

پیشنهادهایی برای مدیریت توسعه نانو فناوری در ایران

حسین صالحی وزیری - مدیر گروه مواد و نانو تکنولوژی شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران

رضا اسدی فرد - کارشناس دفتر همکاریهای فناوری ریاست جمهوری

حسن علم خواه - کارشناس شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران

htoc2001@yahoo.com

کلمات کلیدی: نانو فناوری، مدیریت توسعه، زنجیره ثمردهی فناوری

چکیده:

فناوری های نوین به دلیل ویژگی های خاص خود، از جمله سرعت بالای رشد و تجاری شدن، کم بودن فاصله تحقیقات تا بازار، دانش محور بودن، متخصص محوری و غیره مدیریت ویژه ای برای توسعه نیاز دارد. علاوه بر موارد فوق نانو فناوری به دلیل تأثیر گذاری گسترده در تمام عرصه های زندگی، پیش بینی بازار هزار میلیارد دلاری در دو سال آینده، بین رشته ای بودن و قراردادن در ابتدای چرخه عمر فناوری، نیازمند ملاحظات بیشتری در امر مدیریت کلان توسعه است. در این مقاله ابتدا به تبیین ویژگی های فناوری های نوین که در بالا به آن اشاره شد و کالبدشکافی مشکلات توسعه این فناوری ها در کشور پرداخته شده است. سپس با استفاده از نظرات تعداد زیادی از صاحب نظران و متخصصین کشور، پیشنهادهایی در جهت مدیریت صحیح توسعه نانو فناوری در ایران ارائه شده است و موضوعاتی نظیر اهداف طرح های توسعه نانو تکنولوژی، نحوه انتخاب و گزینش طرح ها، ویژگی های طرح های نانو تکنولوژی و نحوه مدیریت آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه:

مدیریت توسعه فناوری، از یک سو بحثی نسبتاً جدید و نا آشنا در اغلب مجامع علمی و آکادمیک کشور است که دانشگاه و یا کانون های تفکری هم که به آن پرداخته اند معمولاً از دایره مطالعات و مباحث علمی فراتر نرفته اند، از سوی دیگر کشوری که قصد حرکت در مسیر توسعه فناوری را دارد، ناگزیر از توجه به مبحث مدیریت توسعه فناوری هم در سطح نظری و هم به صورت عملی است. با توجه به کشورهای پیشرو به نظر می رسد که مدیریت توسعه فناوری های جدید به مراتب پیچیده تر از فناوری های متداول می باشد. چرا که سرعت تحولات در عرصه فناوری های جدید پرشتاب و زیرساخت های لازم برای رشد این فناوری ها متفاوت با زیرساخت های قبلی است. تکنولوژی های جدید به محیط های چالاک تری برای رشد نیازمند و سیستم های صلب بستر مناسبی برای رشد این تکنولوژی ها نیستند. از جمله زیرساخت هایی که در مبحث مدیریت فناوری های جدید به آن توجه می شود، سرمایه گذاری مخاطره آمیز، پارک های فناوری، انکوباتورها، فن بازار و امثالهم هستند که بدون آنها توسعه فناوری های جدید امکان پذیر نیست. نانو فناوری که جدیدترین عرصه فناوری های جدید است به دلیل گستردگی حوزه اثر و فراوانی کاربردهای محصولات مبتنی بر آن، به عنوان یکی از اولویت های فناوری کشور مطرح شده است. مدیریت درست توسعه نانو فناوری در کشور، علاوه بر ارتقاء توانمندی های فناوری کشور می تواند الگویی برای مدیریت فناوری های جدید در کشور باشد.

در این مقاله پس از کالبدشکافی مشکلات توسعه فناوری‌های جدید در ایران در یکی دو دهه اخیر، چند پیشنهاد مشخص در راستای مدیریت صحیح توسعه فناوری در کشور مطرح می‌شود. در این پیشنهادات از جمع‌بندی و تحلیل نظرات بیش از ۵۰ نفر از متخصصین و صاحب‌نظران کشور استفاده شده است.

ویژگی‌های فناوری‌های جدید:

