ردیف	سوالات کلیدی	خیلی کم	کم	زیاد	بسیار زیاد
۱	توانایی مناسب‌سازی تجهیزات و فرآیندها با توجه به شرایط ویژه تولید			*	
۲	توانایی توسعه و بهبود فرآیند			*	
۳	توانایی بهبود کیفیت محصول			*	
۴	توانایی پایش بهره‌وری و یادگیری از طریق بازخورد			*	

جدول (۱۶). نتایج پرسشنامه سطح انطباق

سطح نوآوری (انجام اصلاحات کلی)

ردیف	سوالات کلیدی	خیلی کم	کم	زیاد	بسیار زیاد
۱	توانایی انجام تحقیقات بنیادی			*	
۲	توانایی خلق مبتکرانه فناوری			*	
۳	توانایی وجود سرمایه‌گذاری خطرپذیر	*			
۴	توانایی توسعه محصول مبتنی بر نیاز بازار			*	

جدول (۱۷). نتایج پرسشنامه سطح نوآوری

سطح حفاظت

ردیف	سوالات کلیدی	بسیار زیاد	زیاد	کم	بسیار کم
۱	آشنایی با حوزه‌های حفاظت از دارایی‌های فکری	*			
۲	توانایی حفاظت از دارایی‌های فکری		*		

جدول (۱۸). نتایج پرسشنامه سطح حفاظت

سطح پشتیبانی و بازاریابی

ردیف	سوالات کلیدی	بسیار زیاد	زیاد	کم	بسیار کم
۱	توانایی عقد قرارداد، فروش فناوری و نصب تجهیزات و تسهیلات فیزیکی		*		
۲	توانایی آموزش نیروی انسانی دیگران	*			
۳	توانایی مهندسی فرهنگی و اجتماعی مرتبط با فناوری مورد نظر			*	
۴	توانایی تحقیق و توسعه مشترک و ارتباطات علمی و فناوری با دیگران		*		
۵	توانایی شناسایی و ایجاد بازارهای جدید برای محصول و فرآیندهای موجود		*		

جدول (۱۹). نتایج پرسشنامه سطح پشتیبانی و بازاریابی

چالش‌های موجود

- ← توانایی جستجوی منابع فناوری
- ← توانایی مهندسی محصول
- ← توانایی تعمیر و نگهداری
- ← توانایی مناسب‌سازی تجهیزات و فرآیندها با توجه به شرایط ویژه تولید
- ← توانایی انجام تحقیقات بنیادی

- ← توانایی وجود سرمایه‌گذاری خطرپذیر
- ← توانایی توسعه محصول مبتنی بر نیاز بازار
- ← توانایی حفاظت از دارایی‌های فکری
- ← توانایی عقد قرارداد، فروش فناوری و نصب تجهیزات و تسهیلات فیزیکی
- ← توانایی مهندسی فرهنگی و اجتماعی مرتبط با فناوری مورد نظر
- ← توانایی شناسایی و ایجاد بازارهای جدید برای محصول و فرآیندهای موجود

مدل تحلیلی

پس از بررسی شاخص‌های وضع موجود، پرسشنامه ارزیابی نیازمندی‌های فناوری و پرسشنامه مدل ارزیابی فناوری به بررسی چالش‌های حوزه نانو فناوری در کشور در قالب مدل تحلیلی پرداخته می‌شود. این مدل - مطابق شکل (۲۳)- شامل سه بخش کلی زیر است:



شکل (۲۳). مدل تحلیلی

در واقع به منظور شناسایی چالش‌ها و راهبردهای موجود در حوزه نانوفناوری، به شکلی نظام‌مند، توانمندی‌ها و محرک‌ها را در بستری نهادی مورد کنکاش قرار می‌دهیم و به تبع راهبردهایی را برای بهبود وضع موجود و تحقق وضعیت مطلوب پیشنهاد خواهیم کرد.

توانمندی ها

در بخش «بررسی وضعیت ایران در نانوفناوری»، به عمده توانمندی های موجود در حوزه نانوفناوری اشاره شد. در بخش های «ارزیابی توانمندی تکنولوژی در سطح بخشی» و «ارزیابی سطوح توانمندی فناوری بخشی» نیز به بررسی توانمندی ها و چالش های موجود از منظر نتایج حاصل از پرسشنامه ها پرداختیم.

محرك ها و شرایط نهادی

از آن جا که اغلب جداکردن محرك ها و بستر نهادی آن ها مشکل - و شاید غیرممکن یا حداقل ناصحیح - باشد، این دو بعد از مدل تحلیلی را در کنار هم بررسی خواهیم نمود. بر مبنای همین تقارن، گاه عناصر بعد توانمندی هم در بررسی ها ملحوظ بوده است. عناوین اصلی مورد توجه در این بخش عبارتند از:

- سیاست ها، اولویت ها و راهبردهای نانوفناوری
- نظام تامین مالی
- آموزش و پژوهش در حوزه نانوفناوری
- سرمایه گذاری در حوزه نانوفناوری
- تجاری سازی فناوری نانو

سیاست ها، اولویت ها و راهبردهای نانوفناوری

اولویت گذاری علم و فناوری نانو در کشور

مسیر طی شده

در سیاست گذاری علم و فناوری معمولاً دو دسته اولویت ها مورد توجه قرار می گیرد:

۱. اولویت های کارکردی

۲. اولویت های موضوعی

در اولویت گذاری کارکردی یا ساختاری بر بهبود عملکرد سیستم های نوآوری تأکید می شود. الگوی کلی اولویت های کارکردی، نظام ملی نوآوری است که در آن کارکردهای اصلی توسعه علم و فناوری بر شمرده شده است.

در اولویت گذاری موضوعی، تلاش های تحقیق و توسعه علم و فناوری بر چندین حوزه فناوری یا مأموریت خاص متمرکز می شود. اولویت های موضوعی در راستای تدوین سیاست های عمودی در توسعه علم و فناوری، به دلیل کمبود منابع و امکانات و ضرورت صرف بهینه منابع تدوین می گردند.

اولویت های موضوعی خود به دو دسته اولویت های ماموریت گرا و اولویت های مبتنی بر فناوری خاص تقسیم می شود.

در زمان تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، با توجه به نو بودن فناوری نانو در کشور، فعالیت های توسعه فناوری نانو بر اولویت های کارکردی معطوف می شد، لذا سه حوزه ترویج، توسعه منابع انسانی و ایجاد زیرساخت های اساسی به عنوان اولویت های کارکردی ستاد مورد توجه قرار گرفتند. این سه حوزه به عنوان برنامه های کوتاه مدت ستاد برای سال ۱۳۸۳ به تصویب رسیدند. علاوه بر این وزارتخانه های عضو ستاد نیز موضوعاتی را جهت قرار گرفتن در اولویت پیشنهاد کردند؛ این موضوعات پس از تصویب در ستاد، در طرح های تحقیقاتی سفارشی دستگاه ها مورد توجه قرار گرفت. از جمله این موضوعات، تشخیص و درمان سرطان با استفاده از فناوری نانو بود؛ موضوعی که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی آن را در طرح های تحقیقاتی خود لحاظ نمود.

گام های پیش رو

موضوعات کلان اولویت دار فناوری نانو نیز در سال ۱۳۸۶ در ستاد به تصویب رسیدند اما فناوری نانو دارای کاربردهای متعددی در هر یک از الویت هاست و می توان در هر یک از اولویت های کلان موضوعی، فناوری های گوناگونی را به کار گرفت لکن پرداختن به همه کاربردها و فناوری ها با فلسفه اولویت گذاری در تناقض است. بنابراین در گام بعدی باید به شناسایی و انتخاب کاربردها و فناوری ها پرداخت.

اولویت های فناوری نانو دارای دو لبه هستند:

۱) لبه کاربرد محور که از ریز نمودن هر یک از موضوعات کلان اولویت دار به کاربردها و انتخاب کاربردهای مناسب به دست می آید.

۲) لبه فناوری محور که از شناسایی فناوری های مورد استفاده در هر یک از موضوعات کلان و به تبع آن در کاربردهای جزئی شده و شناسایی فناوری های مشترک و انتخاب آنها به دست می آید.

بعد از تعیین موضوعات کلان، در گام نخست اولویت گذاری، تعیین دو لبه مذکور ضروری است؛ زیرا در غیر این صورت اولویت ها در همان سطح کلی باقی می ماند و به ثمر نمی رسند. همچنین بعد از تعیین دو لبه، ترسیم فرایند ثمردهی اولویت ها لازم است؛ در این فرایند از بازار آینده تا تحقیقات امروزی در اولویت های فناوری نانو ترسیم و نگاشته می شود.

بنابراین گام های پیش رو در ادامه ی مسیر اولویت گذاری در حوزه نانوفناوری عبارتند از:

۱. تعیین کاربردهای اولویت دار فناوری نانو در موضوعات کلان (تعیین لبه کاربرد محور)

۲. تعیین فناوری های کلیدی اولویت دار در موضوعات کلان (تعیین لبه فناوری محور)

۳. ترسیم فرایند ثمردهی اولویت‌ها (ترسیم مسیر اولویت‌های فناوری نانو)

آینده‌نگاری نانوفناوری

آینده‌نگاری

آینده‌نگاری تحقیقات، فرایند تلاش سیستماتیک برای نگاه به آینده بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد و جامعه است که هدفش شناسایی نواحی تحقیقات راهبردی و فناوری‌های عام نوظهوری است که به احتمال زیاد بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی را در پی دارند.^{۲۸}

اهداف آینده‌نگاری، عبارتند از:

- کسب و جمع‌آوری بینش در مورد توسعه‌های بلندمدت ممکن و تعیین چگونگی تعامل آنها با سیاست‌گذاری‌های جاری
- ایجاد چشم‌انداز راهبردی و ایجاد حس تعهد نسبت به این چشم‌انداز در میان شرکت‌کنندگان آینده‌نگاری
- ایجاد شبکه‌هایی که افراد را از بخش‌ها و نهادهای مختلف دور هم جمع می‌کند
- هشدار در مورد ریسک‌ها و فرصت‌های عمده آینده

نتایج آینده‌نگاری فناوری

نتایج محسوس آینده‌نگاری فناوری عبارتند از:

- لیست اولویت‌های فناوری
- لیست‌های فناوری‌های مهم
- نقشه راه
- تحلیل‌های بخشی
- نتایج پیمایش
- شرح سناریو
- اسناد پانل‌ها
- توصیه‌های سیاست‌گذاری
- تشریح چشم‌انداز

نتایج غیرمحسوس آینده‌نگاری فناوری عبارتند از:

بن‌مارتین، ۱۹۹۵، ۲۸

- شبکه‌سازی شامل ایجاد، بسط و حفظ شبکه‌ها. در مورد خاص آینده‌نگاری، شبکه‌ها، معمولاً شبکه‌های اجتماعی و کسب و کار می‌باشد
- وفاق و احساس تعهد نسبت به چشم‌انداز در میان افراد از بخش‌ها و نهادهای مختلف
- درک عمومی از چالش‌های آینده به صورتی که هوشیاری جمعی به آنها را تضمین می‌کند
- توسعه فرهنگ آینده‌نگاری در میان افراد و سازمان‌ها
- تغییر نگرش‌ها و سبک‌های فکری. گروه‌های مختلف افراد را دور هم جمع می‌کند تا بینش مشترکی در مورد توسعه‌های بلند مدت ایجاد شود که این تفکر، افراد را به سمت آینده سوق می‌دهد

آموزش و پژوهش در حوزه نانوفناوری

ماهیت آموزش فناوری نانو

آموزش فناوری نانو آموزش چند رشته ای است . مفهوم چندرشته ای در فناوری نانو بدان معناست که نیروی کاری فناوری نانو باید دارای بینش وسیعی از مفاهیم زیست شناسی، فیزیک، شیمی، اصول مهندسی طراحی، کنترل فرآیند و محصولات باشد. برای درک مفاهیم پایه ای نانوساخت و قوانین در مقیاس نانو، به تمامی علوم نیاز خواهیم داشت . به عنوان مثال علم زیست شناسی به دو دلیل مورد نیاز است : اول آنکه محصولات فناوری نانو ، به شدت از سیستم های زیستی تبعیت می کنند و دوم آنکه این محصولات کاربردهای چشم گیری در زیست پزشکی دارند. علم فیزیک نیز مورد نیاز است؛ زیرا دنیای نانو دنیای توابع موج، تونل زنی کوانتومی و کشف نیروهای اتمی ناشناخته می باشد. علم شیمی نیز از آنجا که روش های پیوند مولکول ها با همدیگر و چگونگی ترکیب مواد را به ما می آموزد، ضروری است. به اصول مهندسی نیز نیاز داریم تا بتوان قابلیت تولید و حیات اقتصادی را تضمین نمود.

امروزه برنامه ۴ ساله ای اغلب رشته های مهندسی از جنبه های علم نانو تهی است. به عنوان مثال در دوره ۴ ساله مهندسی الکترونیک، دانشجویان درس زیست شناسی و شیمی دوره دانشگاهی را نمی گذرانند و تمایل این دانشجویان به درس فیزیک مدرن که دربرگیرنده مکانیک کوانتومی است، کم می باشد، در حالی که درس مذکور نقش مهمی در جهان نانو دارا می باشد. مهندسی که جزء نیروی کاری فناوری نانو هستند، لازم است نانوقوانین حاکم در علوم مختلفی همچون فیزیک، شیمی و ... را بدانند.

راهبردهای اثربخشی آموزش در حوزه نانوفناوری

به منظور اثر بخش شدن دوره‌های آموزش فناوری نانو در دانشگاه‌ها و جلوگیری از هدر رفتن زمان، هرز رفتن نیروهای انسانی و اتلاف سرمایه مادی، لازم است:

اولاً، طراحی دوره‌های آموزشی با تفکر بلندمدت صورت گیرد و قبل از این که دانشجویی برای این رشته پذیرش شود، زمینه فعالیت او در آینده روشن شود و حلقه آموزش، در زنجیره تولید دیده شود. ثانیاً، با بررسی فرصت‌ها و چالش‌های کشور، پروژه‌های به هم پیوسته و زنجیره‌ای طراحی شده و دانشگاه‌ها در قالب برنامه‌های پژوهشی، مأمور انجام این پروژه‌ها شوند؛ همانند برنامه تحقیق و توسعه اتحادیه اروپا که پروژه‌های زنجیره‌ای آن با هدف خاص و از پیش تعیین شده، حتی در قالب پروژه‌هایی در چند کشور مجزا انجام می‌شود. ثالثاً، از آنجا که ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو، متولی هدایت جریان کلی فناوری‌نانو در کشور است، لازم است تعامل سازنده‌تری بین ستاد و وزارت علوم برقرار شود تا جریان تربیت نیرو به حرکتی کنترل شده و با اهداف مشخص و بلند مدت تبدیل شود. مسلماً همدلی و برنامه‌ریزی قوی در این زمینه باعث می‌شود تا پیشرفت‌های مقطعی و موردی کشور، به جریانی پایدار تبدیل شده و موج موفقیت این فناوری از خطر میرایی نجات یابد.

برنامه تحصیلی فناوری نانو

هدف اساسی فناوری نانو، مدلسازی، شبیه سازی، طراحی و ساخت نانوساختارها و نانوازارها و اقتصادی نمودن آنها می باشد. فناوری نانو شکل جدیدی از ساخت مواد بوسیله کنترل و دستکاری واحدهای ساختمانی آنها در مقیاس نانو می باشد. بنابراین پیشنهاد می شود به منظور آنکه دانشجویان با رقابت هایی که در زمینه فناوری نانو در جریان است مواجه شوند، اهداف آموزشی ذیل دنبال گردد :

- ۱) ایجاد زمینه یادگیری در تعیین مشخصات و اندازه گیری خواص نانوساختارها
- ۲) ایجاد توانایی سنتز، تغییر و ساخت نانو سیستم ها و نانوقطعات
- ۳) ایجاد توانایی طراحی، تحلیل و شبیه سازی نانوساختارها و نانوازارها
- ۴) آماده نمودن دانشجویان به منظور جهت دهی تحقیقات و توسعه اقتصادی و کاربرد نانوازارها در تمامی ارکان زندگی.

شیوه آموزش

فناوری نانو باید از طریق ایجاد محیط های علمی و آموزشی در داخل و خارج از کلاس های درسی آموزش داده شود. از آنجا که این فناوری در حال پیشرفت است، باید فعالیت های مشوق تفکر خلاق در اولویت بیشتری قرار داده شوند . همانطور گفته شد فناوری نانو در واقع یک دانش بین رشته ای است، از این رو برنامه آموزشی بین رشته ای که شامل ترکیبی از علوم پایه با علوم مهندسی و علوم اطلاعاتی مرتبط با فناوری نانو باشد، لازم و ضروری است. به عنوان مثال

دروس مقدماتی می تواند شامل DNA، RNA، سنتز پروتئین، مهندسی ژنتیک، شیمی مولکولی، زیست شناسی سلولی، فیزیک و دیگر دروس باشد.

با عنایت به موارد مطرح شده برای موثر واقع شدن آموزش فناوری نانو به نکات ذیل باید توجه کرد:

- دروس مقدماتی باید بیشتر به شکل ارائه مفاهیم و تحلیل های کیفی تدریس شوند، تا مطالب ریاضی.
- هر دوره آموزشی باید طوری طراحی شود که ارائه دهنده تصویری بزرگ از نحوه تکمیل تجارب آموزشی مختلف باشند.
- طراحان دوره تحصیلی فناوری نانو باید مدلسازی، شبیه سازی، بهینه سازی و کنترل نانو ابزارها و نانوسیستم ها را جزو اهداف این دوره آموزشی قرار دهند.
- باید تلاشهایی به منظور وارد نمودن تمامی مفاهیم مرتبط با فناوری نانو در طراحی این دوره آموزشی صورت گیرد.
- آموزش های متعامل در تحصیلات فناوری نانو باید در اولویت قرار گیرد فناوری نقش اساسی در فراهم نمودن امکانات آموزشی متقابل در داخل و خارج از کلاس ها دارد.
- باید دانشجویان در سرتاسر دنیا بتوانند از طریق اینترنت در آزمایشگاه ها و پروژه های تحقیقاتی فناوری نانو شرکت نمایند.
- باید با تأسیس مراکز تحقیقاتی فناوری نانو (منطقه ای، ملی و بین المللی) به دانشجویان امکان داد تا تجزیه اندوخته و فرصت های شغلی مناسبی بدست آورند.
- اعضای هیأت علمی دانشکده ها باید با صنایع در جهت آموزش و تعلیم دانشجویان در زمینه فناوری نانو همکاری داشته باشند. ایجاد تیم های ویژه ای از اعضای هیأت علمی دانشکده ها به منظور آموزش مناسب فناوری نانو در دوره تحصیلی فناوری نانو لازم و ضروری است.
- دعوت افرادی از صنایع و مراکز تحقیقاتی جهت سخنرانی می تواند در ارتقاء کیفیت آموزشی فناوری نانو در دانشگاه ها مؤثر می باشد.
- آشنایی با موضوعات مدیریتی نیز باید در آموزش فناوری نانو در نظر گرفته شود. موضوعات مدیریتی عبارتند از عناوین غیرعلوم پایه در حوزه هایی چون اقتصاد و تجارت. بطوری که در دوران تحصیل، دانشجویان ملزم به نوشتن یک برنامه تجاری بر مبنای ایده تجاری اولیه خود باشند. تحلیل عمده گنجاندن چنین موضوعاتی آن است که به اعتقاد برنامه ریزان بسیاری از دانشجویان در مسیر شغلی خویش به مجموعه های صنعتی ای می رسند که مهارت های تجاری در آنها علاوه بر مهارت های علمی سنتی شدیداً مورد نیاز است. به علاوه با توجه به آنکه هنوز فناوری نانو در ابتدای راه است، فارغ التحصیلان این رشته می توانند

نقشی کلیدی در توسعه و تجاری شدن این فناوری داشته باشند. در مجموع هدف از ارائه این موضوعات در طی این دوره، آشناسازی مقدماتی دانشجویان با زیربنای مدیریت و تجارت است که به هیچ عنوان نمی تواند آشنایی کاملی باشد.

آموزش فنی

ایجاد نیروی کار فناوری نانو مورد نیاز برای تولید نانو محصولات، بیشتر نیازمند تحصیل و آموزش می باشد و این وظیفه همه نهادهاست. دانشگاه های دارای دوره کاردانی باید دانشجویان خود را با جنبه های وسیعی از کاربردهای متعدد علوم و فناوری نانو آشنا نمایند. آنها باید به ظهور فرآیندهای نانو ساخت پایین به بالا و بالا به پایین کمک نمایند. در نتیجه این پیشرفت، فرصت های شغلی فراوانی بوجود می آید و در زمینه فناوری نانو پیشرفت حاصل می شود.

ضرورت آموزش فناوری نانو به دانش آموزان

آموزش و پرورش ما هم اکنون بسیاری از مفاهیم پایه علمی را به دانش آموزان یاد می دهد و شاید جزء قوی ترین کشورها در آموزش علوم پایه باشد. اما یکی از مشکلات سیستم آموزش فعلی این است که دانش آموز در این باره که این اطلاعات و علوم را برای چه می آموزد و این مفاهیم علمی در کجا به کار می آیند، توجه نمی شود. لذا شاهد ضعف در تبدیل علوم پایه به کاربرد هستیم. برای آموزش فناوری نانو لازم است این خلاء پر شود و در کنار آموزش مباحث اتمی و مولکولی و خواص مواد و ساختارهای زیستی و... (که هم اکنون در کتب درسی وجود دارد) به کاربردهای عملی این مفاهیم نیز بپردازیم.

برای آموزش فناوری نانو شیوه های متنوعی اعم از ایجاد سایت های اینترنتی، تهیه فیلم، بازی و بروشور، برگزاری دوره های آموزشی و نمایشگاه ها و استفاده از بستر کتب تحصیلی وجود دارد. از آن جا که این روش ها به نوعی مکمل یکدیگرند، نیاز است از هر کدام برای بخشی از اهداف آموزشی استفاده شود. مثلاً می توان از فیلم و بازی برای آموزش سنین پایین، از بروشور برای جذب و ترغیب دانش آموزان، از کتب درسی برای بیان مطالب پایه ای و کلی، از سایت های اینترنتی برای ارائه کارهای جدیدتر و معرفی منابع، و از دوره های آموزشی برای آموزش معلمان و مربیان استفاده کرد. یکی از نگرانی هایی که برخی از مدیران در زمینه ورود فناوری نانو به کتب درسی دارند، ترس از ناتوانی معلمان در آموزش این مطالب است. به نظر می رسد این نگرانی نباید مانع از ورود مباحث فناوری نانو به کتب درسی شود، زیرا اولاً این معلمان بر مبانی علمی این مطالب، تسلط دارند و عمده ضعف آنها ناشی از بی اطلاعی از کاربردهای جدید است، ثانیاً بنا نیست منتظر پیداشدن نسل جدیدی از معلمان باشیم که بتوانند نانو را آموزش بدهند؛ ما برای به روز کردن اطلاعات معلمان می توانیم از دوره های آموزشی، نشریات تخصصی، سایت های اینترنتی و... بهره بگیریم؛ همان گونه

که در سایر نقاط دنیا نیز چنین است و روش‌های آموزش مطالب جدید در قالب دستورات عمل‌های آموزشی در اختیار معلمان قرار می‌گیرد.

ارتباط آموزش و اشتغال در حوزه نانوفناوری

سوق دادن نیروهای پژوهشگر به سمت تحقیقات فناوری‌نانو و حمایت از آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص در این فناوری مستلزم ایجاد اشتغال برای دانش‌آموختگان این رشته است و این خود نیازمند یک چشم‌انداز روشن برای اشتغال است. در این صورت، هم انتظاراتها از ایجاد شغل در فناوری‌نانو منطقی خواهد بود و هم تدوین سیاست‌های ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و نهادهای آموزشی، در راستای این چشم‌انداز خواهد بود. این چشم‌انداز باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که:

(۱) تمامی نیروی انسانی مورد نیاز برای کسب حداقل یک درصد از بازار جهانی فناوری‌نانو، در کشور تربیت شود.

(۲) هیچ‌کدام از دانش‌آموختگان این رشته مجبور به فعالیت در امور خارج از تخصص خود نشوند.

(۳) باتوجه به پتانسیل بالای ایران در آموزش نیروی انسانی، بتوان بخشی از بازار جهانی فناوری‌نانو را از طریق اعزام نیروی متخصص به سایر کشورها، در دست گرفت.

برای رسیدن به چنین هدفی، نیاز است راهبردهای روشنی تدوین شود و وزارت علوم و کارگروه‌های مختلف ستاد، برنامه‌های عملیاتی متناسب با این راهبردها تدوین و اجرا کنند.

برخی از نکاتی که می‌تواند در تنظیم این راهبردها مفید باشد عبارتند از:

• تغییر نگرش به آموزش و تربیت نیروی انسانی؛ لازم است آموزش فناوری‌نانو به سمت سفارشی شدن پیش برود و دانشگاه‌ها، نیروی کار مورد نیاز صنعت را آموزش دهند.

• تبدیل کثرت به تمرکز؛ سیاست حمایت‌های افقی ستاد در چند سال گذشته، تعداد قابل توجهی از استادان و پژوهشگران سایر رشته‌های دانشگاهی را به فناوری‌نانو علاقمند و در این حوزه فعال کرده است. با متمرکز نمودن این نیروی انسانی در چند حوزه خاص، ضمن جلوگیری از پراکنده شدن منابع مالی، می‌توان برنامه‌های منسجمی برای اشتغال این پژوهشگران تدوین کرد. برای تحقق این منظور، اقداماتی از جمله قطب‌بندی مراکز تحقیقاتی مورد نیاز است.

• استفاده از پتانسیل کشورهای اسلامی؛ با پذیرش پیشنهاد ایران در سازمان کنفرانس اسلامی، مبنی بر تشکیل شبکه فناوری‌نانو در کشورهای اسلامی، می‌توان از این پتانسیل در تبادل نیروی انسانی با این کشورها استفاده کرد. قطعاً اعزام نیروهای متخصص ایرانی به کشورهای اسلامی برای آموزش یا انجام تحقیقات

مشترک، نه تنها می‌تواند موجب اشتغال‌زایی و تولید ثروت از فناوری‌نانو شود، بلکه می‌تواند فرآیند همسوسازی این کشورها با سیاست‌های جمهوری اسلامی ایران در توسعه فناوری‌های نوین را تسهیل کند.

آسیب‌ها و راهبردهای پژوهش در حوزه نانوفناوری

قطب‌بندی مراکز علمی

پژوهش‌کننده‌ها و مراکز تحقیقاتی متعددی در کشور در حال فعالیت هستند که رسالت اصلی آنها حل مشکلات کشور است اما در مواجهه با مسایل عینی و خاص، مشخص نیست که این مشکل باید به کجا ارجاع شود و متخصص رفع آن کیست. یکی از راهبردهای ممکن در مواجهه با این مشکل، قطب‌بندی مراکز علمی و تحقیقاتی کشور است. اگر هر مرکز علمی و دانشگاهی، یک برجسب کاربردی داشته باشد، می‌توانیم به حل مشکلات صنایع توسط دانشگاه امیدوار باشیم و کمتر شاهد تعریف طرح‌های پژوهشی موازی باشیم که اغلب، از فازهای مطالعاتی اولیه جلوتر نمی‌روند.

مزایای قطب‌بندی مراکز علمی

از مزایای قطب‌بندی مراکز علمی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

• انجام تحقیقات پیوسته به جای مطالعات موازی؛

• ایجاد اعتماد صنعت به دانشگاه؛

• درآمدزا شدن فعالیت‌های پژوهشی؛

• شناسایی و جذب متخصصان هر موضوع و جلوگیری از پراکنده کاری آنها؛

به عنوان راهبردی برای شروع این حرکت، می‌توان قطب‌بندی را در حوزه فناوری نانو آغاز کرد. اکنون بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور، فعالیت‌های خوبی در حوزه فناوری نانو دارند و اطلاعات تمامی این فعالیت‌ها در بانک‌های اطلاعاتی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو موجود است. لذا با تحلیل اطلاعات همین بانک‌ها می‌توان تشخیص داد که چه مراکزی در چه حوزه‌هایی تمرکز یافته‌اند.

به عنوان شاخص‌های انتخاب این مراکز می‌توان به چند مورد زیر اشاره کرد:

• شاخص نیروی انسانی

شامل تعداد متخصصان موجود در مرکز، زمینه تحقیقاتی آنها، طرح‌های پژوهشی خاتمه یافته و جاری، مقالات علمی - پژوهشی محققان که همگی از بانک‌های اطلاعاتی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو قابل استخراج است.

• شاخص تجهیزات

شامل نوع، قابلیت‌ها و تعداد تجهیزات آزمایشگاهی هر مرکز که از اطلاعات شبکه آزمایشگاه‌های نانو ایران قابل دریافت است.

• شاخص صنعتی

شامل صنایع موجود در حوزه جغرافیایی مرکز که می‌توان آن را از شبکه شرکت‌های نانو دریافت کرد.

سرمایه گذاری در حوزه نانوفناوری

نظام تامین مالی

سرعت بخشیدن به توسعه فناوری نانو در کشور نیازمند سازوکارهای تامین مالی مناسب است. تامین مالی فعالیت‌های مربوط به این فناوری از طریق مکانیزم‌های مختلفی قابل انجام است که این مکانیزم‌ها بستگی به شرایط و عوامل حاکم بر نظام اقتصادی هر کشور دارد. به طور خلاصه منابع تامین مالی طرح‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

- (۱) دولت‌ها
- (۲) سرمایه‌گذاران خطرپذیر
- (۳) سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه مشارکتی
- (۴) سرمایه‌گذاری مشارکتی در پیشگامی تحقیقاتی فناوری نانو
- (۵) فرشتگان کسب و کار
- (۶) مدل‌های انتقال فناوری و جوازدهی

ارکان نظام تامین مالی

فناوری‌های پیشرفته از جمله فناوری نانو دارای ویژگی‌هایی است که موجب می‌شود تا مؤسسات مالی متداول، نقش مستقیمی در تامین مالی آن نداشته باشند. این ویژگی‌ها عبارتند از:

- نداشتن سابقه قبلی فعالیت مورد سرمایه‌گذاری
- سطح بالا نوآوری پروژه
- ریسک زیاد سرمایه‌گذاری
- دوره طولانی برگشت سرمایه
- عدم قطعیت و شکل گرفتن بازار

بنابراین، ما به موسسات مالی جدیدی نیاز داریم که همگام با تغییرات سریع فناوری نانو، نیازهای تأمین مالی آن را پوشش دهند. بدین منظور لازم است تا صندوق سرمایه گذاری در فناوری نانو تأسیس گردد. این صندوق افزون بر داشتن تخصص مالی، که همه صندوق های سرمایه گذاری متداول از آن برخوردارند، از توانمندی فنی در حوزه فناوری نانو نیز برخوردار می باشد. در تأمین مالی این صندوق، علاوه بر دولت که لازم است در، سال های نخست تأسیس این صندوق نقش مستقیمی ایفا نماید، باید زمینه حضور بانک ها، شرکت های بیمه، صندوق های بازنشستگی و حتی خیرین نیز فراهم گردد.

به دلیل ویژگی طولانی مدت بودن پروژه های مبتنی بر فناوری نانو، بازار پول، جهت تأمین سرمایه پروژه پاسخگو نمی باشد؛ بنابراین لزوم گسترش بازار سرمایه، اجتناب ناپذیر است. بازار سرمایه، هم در جهت تأمین مالی فناوری نانو مناسب می باشد و هم بستری مناسب برای خروج از سرمایه گذاری را برای سرمایه گذاران فراهم می نماید.

جایگاه دولت

دولت می بایست در زمینه تأمین مالی فناوری نانو مداخله نماید. دلایل این مداخله عبارتند از:

- بخش خصوصی قادر نیست برای تأمین نیازهای خود اعتبارات کافی اختصاص دهد.
 - تنها بخش دولتی می تواند هزینه های خطرات و عدم اطمینان فعالیت های نوآورانه در حوزه فناوری را تأمین و تحمل نماید.
 - نتایج زیست محیطی و بوم شناختی فناوری نانو به لحاظ تأثیراتی که بر جامعه می گذارد، مستلزم برنامه ریزی های کلان می باشد.
 - حل مشکل عقب ماندگی احتمالی در زمینه فناوری نانو تنها از دست مقاماتی برمی آید که می توانند از بالا به این مشکلات نگاه کنند.
 - هزینه های اجتماعی ایجاد بنگاههای جدید (به خصوص میان کشورهای در حال توسعه) بالا است.
- مداخله دولت از طریق ایفای سه نقش می بایست تحقق یابد:

ا. دولت در مقام تنظیم گر:

این نقش در مجموعه اقداماتی نمایان است که دولت از طریق تصویب لوایح قانونی در مجلس، تصویب آئین نامه ها، اجرا و نظارت بر اجرای آنها به عمل می آورد.

ب. دولت در حکم مشتری و مصرف کننده:

دولت یک مشتری معمول و ساده نیست. دولت باید بازارهای کاملاً تازه ای ایجاد کند، بازاریابی را گسترش دهد، تقاضای جدید را به عرضه و تولید جدید تبدیل کند و یارانه هایی به محصولات مبتنی بر فناوری نانو اختصاص دهد؛ به این ترتیب اصولاً بر توسعه زیربخشهای فناوری نانو تأثیر گذارد. برای صنایع دفاعی و صنایع مرتبط با نظم عمومی، امنیت ملی و حفظ محیط زیست جز دولت مشتری دیگری وجود ندارد. بنابراین تقاضای دولت در این عرصه بر فناوری نانو تأثیر مستقیم می گذارد.

ج. دولت در مقام متعهد و پشتیبان:

به منظور ایفای این نقش، دولت باید موارد زیر را تعهد نماید:

- آماده کردن نظام دیوانسالاری برای پذیرش فناوری نانو، تغییرات و گرایش های آن
- ایجاد یک نظام تصمیم گیری در زمینه فناوری نانو که در آن همه گروه های بهره مند از جمله مراکز سیاست گذاری، قانون گذاری، علمی، مدیریتی، فنی و اقتصادی فعال و هدفمند مشارکت دارند.
- ایجاد فضای فناوری نانو؛ هدف از ایجاد چنین فضایی، ایجاد انگیزه و میل به نوآوری های علمی بین اқشار جامعه در تمامی جنبه های زندگی است. این هدف را می توان با همکاری ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، سازمان های دست اندرکار، دانشگاه ها، مراجع فرهنگی و رسانه های گروهی انجام داد و نتیجه آن تغییر در بینش عمومی خواهد بود.
- سپردن تعهد سیاسی نسبت به فناوری نانو که می توان گفت مهم ترین و تنها عامل تعیین کننده هدایت کشور به سمت تحولات فناوری نانو است.
- ترویج فرهنگ کارآفرینی، آموزش مسایل کارآفرینی؛ مدیریت صندوق سرمایه گذاری در فناوری نانو و تربیت مدیران متخصص برای راهبری این صندوق ها
- تأسیس مراکز نوآوری فناوری نانو و فراهم نمودن شرایط به منظور حضور شرکت های مبتنی بر فناوری نانو در پارکهای فناوری و فن بازار.
- ایجاد امنیت سرمایه گذاری داخلی و خارجی، بهبود روند رسیدگی به دعاوی تجاری در نظام قضایی و اصلاح نگرش و ذهنیت منفی جامعه نسبت به سرمایه گذاران و ایجاد امنیت فرهنگی برای آنان
- شبکه سازی صاحبان دانش فنی، کارآفرینان و تامین کنندگان مالی فناوری نانو.

سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر

سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر، سرمایه‌گذاران متخصصی هستند که سرمایه را از افراد ثروتمند و نهادهای سرمایه‌گذار برای سرمایه‌گذاری در شرکت‌های نوظهور جمع‌آوری می‌کنند. از دیدگاه مقایسه‌ای، نظام‌های مالی سرمایه‌گذاری خطرپذیر گونه‌ای از نظام مالی رابطه‌مدار است که به مقدار زیادی بستگی به نظام مالی قانون‌مدار دارد.

تأمین مالی از نوع رابطه‌مدار به جهت کاستن هزینه‌های واسطه‌گری مناسب است، اما احتمال اینکه در این نظام مالی در بدو امر شرکت‌های نوظهور موفق به برقراری ارتباط با بانک شوند ضعیف به نظر می‌رسد، چراکه در ارتباط با آینده آنها عدم اطمینان زیادی وجود دارد. سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر به دلیل اینکه سهامدار شرکت‌های نوظهور هستند، هم دارای انگیزه نظارتی هستند و هم در ریسک‌های ترقی و تنزل آنها سهیم می‌باشند.

علاوه بر سهام، مکانیزم دیگر کنترلی این نوع سرمایه‌گذاری تزریق زمان بندی شده سرمایه است که با نظارت و ارزشیابی بنگاه‌ها صورت می‌گیرد. این مکانیزم کنترل می‌تواند هزینه‌های واسطه‌گری بنگاه‌های نوظهور را کاهش داده و فرآیند تخصیص منابع را بهبود بخشد.

مهم‌ترین نگرانی برای یک سرمایه‌گذار خطرپذیر راهبرد خروج است، یعنی چگونه می‌تواند به طور موفقیت‌آمیز سرمایه‌گذاری‌هایش را به پول نقد تبدیل کند. چهار مکانیزم برای این امر وجود دارد:

۱) تملک توسط بنگاهی دیگر (فروش خصوصی)

۲) بازخرید سهام توسط خود شرکت نوظهور

۳) (از همه مهم‌تر) انتشار سهام از طریق عرضه عمومی اولیه

۴) ادغام با شرکتی دیگر

به طور خلاصه می‌توان ویژگی‌های سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر (حقیقی یا حقوقی) را بصورت زیر بیان نمود:

• منابع مالی شرکتهای جدید و کوچک و سریعا در حال رشد را تأمین می‌کنند

• در مالکیت این شرکت‌ها سهیم می‌شوند

• در توسعه محصولات و خدمات جدید کمک می‌کنند

• با مشارکت فعالانه خود برای شرکت مورد نظر ارزش‌افزایی می‌کنند

• با انتظار کسب سود فراوان، ریسک بیشتری را می‌پذیرند

• جهت‌گیری بلندمدت دارند.

نقش دولت در توسعه سرمایه گذاری ریسک پذیر

دولت ها نقش تعیین کننده ای در توسعه سرمایه گذاری از نوع ریسک پذیر دارند. دولت ها می توانند با استفاده از سیاستها و ابزارهای تشویقی، محیط را برای فعالیت کارآفرینان تکنولوژیک مهیا نمایند. دولت ها همچنین می توانند از طریق سیاست های تشویقی سرمایه گذاران را تشویق به تأمین مالی طرحهای ریسک پذیر نمایند. سیاست های کلان در ایجاد تقاضاهای سرمایه های ریسک پذیر عبارتند از:

• توسعه بازار ثانویه

بازار ثانویه از دیدگاه کارآفرین و سرمایه گذار حائز اهمیت است. سازوکار مناسب خروج از بازار به کارآفرین انگیزه مضاعفی را برای شروع به فعالیت می دهد و سرمایه گذار نیز از سیستمی که بتواند از طریق آن سرمایه گذاری خود را به فروش رساند و سرمایه خود را باز یابد، استقبال کند.

• مالیات

مالیات ابزار مهمی است که عرضه و تقاضای سرمایه ریسک پذیر را تحت تأثیر قرار می دهد. برقراری معافیت های مالیاتی برای سرمایه گذاران ریسک پذیر و سرمایه پذیران می تواند مکانیزم تشویقی مناسبی باشد.

• حقوق مالکیت فکری

حقوق مالکیت فکری در بقاء و رشد شرکت ها بسیار مؤثر است. باید توجه داشت که حقوق مالکیت فکری برای برخی شرکت ها، تقریباً معادل کل دارایی آن هاست. بنابراین حفظ و صیانت از آن حکم مرگ و زندگی برای شرکت را دارد.

• موانع کارآفرینی

سیاست های دولت می تواند برای کارآفرینی موانعی را ایجاد کند که رفع آنها می تواند تأثیر مثبتی روی سطح فعالیت های کارآفرینی داشته باشد. قوانین خیلی ضعیف یا پیچیده، طولانی بودن مراحل تشکیل شرکت جدید و گران بودن آن از جمله مسائلی است که نقش منفی روی فعالیت های کارآفرین خواهد داشت.

طراحی و توسعه بازار مالی سرمایه ریسک پذیر در ایران

باتوجه به تجربه جهانی در استفاده از سرمایه ریسک پذیر و نقش مهم و فزاینده آن در رشد، بهره وری و اشتغال زایی، بررسی ابعاد اقتصادی و مالی سرمایه ریسک پذیر در ایران نیز حائز اهمیت است. به طور کلی در تدوین چهارچوب فعالیت بازیگران سرمایه ریسک پذیر چهار هدف باید مورد نظر باشد:

۱) سرمایه گذاران

۲) کارآفرینان تکنولوژیکی و صاحبان دانش فنی

۳) شبکه سازی بین سرمایه گذار، کارآفرین و صاحب دانش فنی

۴) ساز و کار تسویه و خروج از سرمایه گذاری برای کلیه بازیگران این نوع سرمایه گذاری

طراحی بازار سرمایه ریسک پذیر نیاز به زیرساخت هایی دارد که باید در اولویت های سیاست کلان دولت قرار گیرد. راهبردهای دولت هم روی میزان عرضه از طریق سیاست های انگیزشی نظیر معافیت های مالیاتی تأثیرگذار است و هم روی تقاضا از سوی کارآفرینان تکنولوژیکی و صاحبان دانش فنی کارساز می باشد. با توجه به وجود نقدینگی مازاد و سرمایه گذاران بالقوه، راهبرد های دولت برای تشویق سرمایه گذاران به عرضه باید دربرگیرنده موارد ذیل باشد:

- سیاست های تشویقی نظیر در نظر گرفتن معافیت های مالیاتی
- ایجاد سازوکار ورود و خروج سرمایه گذار از طرح سرمایه گذاری از طریق توسعه بازارهای مالی و فن بازار
- کمک به تشکیل صندوق های سرمایه گذاری ریسک پذیر به منظور گردآوری وجوه و سرمایه گذاری در طرح های ریسک پذیر
- تشویق مؤسسات مالی همچون بانک، صندوق های بازنشستگی، شرکت های بیمه و شرکت های سرمایه گذاری و سایر مؤسسات به تأمین مالی صندوق های سرمایه گذاری ریسک پذیر

نقش بورس اوراق بهادار در توسعه بازار سرمایه ریسک پذیر

بورس اوراق بهادار می تواند از طریق ساز و کار نظارتی، روابط بازیگران سرمایه ریسک پذیر را تنظیم نماید. بورس می تواند از جنبه اطلاع رسانی سرمایه گذاران، کارآفرینان تکنولوژیکی و صاحبان دانش فنی را نیز به هم متصل نماید. کارکرد دیگر بورس، برقراری سازوکار خروج و یا نقل و انتقال سهام است. بورس اوراق بهادار می تواند از طریق راه اندازی تالار فرعی و اختصاص شاخص برای شرکت های کارآفرین، زمینه حضور این شرکت ها را فراهم نماید. سرمایه گذار در صورتی که بداند می تواند شرکت سودآور خود را به راحتی به صورت سهام عمده و یکجا (به شکل مدیریتی) و یا در قالب پذیره نویسی شرکت سهامی عام در بورس به فروش رساند، قطعاً با اطمینان بیشتری در سرمایه گذاری در طرح های ریسک پذیر وارد می شود. البته باید توجه داشت تا زمانی که شرکتهای کارآفرین در حوزه فناوری نانو به تعداد قابل توجهی وجود ندارد، حضور این شرکت ها در بازار بورس ضرورت چندانی ندارد. بنابراین حضور این نوع شرکت ها در بورس اوراق بهادار در سالهای آخر برنامه بلندمدت فناوری نانو توصیه می شود.

سرمایه گذاری خارجی

اصولاً تجربه حضور سرمایه گذاری خارجی در سایر کشورها نشان میدهد که وقتی سرمایه گذار خارجی وارد فعالیتی می شود که بخش مذکور به شرایط باثباتی در حوزه فعالیت های خود رسیده باشد، با حضور خود بستری را برای توسعه فعالیت مورد نظر به وجود می آورد و در نهایت نیز منجر به سود خود و کشور میزبان خواهد شد. در هر صورت لازم

است ابتدا بسترها آماده شود و توسعه لازم صورت گیرد، سپس سرمایه گذار خارجی خود به خود برای سود بیشتر وارد کشور خواهد شد.

نظام انگیزش سرمایه گذاری خارجی باید دارای دو جزء تنظیمی و ترویجی باشد. در جزء تنظیمی، لازم است، مقررات مربوط به سرمایه گذاری شرکت های فراملی به منظور تحصیل حداکثر سود از هر واحد سرمایه گذاری تنظیم گردد. در مقررات ترویجی، که منظور از آن افزایش جریان کلی سرمایه به داخل کشور است، هدف باید جلب سرمایه گذاری و فعالیت شرکت های فراملی باشد. این مقررات، باید نوع سرمایه گذاری را که شامل: خرید حق امتیاز، فرانسیز، سرمایه گذاری مشترک، سرمایه گذاری مستقیم و ریسک پذیر می باشد تعیین نماید.

راهبرد اصلی کشور در سرمایه گذاری خارجی، انتقال دانش فنی در دو حوزه می باشد:

(۱) فناوری نانو

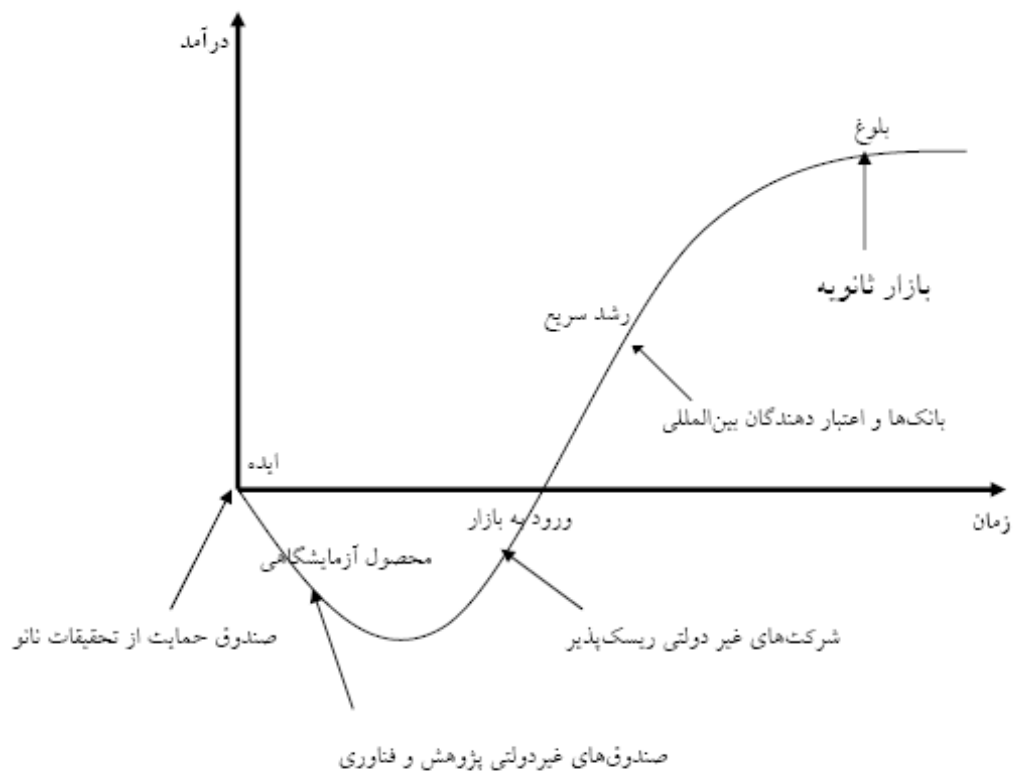
(۲) تخصص سرمایه گذاری (به ویژه صندوق های سرمایه گذاری ریسک پذیر خارجی)

جذب سرمایه های خارجی، به دلیل وجود منابع مالی فراوان در کشور، در اولویت بعدی قرار دارد. بدین منظور لازم است، اقدامات زیر صورت پذیرد:

- اصلاح قوانین محدودکننده سرمایه گذاری خارجی
- ایجاد فضای باز و آزاد اقتصادی
- اصلاح ذهنیت ها و نگرش منفی نسبت به سرمایه گذاری خارجی
- تلاش برای رفع موانع سیاسی سرمایه گذاری خارجی در ایران
- ارایه مشوق های لازم به منظور سرمایه گذاری در فناوری نانو، از جمله معافیت های مالیاتی و گمرکی
- شناسایی و شبکه سازی ایرانیان مقیم خارج از کشور.

شبکه سازی تامین کنندگان مالی

اگر به دنبال تاسیس و تقویت صندوقهای حمایت از تحقیقات، پژوهش و فناوری و شرکت های سرمایه گذاری ریسک پذیر هستیم، باید جایگاه هر کدام از تامین کنندگان مالی در چرخه عمر فناوری نانو را مشخص نماییم تا از تراکم تامین کنندگان مالی بر روی یک حلقه یا به وجود آمدن حلقه های مفقوده جلوگیری به عمل آید. شکل (۲۳)، زنجیره تامین کنندگان مالی را نمایش می دهد.



شکل (۲۳). زنجیره تامین کنندگان مالی

نظام پشتیبانی

فن بازار: راهکاری برای حل مشکلات فعالیت‌های مولد اقتصادی دانش محور

در مورد مشکلات اول و دوم، فن بازار با ارائه راهکارها و پیشنهادهایی به نهادهای مربوطه، در جهت رفع آن‌ها تلاش می‌کند اما برنامه اصلی فن بازار کمک به حل مشکل سوم (مشکلات سیستمی تجاری شدن طرح‌ها) است. فن بازار با اطلاع رسانی و شبکه‌سازی به مرجع پیوند ارائه دهندگان دانش فنی و متقاضیان آن تبدیل می‌شود.

فن بازار و نانوتکنولوژی

طرح‌هایی که در حوزه نانوفناوری مطرح می‌شوند همانند سایر طرح‌های تکنولوژیک می‌توانند ورودی فن بازار باشند و فن بازار می‌تواند نقش بستری برای کمک به تجاری‌سازی و مبادله طرح‌های نانوفناوری را بازی کند. از سوی دیگر فن بازار می‌تواند در معرفی و شناساندن اشخاص حقیقی و حقوقی دارای توانمندی در حوزه، نانوتکنولوژی کمک کند. ایران می‌تواند با بالا بردن توان علمی و فنی در این حوزه خود را به عنوان فروشنده دانش فنی و طراح معرفی کند.

- اما از آن جاکه میان تکنولوژی‌های جدید (از جمله نانو فناوری) و تکنولوژی‌های متعارف تفاوت‌هایی وجود دارد، مثل:
- در خصوص میزان تخصیص هزینه به فعالیت‌های تحقیق و توسعه و طراحی و بسته‌بندی، سهم تکنولوژی‌های پیشرفته بسیار بیشتر از تکنولوژی‌های متعارف است.
 - تحقیقات در مورد تکنولوژی‌های متعارف قابل تصور است اما در مورد تکنولوژی‌های جدید و محصولات دارای فناوری برتر، اولویت اول قیمت پایین‌تر نیست، معمولاً اولویت اول کارایی است و قیمت در درجه دوم قرار می‌گیرد.
 - در تکنولوژی‌های متعارف تبلیغات در سطح انبوه انجام می‌گردد، اما در مورد تکنولوژی‌های نوظهور برقراری ارتباط (آموزشی) بین منبع تکنولوژی و استفاده‌کننده برقرار است.

فن‌بازاری که در عرصه نانو فعالیت می‌کند باید ویژگی‌های متفاوتی داشته باشد. در این فن‌بازارها:

- باید پایش منظمی از روند تحولات تکنولوژیک (در حوزه نانو) صورت گیرد.
- حفظ حقوق مالکیت فکری به دلیل عمر کوتاه مدت تکنولوژی اهمیت ویژه‌ای دارد.
- فرآیند قیمت‌گذاری باید عمدتاً مبتنی بر پیش‌بینی و برآورد بازار آینده و تئوری‌هایی مثل Option Pricing باشد.
- لازم است خریداران از نوع سرمایه‌گذار از نوع ریسک‌پذیر باشند.
- باید نیازهای بالقوه مشتری (مردم) به طور مستمر سنجیده شود.
- سرعت عمل در انجام معاملات و دسترسی به شبکه متخصصین در خارج کشور برای ارزیابی و تسهیل معاملات به دلیل ویژگی‌های تکنولوژی‌های نوظهور امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد.

مشکلات و موانع

- نبود بستر حقوقی مناسب برای حفاظت مالکیت معنوی
- نبود بستر و ساختار اقتصادی مناسب برای گسترش فعالیت‌های تولیدی مبتنی بر فناوری و نوآوری
- جهت‌گیری نادرست موسسات پژوهشی و کمبود دفاتر طراحی مهندسی توانمند در کشور
- ناآشنایی سرمایه‌گذاران ایرانی با مفاهیم کارآفرینی مبتنی بر نوآوری و نبود صندوق‌های مالی ریسک‌پذیر
- کمبود طرح‌های مبتنی بر فناوری و نوآوری و مناسب برای سرمایه‌گذاری
- نبود موسسات توانمند و آشنا با مقوله بازاریابی محصولات تکنولوژیک

- دشوار بودن تامین منابع مالی برای تجاری سازی طرح های حوزه نانو تکنولوژی (سرمایه گذاری ها در این حوزه معمولاً از نرخ سرمایه گذاری روی طرحه ۱ در ایران بیشتر است)

اهمیت ایجاد مراکز نوآوری و کارآفرینی در توسعه فناوری نانو

با توجه به جدید بودن فناوری نانو و شناخت کم جامعه علمی، صنعتی و اقتصادی کشور از آن، داشتن برنامه و ساختار مناسب برای پشتیبانی از ایجاد کسب و کارهای جدید در این فناوری نوظهور حائز اهمیت است. ایجاد کسب و کارهای جدید در فناوری نوظهور نانو، باعث رونق این فناوری در کشور و در نهایت توسعه کشور در این فناوری خواهد شد.

تقسیم بندی مراکز نوآوری و کارآفرینی نانو بر اساس حوزه های تخصصی آن

نظر به زوایای مختلف فناوری نانو و پتانسیل کشور در حوزه های مختلف، همچنین تبادل اطلاعات و تجربیاتی که در بخش های مختلف تکنولوژیکی این فناوری نوظهور به عنوان یک خوشه فناوری نانو لازم است و جهت صرفه جویی در ایجاد زیرساخت ها (خدمات عمومی و آزمایشگاهها مورد نیاز)، ایجاد "مرکز نوآوری و کارآفرینی فناوری نانو" با چهار حوزه ذیل پیشنهاد می گردد:

- (۱) بخش نانومواد (و شیمی)
- (۲) بخش نانودارو و فناوری های زیستی (کشاورزی و بیوتکنولوژی)
- (۳) بخش فناوری های نانو مرتبط با الکترونیک، مخابرات و فناوری اطلاعات
- (۴) بخش فناوری های نانو مرتبط با انرژی و ساختمان

نقش حقوق در توسعه فناوری نانو

روند امور مالی توسعه نانو روابط متعددی را ایجاد می کند که بدون حاکمیت ضوابط و مقررات نمی توان اهداف مورد نظر را آن طور که ترسیم شده است فراهم کرد. لذا توجه به جنبه های حقوقی روند امور مالی توسعه فناوری نانو امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. چراکه در این راستا روابط متعددی بین اشخاص (حقیقی و حقوقی) اعم از داخلی و خارجی ایجاد می شود که بدون توجه به نظامات و ضوابط حاکم بر آن روابط، با افزایش هزینه ها، کاهش سرعت عمل، بوروکراسی، بروز اختلافات درون سازمانی و برون سازمانی مواجه خواهیم شد و در صورت فقدان اطلاعات دقیق از قوانین و مقررات و فقدان تفسیر مطلوب از آن ها به بیراهه خواهیم رفت.

حقوق نقش خود را در سه بعد سیاستگذاری، اجرایی و نظارتی در امر سرمایه گذاری برای توسعه نانو ایفا می کند. در مرحله سیاستگذاری حقوق با راهنمایی و هشدار و تذکر برای برنامه ریزان مبنی بر اینکه برخلاف قوانین و مقررات ساری و جاری عمل نکنند به کمک توسعه نانو می رود. چرا که در صورت برنامه ریزی به خاطر مغایرت با قانون از اجرای آن از سوی مراجع ذیصلاح جلوگیری خواهد شد. بنابراین بهتر است قبلا از وقوع چنین مشکلی جلوگیری شود. همچنین با تهیه و به تصویب رساندن لوایح و طرح های قانونی و تنظیم آیین نامه های اجرایی قوانین مختلف به روابط حاکم بر توسعه نانو نظم بخشیده و از وقوع ابهامات و بلاتکلیفی جلوگیری می کند و نیز با تفسیر قوانین از سوی متخصصان امر و تنظیم قراردادها بین اشخاص مختلف بر روابط جاری استحکام می بخشد. ضمناً حقوق در مرحله اجرا و حتی بعد از اجرا از طریق مکانیسم های مختلف مثل هیات های حل اختلاف، داوری و در نهایت توسط محاکم و ضابطین خود به حل اختلافات و مخاصمات مطروحه می پردازد. برای حقوق نقش نظارتی در توسعه نانو به راحتی قابل تصور است، زیرا در کنار اشخاص، جامعه نیز از حقوقی برخوردار است که به لحاظ فردی نبودن آن کسی غیر از دولت و حکومت برای استیفای و حفظ آن اقدام نمی کند، لذا حقوق با پیش بینی مکانیزم مختلف نقش نظارتی خود را در توسعه نانو ایفا می کند و همچنین با شناسایی مخاطرات توسعه نانو آنها را به حداقل می رساند.

نقش بیمه در تأمین امنیت سرمایه گذاری در فناوری نانو

با توجه به آمار و ارقام ارائه شده در تجارب سایر کشورها می توان گفت در صورتی که طرح های نانو به تولید انبوه برسند درآمدهای ارزی کشور را به میزان قابل توجهی افزایش خواهند داد، ضمن آن که با توسعه بازار سرمایه و جلب سرمایه در این بخش، زمینه افزایش تولید فراهم می شود. توجه به تخصیص قسمتی از بودجه سالانه کشور به این امر حکایت از عزم دولت برای تحقق رشدهای مثبت و جلب حجم بالای سرمایه در این بخش دارد. از سوی دیگر، سرمایه گذاری در بخش فناوری نانو، به دلیل ماهیت خطرپذیری ناشی از جدید بودن موضوع و عدم وجود سابقه زیاد آن در کشور نیازمند امنیت و تضمین ویژه ای در برابر ریسک پذیری است. ایجاد فضا و بستر مناسب برای این حرکت عظیم و برنامه ریزی شده نیازمند نظامی نوین و اصولی برای این نقش «بیمه فناوری نانو» تأمین امنیت سرمایه ها و ایجاد اطمینان خاطر برای فعالان و سرمایه گذاران است و مسؤولیت را به عهده خواهد داشت. این نظام باید علاوه بر پوشش ریسک های موجود که هم اکنون توسط دیگر طرح های بیمه ای پوشش داده می شوند، برخی دیگر از عرصه های جدید را که ارتباط مستقیم با سرمایه گذاریهای مردمی در فناوری نانو دارد تحت پوشش قرار دهد. ضرورت این امر از آنجا نشأت می گیرد که ساختار بیمه سرمایه گذاری در فناوری نانو نمی تواند بدون ارتباط با ساختار کلان اقتصادی و سیاسی کشور باشد. از آنجا که متغیرهای خارجی و داخلی موثر بر فعالیت های اقتصادی

از جمله سرمایه گذاری (و بالاخص سرمایه گذاری خارجی) منوط به ثبات سیاسی است، ایجاد و بکارگیری بیمه های سرمایه گذاری در این صنعت می تواند بخش خصوصی و دولت را از بار مخاطرات ناشی از سرمایه گذاری در این بخش نوپا رهایی داده و بهبود روند جذب سرمایه های بخش خصوصی را موجب گردد، زیرا تامین کنندگان مالی طرح های صنعتی در حیطة های مختلف و از جمله بخش فناوری نانو برای هرگونه تصمیم گیری جهت تامین مالی یک طرح، ابتدا اقداماتی را جهت تعیین نوع و شیوه های سرمایه گذاری خود صورت می دهند که برخی از آن ها عبارتند از:

- شناسایی و ارزیابی خطرات^{۲۹}
 - توزیع خطرها میان عوامل درگیر در طرح^{۳۰} مانند وام گیرنده، ضامن، بیمه، پیمانکار و غیره
 - مدیریت ریسک^{۳۱} از طریق تنظیم اسناد و مدارک، دخالت در سیاستگذاری، خرید بیمه های لازم، در نظر گرفتن فاکتورهای خطر در محاسبات هزینه تامین مالی، حق جایگزینی و غیره.
- بنابراین با توجه به لزوم جذب سرمایه گذاران داخلی و خارجی به این بخش، امنیت سرمایه ها قطعاً یک ضرورت می باشد.

در مجموع می توان اهداف صندوق بیمه سرمایه گذاری در فناوری نانو را به این ترتیب طبقه بندی کرد:

- (۱) تحولات اقتصادی اخیر و سیاست های حمایتی در راستای توسعه صادرات غیرنفتی، مسؤولیت سایر بخش های اقتصادی از جمله طرح های تولیدی مبتنی بر فناوری های جدید همچون طرح های فناوری نانو و را بیشتر کرده است. نظام بیمه سرمایه گذاری در فناوری نانو در جهت همراهی با سیاست های بخش صادرات، حمایت از تولید محصولات مبتنی بر فناوری نانو را در اولویت قرار داده و به طور مشخص در جهت توسعه طرحهای تولیدی در این زمینه گام خواهد برداشت.
- (۲) ایجاد تنوع در خدمات و پاسخگویی به نیازهای سرمایه گذاران در فناوری نانو یکی از راهکارهای مؤثر بیمه ای است که با اجرای آن می توان ضمن جلب مشارکت بیشتر سرمایه گذاران به بخش فناوری نانو، با دادن پوشش به مجموعه دارایی ها و سرمایه گذاری های مرتبط با تولید محصولات راهبردی مطلوبیت بیمه را افزایش داد. تهیه و ارائه برنامه های جامع بیمه ای برای پوشش همزمان محصول و فرآیند تولید آن، از جمله تأسیسات، ادوات تولید و سایر اقسام سرمایه ای از جمله سیاست های اجرایی صندوق بیمه نانو خواهد بود که باید نظام و ضوابط تحقق آن تدوین و ارائه گردد.

²⁹ Risk Assessment

³⁰ Risk Mitigation

³¹ Risk Management

ریسک و مدیریت آن

یکی از مهمترین دلایل اهمیت مدیریت ریسک قطعاً افزایش رشد و آگاهی های عمومی جامعه است که مردم با پیشرفت تکنولوژی به خطراتی که از تکنولوژی پیچیده و درحال پیشرفت ناشی می گردد، حساس شده اند. این خطرات ناشی از پیشرفت تکنولوژی است و با اینکه برای مردم عادی قابل فهم و درک نیست، اندازه و میزان آنها نقشی عمده در این زمینه داشته است.

همچنین میزان خسارت وارده گاهی آن چنان بالاست که تنها با هزینه کردن پول به سادگی قابل جبران نیست زیرا منابع طبیعی نه تنها نامحدود نیستند بلکه به سادگی نیز قابل جبران نمی باشند. همچنین سیستم پیچیده مصرف کالا و خدمات در صورت بروز خطر، مسائل و مشکلاتی را برای تهیه کننده و تولید کننده به دنبال دارد و بالاخره بالا بودن سطح تقاضا در رابطه با مسوولیت مدیریت نیز از عوامل مؤثر در این مورد به شمار می آید. بزرگترین امکان مقابله با تهدیدات درونی و بیرونی سازمان و ایجاد تأمین در مقابل خطرات آن است که این وظیفه را به عنوان یکی از وظایف غیرقابل تفکیک مدیریت سازمان قلمداد کنیم که این عمل معنا و مفهوم مدیریت ریسک قلمداد می شود.

علل دیر به ثمر رسیدن سرمایه گذاری در تحقیقات نانو

(۱) آزمایشگاه ها یک روزه ساخته نمی شوند

اکثر محققان این نکته را به عنوان اصلی ترین عامل نبود کالاهای آماده مصرف در فناوری نانو، ذکر کرده اند. حتی اگر دانشگاهی همین امروز یک چک سفید امضا بابت تحقیقات فناوری نانو دریافت کند، راه اندازی یک آزمایشگاه تحقیقاتی با درنظر گرفتن مواردی چون انتخاب مدیر، اختصاص فضای مناسب برای آزمایشگاه، به کارگیری دانشجویان دکتری، فوق دکتری و تحصیلات تکمیلی، مشخص کردن تجهیزات لازم، سفارش، خریداری، تحویل و در نهایت نصب آن ها، در مجموع به چیزی حدود حداقل ۱۸ ماه زمان نیاز دارد.

(۲) فاصله زیاد اعلان و اجرا

به نظر اکثر محققان، بین زمان اعلام اختصاص سرمایه گذاری دولتی تا زمان باز گشت سرمایه و مشاهده نتیجه، فاصله زیادی وجود دارد. اختصاص بودجه تحقیق و توسعه آسان ترین بخش این فرایند به شمار می آید. مراحل دیگر عبارتند از تعیین شرایط هزینه شدن این مبلغ، دریافت و بررسی داخلی و خارجی تقاضاها، تنظیم قرارداد و مذاکره با دریافت کنندگان این تسهیلات سرمایه گذاری. انجام تمام این مراحل باعث می شود تا اجرایی شدن سرمایه گذاری های دولتی در فناوری نانو، بین شش تا ۱۲ ماه به تأخیر بیفتد.

(۳) دشواری دریافت اعتبارات

(۴) طولانی بودن تحقیقات

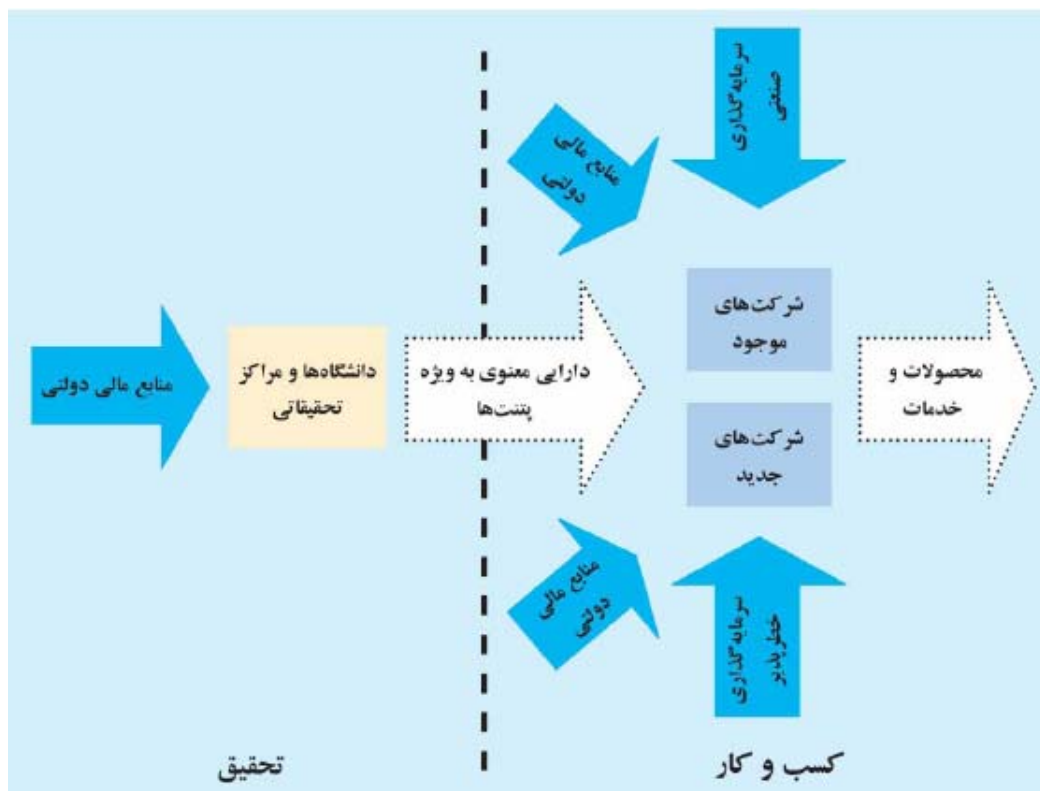
بررسی هزینه‌هایی که صرف تحقیقات می‌شود نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از این سرمایه‌گذاری‌ها به علوم پایه اختصاص دارد؛ به این ترتیب نوعاً فاصله بین مرحله تحقیق و رسیدن آن به چرخه تولید، هفت سال است. ضمن آن که هنوز اکثر محققان نسبت به تجاری شدن نتایج کار خود تردید دارند.

(۵) سرمایه‌گذاری یکسان، نتیجه متفاوت

در حالی که اروپا، آمریکا و ژاپن، هزینه مشابهی را صرف تحقیقات فناوری نانو می‌کنند؛ درصد GDP هزینه شده از سوی دولت ژاپن سه برابر بیش از آمریکا است.

۴,۲,۱. تجاری سازی فناوری نانو

فناوری نانو در برگیرنده فرصت‌های کسب و کاری ویژه برای تک تک شرکتها و مزایای اجتماعی بزرگ در سطح جهان است. برای این که این مزایا آشکار شوند لازم است تا محصولات و فرآیندهایی که به وسیله فناوری نانو ارائه می‌شوند به بازار عرضه شوند که این امر مستلزم فرآیند تجاری سازی است. تجاری سازی به معنای حرکت از سمت تحقیقات به توسعه فناوری و تولید و فروش است. مدل ساده فرآیند تجاری سازی فناوری نانو در شکل (۲۴) ارائه شده است.



شکل (۲۴). مدل ساده فرآیند تجاری سازی فناوری نانو

از آن جا که فناوری نانو علم‌محور است، لذا نیازمند درک نظری و تجهیزات تخصصی است. این امر به این معنا است که توسعه های این حوزه در دانشگاه ها، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های شرکت ها انجام می گیرد. محصول این مرحله دارایی معنوی است که ممکن است در شکل پتنت (حق انحصاری برای بهره برداری از یک نوآوری فنی برای یک دوره زمانی مشخص) باشد. دارایی معنوی به وسیله یک شرکت توسعه می یابد تا به یک محصول قابل فروش تبدیل شود.

زمانی که یک شرکت جدید به طور خاص برای تجاری سازی این فناوری ایجاد می شود قبل از این که بتواند در آمدی کسب نماید، برای توسعه این فناوری نیازمند منابع مالی است. اگر این شرکت قادر به بقا و رشد خود باشد، می تواند به طور مستقل مسیر خود را ادامه دهد، اما در بعضی مواقع این شرکت جدید به وسیله شرکت های بزرگ تر خریداری می شود.

یک شرکت موجود معمولاً یک فناوری را کسب می کند تا کسب و کار موجود خود را توسعه دهد. با توجه به منابع و آینده‌نگری شرکت، این شرکت ممکن است فناوری هایی را توسعه دهد که پتانسیل ایجاد فرصت های کسب و کاری کاملاً جدید را داشته باشند. هر کدام از این مکانیزم ها باید باعث ایجاد منافع اقتصادی از فناوری نانو شوند.

عوامل کلیدی موفقیت در تجاری سازی نانوفناوری

نتایج به دست آمده از بررسی تاکتیک ها و استراتژی های موفق و نانوفناوری موفق چندین شرکت سرمایه گذار خطرپذیر و شرکت های نوپا در زمینه نانوفناوری ما را به عوامل کلیدی زیر در تجاری سازی نانوفناوری رهنمون می سازد:

مراحل ایجاد شرکت های نانوفناوری

(۱) راه اندازی؛ می تواند به یکی از اشکال زیر باشد:

• اعطای حق امتیاز مالکیت معنوی

• زایش

• کارآفرینان مستقل

✎ عوامل موفقیت:

ا. داشتن موقعیت مالکیت فکری به همراه طرحی جهت توسعه

ب. خلاصه اجرایی قوی شامل نکات کلیدی و تصویر دقیق و جامع از آنچه شرکت انجام می دهد.

ج. داشتن تیم مناسب و متوازن یا حداقل برنامه ای جهت تقسیم کار مناسب.

✎ عوامل شکست:

ا. عدم توجه به استراتژی واقع بینانه تولید و کانال های توزیع

ب. عدم توانایی برنامه ریزی جهت پیش برد فناوری های تثبیت یافته

(۲) سرمایه گذاری؛ می تواند به یکی از اشکال زیر باشد:

• دوستان، خانواده ها و مالکین

• سرمایه های ریسک پذیر (VC)

• دولت

• شرکای حقوقی

✎ عوامل موفقیت:

ا. تهیه یک پروپوزال خوب (در سرمایه گذاری دولتی)

ب. هدف قراردادن یک فرصت بازار بزرگ (در سرمایه گذاری های ریسک پذیر)

ج. حضور افراد برجسته در شرکت (دارای سوابق آکادمیک بالا یا خالق برخی مالکیت های فکری یا ..)

✎ عوامل شکست:

ا. عدم تمرکز در بازار (سرمایه گذار ریسک پذیر عمما تمایلی به سرمایه گذاری در چندین بازار هدف مختلف

ندارند)

ب. اشتباه در انتخاب منبع سرمایه گذاری مناسب (فاصله زمانی زیاد با محصول بالقوه با سرمایه گذاری دولتی

متناسب تر است)

ج. عدم درک فنی طرف های سرمایه گذار به عنوان یک چالش مطرح است

د. در سرمایه گذاری دولتی باید مراقب منحرف شدن شرکت از مسیر اجرایی برنامه ریزی شده خود بود.

چراکه دولت تنها امتیازاتی را می پذیرد که همراستا با اهداف خود باشد.

(۳) رشد؛ می تواند به یکی از اشکال زیر باشد:

• شراکت با یک شرکت بزرگ (چنین شراکتی امکان دسترسی به عوامل تولید و کانال های توزیع را فراهم می

آورد)

• تراوش فناوری ها از یک فناوری پایه

✎ عوامل موفقیت:

۱. یک تیم مدیریتی با دانش بازار قوی

➡ عوامل شکست:

۱. انتقال محصولات آزمایشگاهی به بازار

ب. ممانعت بازارهای سنتی موجود در استفاده از شیوه های جدید (چالش کسب سابقه در زمینه کسب اطمینان)

ج. فقدان زیرساخت صنعتی

۴) خروج؛ می تواند به یکی از اشکال زیر باشد:

• IPO

• اکتساب

• ادغام

• خصوصی ماندن

مدل های کسب و کار

مدل های کسب و کار متعددی در شرکت های نانو به کار گرفته می شود. این مدل ها شامل لیسانس مالکیت فکری، محصول و خدمات می شود.

یکی از فواید مدل لیسانس مالکیت فکری این است که مانع از هزینه کردن در ایجاد کانال های تولید و فروش – که هردو بسیار هزینه بر هستند – می شود. در این مدل ابتدا شرکت به توسعه مالکیت فکری پرداخته و سپس امتیاز آن را جهت کاربرد تجاری به سایر شرکت ها می فروشد و از حق الامیاز آن استفاده خواهد کرد. از جمله مشکلات مدل لیسانس مالکیت فکری، امکان عدم موفقیت آن است.

مدل دیگر کسب و کار، مدل کسب و کار محصول است. اشکال عمده این روش هزینه بالقوه زیاد آن جهت سازماندهی تولید و فروش است. اما شرکت با به کار بردن این مدل خود را در موقعیت حمایتی بیشتری در زنجیره ارزش قرار می دهد. رمز موفقیت شرکت های نانو، یافتن استراتژی مناسب برای مالکیت فکری و صنعتی است که مورد هدف قرارداده اند.

پیشنهاد های کلیدی برای تسریع تجارت فناوری نانو

۱. ایجاد بانک های اطلاعاتی مرتبط با فناوری نانو

۲. ایجاد شرکت ها یا مراکزی با قابلیت میانجی گری بین جوامع بازرگانی و سرمایه گذاری

۳. استفاده از قدرت خرید دولت در ایجاد بازار

۴. معرفی فناوری نانو به عنوان فناوری سبز

۵. ایجاد توان رقابتی برای شرکت های خصوصی از طریق توسعه صادرات

الزامات اقتصادی و مدیریتی برای تجاری کردن طرح های پژوهشی

• **تامین منابع مالی برای تجاری کردن طرح های تحقیقاتی:** همه طرح های اقتصادی برای به اجرا درآمدن، نیاز به منابع مالی دارند. تامین منابع مالی از مهمترین دغدغه های صاحبان طرح ها است.

• **کنترل توجیه اقتصادی طرح در تمام مراحل تا تجاری شدن آن و نهایتاً تدوین طرح توجیهی:** یکی از مشکلات ما در ایران کنترل نکردن درست توجیه اقتصادی طرح هاست. به همین دلیل است که بسیاری از فعالیت های تولیدی در ایران با شکست مواجه می شود. این مساله را می توانید به راحتی با سرزدن به یکی از شهرک های صنعتی ببینید.

• **رصد تحولات تکنولوژیک و اقتصادی و همچنین بازار در صنعت مورد نظر در داخل و خارج کشور:** دنیای امروز دنیای رقابت و تغییر است. تحولات تکنولوژیک بقدری سریع است که بسیاری از تکنولوژی ها مدت کمی پس از تولد منسوخ شده کنار گذاشته می شوند. زمانی که می خواهیم در یک صنعت (بخصوص صنایع تکنولوژیک) سرمایه گذاری کنیم، باید بتوانیم برآورد صحیحی از تحولات و چشم انداز آن صنعت داشته باشیم. همچنین رصد تحولات اقتصادی و تحولات بازار در صنعت مورد نظر نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. چرا که تجاری شدن یک فناوری برپایه داشتن بازار مناسب و سوددهی عاقلانه و ممکن خواهد بود.

• **ایجاد سیستم کارا برای بهره برداری، بازاریابی، فروش و خدمات پس از فروش:** زمانی که مراحل تجاری سازی یک طرح را با موفقیت پشت سر بگذاریم، وارد فاز بهره برداری می شویم. اگر نتوانیم بهره برداری مناسبی داشته باشیم حتماً فعالیت ما با تمام قابلیت های بالقوه اش با شکست مواجه خواهد شد.

چالش های موجود

موانع موجود برای ورود شرکتهای بالغ به حوزه نانو و راه حل های مربوطه

مانع ۱: اطلاعات کم و عدم آگاهی لازم شرکتهای بالغ از فناوری نانو

با توجه به آنکه شرکتهای بالغ داخلی عموماً فاقد واحدهای تحقیق و توسعه توانمند و همچنین رصد فرصت های فناوری و بازار طبق استانداردهای جهانی هستند، این امر باعث کندی حرکت آنها به سمت بکارگیری دستاوردهای نانو می شود. به منظور جلوگیری از عقب ماندگی این شرکتها در بکارگیری فناوری نانو می بایست بگونه ای با برنامه ریزی

مدون اطلاعات مربوط به رصد فناوری، بازار، سرمایه گذاری و محصولات جدید در حوزه نانو به موقع و در حد مناسب در اختیار مدیران و تصمیم گیران شرکتهای بالغ قرار گیرد.

➤ راه حل‌های اجرایی:

- انتشار مطالب کسب و کاری نانو در نشریات تخصصی
- ارائه مطالعات رصد فرصتهای فناوری و بازار نانو به شرکتهای بالغ
- حمایت از مطالعه و رصد شرکتهای بالغ در حوزه های خاص فناوری نانو

مانع ۲: عدم ریسک پذیری بالای شرکتهای بالغ داخلی جهت ورود به حوزه نانو

از آنجا که شرکت های بالغ کشور به طور عام صناعی پیرو می باشند نه پیشگام، در نتیجه با احتیاط بسیار زیادی گام در راه تولید محصولاتی مبتنی بر فناوری نانو بر می دارند. این امر در موارد متعددی که تاکنون جهت کاربست فناوری نانو انجام شده است کاملاً مشهود است. بنابراین در ابتدای حرکت شرکتهای بالغ مکانیزم های حمایتی مناسبی باید بکار گرفته شود تا انگیزه این صنایع را جهت ورود به فناور نانو در بالا ببرد. بعد از اینکه اهمیت نانو را به صورت ملموس درک نمودند فرایند بکارگیری نانو به خودی خود پیش خواهد رفت.

➤ راه حل‌های اجرایی:

- حمایت از حضور مدیران ارشد شرکتهای بالغ در نمایشگاه های تجاری نانو (دیدن ملموس دستاوردهای این فناوری و نفوذ آن در کشورهای دیگر)
- کمک به اعتبارسنجی و امکان سنجی فناوری نانو
- حمایت از فعالیتهای تحقیقاتی و توسعه ای در حوزه نانو
- حمایت از تحقیقات تطبیقی فناوری (تطبیق فناوری برخط تولید موجود شرکت) و خدمات مشاوره ای لازم در حوزه نانو

مانع ۳: پیچیدگی انتقال و تطبیق فناوری جدید در صنعت

عدم شناخت کافی شرکتهای بالغ از فناوری نانو باعث می گردد انتقال فناوری و تحقیقات تطبیقی در حوزه نانو به سادگی فناوری های دیگر نباشد. از سوی دیگر انتخاب یک فناوری با کارایی بالا نیاز به تخصص ویژه دارد. بنابراین در این مرحله شرکتهای در مدیریت پروژه و فرایند انتقال و حتی تشخیص بهترین منبع فناوری به حمایت و کمک نیاز دارند.

➤ راه حل‌های اجرایی:

- ایجاد مراکز کارگزاری تخصصی در بخش خصوصی در حوزه های صنعتی مشخص جهت انتقال و انتشار فناوری نانو

- تشکیل تیم مدیریت پروژه برای کمک به پیگیری و اجرای پروژه انتقال فناوری نانو در شرکت بالغ
- معرفی مشاوران خبره به شرکتهای بالغ و حمایت از بکارگیری مشاوران توسط آنها

جمع بندی راهبردهای پیشنهادی در حوزه نانوفناوری

در این بخش بر اساس مسایل مطرح شده در بخش های گذشته، راهبردهای ممکن پیشنهادی در حوزه نانوفناوری را تلخیص، جمع بندی و ارائه می نماییم:

اولویت گذاری علم و فناوری نانو در کشور

- (۱) تعیین کاربردهای اولویت دار فناوری نانو در موضوعات کلان
- (۲) تعیین فناوری های کلیدی اولویت دار در موضوعات کلان
- (۳) ترسیم فرایند ثمردهی اولویت ها (ترسیم مسیر اولویت های فناوری نانو)

طراحی و اجرای برنامه آینده نگاری فناوری نانو در کشور

اثر بخش ساختن آموزش و پژوهش در حوزه نانوفناوری

- (۱) طراحی دوره های آموزشی با تفکر بلندمدت و دیدن حلقه آموزش، در زنجیره تولید
- (۲) طراحی پروژه های به هم پیوسته و زنجیره ای با بررسی فرصت ها و چالش های کشور و انجام آنها توسط دانشگاه ها در قالب برنامه های پژوهشی
- (۳) تعامل سازنده تر میان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- (۴) تدریس دروس مقدماتی به شکل ارائه مفاهیم و تحلیل های کیفی
- (۵) قرارگرفتن مدلسازی، شبیه سازی، بهینه سازی و کنترل نانو ابزارها و نانوسیستم ها جزء اهداف دوره آموزش
- (۶) اولویت دادن به آموزش های متعامل در تحصیلات فناوری نانو
- (۷) تأسیس مراکز تحقیقاتی فناوری نانو (منطقه ای، ملی و بین المللی) به منظور تجربه اندوزی و یافتن فرصت های شغلی مناسب

۸) همکاری اعضای هیأت علمی دانشکده ها با صنایع در جهت آموزش و تعلیم دانشجویان در زمینه فناوری نانو

۹) آشنایی با موضوعات مدیریتی نیز باید در آموزش فناوری نانو (آموزش زیربنای مدیریت و تجارت)

۱۰) آموزش فناوری نانو به دانش آموزان

۱۱) توجه به ارتباط آموزش، پژوهش و اشتغال

۱۲) قطب بندی مراکز علمی و پژوهشی کشور

اثربخش ساختن نقش دولت

۱) اصلاح قانون کار برای توسعه کارآفرینی و کاهش خطر راه اندازی شرکت های جدید

۲) افزایش انعطاف پذیری قانون کار

۳) تدوین قوانین خاص صندوق های تخصصی سرمایه گذاری در فناوری نانو

۴) تدوین قانون جامع بازار سرمایه ایران و اصلاح قانون بازار بورس اوراق بهادار به منظور حضور شرکت های نوپا

۵) پیش بینی ضوابط و مقررات خاص ادغام شرکت ها

۶) اعطای معافیت های مالیاتی و تسهیلات خاص به شرکت های فعال در زمینه فناوری نانو

۷) اعطای معافیت های مالیاتی به صندوق های تخصصی سرمایه گذاری در فناوری نانو

۸) تدوین قوانین و نظام جامع مالکیت فکری ایران

۹) پیوستن به کنوانسیون ها و معاهده های بین المللی مالکیت فکری

۱۰) آماده کردن نظام دیوانسالاری برای پذیرش فناوری نانو، تغییرات و گرایش های آن

۱۱) ایجاد یک نظام تصمیم گیری در زمینه فناوری نانو که در آن همه گروه های بهره مند از جمله مراکز سیاست

گذاری، قانون گذاری، علمی، مدیریتی، فنی و اقتصادی فعال و هدفمند مشارکت دارند

۱۲) ایجاد فضای فناوری نانو؛ هدف از ایجاد چنین فضایی، ایجاد انگیزه و میل به نوآوری های علمی بین اقشار

جامعه در تمامی جنبه های زندگی است

۱۳) سپردن تعهد سیاسی نسبت به فناوری نانو

۱۴) ترویج فرهنگ کارآفرینی، آموزش مسایل کارآفرینی

۱۵) تأسیس مراکز نوآوری فناوری نانو و فراهم نمودن شرایط به منظور حضور شرکت های مبتنی بر فناوری نانو

در پارکهای فناوری و فن بازار

- ۱۶) ایجاد امنیت سرمایه گذاری داخلی و خارجی، بهبود روند رسیدگی به دعاوی تجاری در نظام قضایی و اصلاح نگرش و ذهنیت منفی جامعه نسبت به سرمایه گذاران و ایجاد امنیت فرهنگی برای آنان
- ۱۷) شبکه سازی صاحبان دانش فنی، کارآفرینان و تامین کنندگان مالی فناوری نانو

اثربخشی ساختن نظام تامین مالی

۱) توجه به سرمایه گذاری ریسک پذیر و فراهم ساختن زیرساخت های آن، شامل:

- فرهنگ کارآفرینی
- اهرم های تشویق مالی
- مالکیت معنوی
- مکانیزم خروج (قابلیت نقد کردن سرمایه و برداشت سود حاصل از سرمایه گذاری)
- قانون کار
- قانون ثبت شرکتها و فرآیند اخذ جواز تأسیس شرکت
- قوانین صادرات و واردات
- قانون ورشکستگی
- اشراف دولتمردان بر ماهیت و نقش مهم سرمایه گذاری ریسک پذیر
- مدیران باتجربه و آموزش دیده
- ضوابط حاکم بر فعالیت بانک ها، شرکت های بیمه و صندوق های بازنشستگی
- انگیزه سودآوری
- فعالیت سرمایه گذاران ریسک پذیر خارجی
- رشد تکنولوژی ها و صنایع پیشرفته
- امنیت سرمایه گذاری
- شبکه سازی

۲) تشکیل یک کمیته یا واحد دولتی به منظور سیاست گذاری، تدوین استراتژی و هماهنگ سازی امور مربوط به سرمایه گذاری ریسک پذیر و نظارت بر روند این نوع سرمایه گذاری ها و حسن انجام راهکارهای اصلاحی در کشور. در این کمیته باید نمایندگان سازمان ها و دستگاههای حکومتی مرتبط، حضور داشته باشند تا در تصمیم گیری ها، اجماع نظرات سازمانهای مختلف کسب شده و همچنین هر نماینده مسئول پیگیری اجرای مصوبات کمیته در سازمان متبوع خود باشد.

۳) تدوین سیاست های کلان دولتی برای ایجاد تقاضاهای سرمایه های ریسک پذیر، براساس عوامل کلیدی

زیر:

- توسعه بازار ثانویه
- مالیات
- حقوق مالکیت فکری
- رفع موانع کارآفرینی

۴) طراحی و توسعه بازار مالی سرمایه ریسک پذیر در کشور

۵) تشویق سرمایه گذاران به عرضه، شامل راهبردهای زیر:

- سیاست های تشویقی نظیر در نظر گرفتن معافیت های مالیاتی
- ایجاد سازوکار ورود و خروج سرمایه گذار از طرح سرمایه گذاری از طریق توسعه بازارهای مالی و فن بازار
- کمک به تشکیل صندوق های سرمایه گذاری ریسک پذیر به منظور گردآوری وجوه و سرمایه گذاری در طرح های ریسک پذیر
- تشویق مؤسسات مالی همچون بانک، صندوق های بازنشستگی، شرکت های بیمه و شرکت های سرمایه گذاری و سایر مؤسسات به تأمین مالی صندوق های سرمایه گذاری ریسک پذیر

۶) توجه به سرمایه گذاری خارجی به ترتیب در دو حوزه:

ا. انتقال دانش فنی

ب. جذب سرمایه های خارجی با اقدامات زیر:

- اصلاح قوانین محدودکننده سرمایه گذاری خارجی
- ایجاد فضای باز و آزاد اقتصادی
- اصلاح ذهنیت ها و نگرش منفی نسبت به سرمایه گذاری خارجی
- تلاش برای رفع موانع سیاسی سرمایه گذاری خارجی در ایران
- ارایه مشوق های لازم به منظور سرمایه گذاری در فناوری نانو، از جمله معافیت های مالیاتی و گمرکی
- شناسایی و شبکه سازی ایرانیان مقیم خارج از کشور

۷) توجه به فن بازار به عنوان راهکاری برای حل مشکلات فعالیت های مولد اقتصادی دانش محور، با

ویژگیهای:

- پایش منظمی از روند تحولات تکنولوژیک
- حفظ حقوق مالکیت فکری به دلیل عمر کوتاه مدت تکنولوژی
- فرآیند قیمت‌گذاری مبتنی بر پیش‌بینی و برآورد بازار آینده
- سنجش مستمر نیازهای بالقوه مشتری (مردم)
- سرعت عمل در انجام معاملات و دسترسی به شبکه متخصصین در خارج کشور برای ارزیابی و تسهیل معاملات

۸) ایجاد مراکز نوآوری و کار آفرینی

۹) توجه به بستر حقوقی توسعه نانو فناوری

۱۰) توجه به ریسک و مدیریت آن در توسعه نانو فناوری

اثربخش ساختن تجاری کردن طرح‌های پژوهشی

- ۱) تامین منابع مالی برای تجاری کردن طرح‌های تحقیقاتی
- ۲) کنترل توجیه اقتصادی طرح در تمام مراحل تا تجاری شدن آن و نهایتاً تدوین طرح توجیهی
- ۳) ایجاد سیستم کاراً برای بهره‌برداری، بازاریابی، فروش و خدمات پس از فروش
- ۴) توجه به عوامل موفقیت و شکست در مراحل ایجاد شرکت های نانو فناوری^{۳۲}
- ۵) تسریع تجارت فناوری نانو با استفاده از راهبردهای زیر:
 - ایجاد بانک های اطلاعاتی مرتبط با فناوری نانو
 - ایجاد شرکت ها یا مراکزی با قابلیت میانجی گری بین جوامع بازرگانی و سرمایه گذاری
 - استفاده از قدرت خرید دولت در ایجاد بازار
 - معرفی فناوری نانو به عنوان فناوری سبز
 - ایجاد توان رقابتی برای شرکت های خصوصی از طریق توسعه صادرات
- ۶) رفع موانع موجود برای ورود شرکت های بالغ به حوزه نانو با استفاده از راهبردهای زیر:
 - انتشار مطالب کسب و کاری نانو در نشریات تخصصی
 - ارائه مطالعات رصد فرصت‌های فناوری و بازار نانو به شرکتهای بالغ
 - حمایت از مطالعه و رصد شرکتهای بالغ در حوزه های خاص فناوری نانو

³² این عوامل در بخش قبل به شکل تفصیلی مورد بررسی قرار گرفتند.

- حمایت از حضور مدیران ارشد شرکتهای بالغ در نمایشگاه های تجاری نانو (دیدن ملموس دستاوردهای این فناوری و نفوذ آن در کشورهای دیگر)
- کمک به اعتبارسنجی و امکان سنجی فناوری نانو
- حمایت از فعالیتهای تحقیقاتی و توسعه ای در حوزه نانو
- حمایت از تحقیقات تطبیقی فناوری (تطبیق فناوری برخط تولید موجود شرکت) و خدمات مشاوره ای لازم در حوزه نانو
- ایجاد مراکز کارگزاری تخصصی در بخش خصوصی در حوزه های صنعتی مشخص جهت انتقال و انتشار فناوری نانو
- تشکیل تیم مدیریت پروژه برای کمک به پیگیری و اجرای پروژه انتقال فناوری نانو در شرکت بالغ
- معرفی مشاوران خبره به شرکتهای بالغ و حمایت از بکارگیری مشاوران توسط آن ها