۱) سرعت رشد بالا و نیاز به سیستم‌های انعطاف‌پذیر و پویا جهت رشد

تجربه توسعه فناوری‌های جدید در کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که توسعه فناوری‌های جدید با ساختارهای قدیمی امکان‌پذیر نیست. چرا که در عرصه فناوری‌های جدید، هر روز تحولات جدیدی رخ می‌دهد و محصولات و فرآیندهای نوینی به بازار عرضه می‌شود. رقابت شدید در زمینه فناوری‌های جدید نیاز به سیستم‌های چالاک و انعطاف‌پذیر را اجتناب‌ناپذیر می‌کند که این سیستم‌ها فارغ از دغدغه‌های روزمره و بوروکراسی دست و پاگیر، موانع موجود بر سر راه توسعه این فناوری‌ها را بر طرف می‌کند. در این زمینه کشورهایی مثل آمریکا با تسهیل ایجاد، ادغام و انحلال شرکت‌ها، ریسک سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید را پائین آورده‌اند تا بنگاه‌های فناوری محور بتوانند در کم‌ترین زمان جهت حرکت خود را با تحولات فناوری همسو کنند و محصولات و فرآیندهای جدید را زودتر از رقبای جهانی خود روانه بازار کنند. ایجاد انکوباتورهای فناوری‌های جدید و تولد شرکت‌های کوچک فناوری‌محور از دل انکوباتورها از دیگر راهکارهای کشورهای موفق در توسعه فناوری‌های جدید است.

۲) فاصله کم تحقیقات تا بازار

فاصله پژوهش تا بازار در فناوری‌های جدید هر روز کمتر می‌شود و مراکز تولید از کارخانه‌های حجیم به لابراتوارهای کوچک منتقل می‌شود. زیرساخت‌های حجیم و ماشین‌آلات سنگین در فناوری‌های قبلی مثل فولاد و پتروشیمی در فناوری‌های جدید با تجهیزات کم‌حجم ولی با سطح فناوری بالا جایگزین می‌شود.

۳) نیاز به قوانین و مقررات خاص

برای رشد فناوری‌های جدید به بستر قانونی ویژه‌ای نیاز است. حق مالکیت فکری از عوامل مهم ایجاد انگیزه در محققین برای نوآوری و عرضه محصولات و فرآیندهای جدید است. البته در برخی کشورهای پیشرفته نیز در سال‌های اول توسعه یک فناوری جدید قانون مالکیت فکری را در حدی اعمال می‌کنند که از جریان شفاف اطلاعاتی علمی و ایجاد هم‌افزایی‌های علمی و فنی جلوگیری نکند. ایجاد جزیره‌های کیفیت و کم کردن قوانین دست و پاگیر از دیگر تجارب کشورهای موفق در توسعه فناوری‌های جدید است.

۴) دانش‌محور بودن و نیاز به نیروهای متخصص

در عرصه فناوری‌های جدید، دیگر کمبود مواد اولیه یا سرمایه محدودیت کشور نیست بلکه این نیروهای متخصص موجود هستند که حد و مرز توسعه فناوری‌های جدید را در یک کشور تعیین می‌کند. از این رو بیشترین سرمایه‌گذاری در زمینه زیرساخت به توسعه منابع انسانی متخصص اختصاص می‌یابد. امروز، دیگر منابع طبیعی مزیت اصلی محسوب نمی‌شوند بلکه دانش و تکنولوژی است که مزیت‌های نسبی کشورها را به مزیت‌های رقابتی قابل عرضه در بازارهای جهانی تبدیل می‌کند. [۱]

۵) بین‌رشته‌ای بودن فناوری‌های جدید و نیاز به فعالیت‌های تیمی

نگرش میان‌رشته‌ای در دهه‌های اخیر باعث ایجاد تحولات شگرفی در عرصه فناوری شده است و اغلب فناوری‌های جدید ماهیت بین‌رشته‌ای دارند. نانوفناوری بارزترین نمونه فناوری‌های بین‌رشته‌ای است که در سالهای اخیر مطرح شده است. بین‌رشته‌ای بودن فناوری‌های جدید، بحث آموزش نیروی انسانی را با چالش‌های جدیدی روبرو کرده است. همچنین در بحث پژوهش، پژوهش‌های انفرادی جای خود را به پژوهش تیمی داده است که حتی این تیم‌ها در سطح بین‌المللی نیز فعالیت می‌کنند.

۶) نیاز به سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز

سیستم‌های مالی و اعتباری قبل به دلیل ریسک بالای فناوری‌های جدید و فقدان توانمندی ارزیابی آینده فناوری‌های جدید حاضر به سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها نیستند. بنابراین یکی از زیرساخت‌های توسعه فناوری‌های جدید ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر (Ventur Capital) است. در کشورهای پیشرفته سرمایه‌گذاران مخاطره‌پذیر با شناسایی فرصت‌های آینده در زمینه فناوری‌های جدید به سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌پردازند.

۷) نیاز به مراکز تجاری‌سازی و بازاریابی

در فناوری‌های جدید برای اینکه یک گام از رقبا جلوتر باشید باید بتوانید دستاوردهای محققین را در سریع‌ترین زمان تجاری کرده و به بازار عرضه کنید. بنابراین باید مراکزی وجود داشته باشد که همواره دستاوردهای محققین را پایش کند و از طرف دیگر بازارهای بالقوه را شناسایی کند. این مرکز همچنین باید دستاوردهای رقبا را ارزیابی کند و محصولی که به بازار ارائه می‌کند از لحاظ قیمت، کیفیت و جذابیت بهتر از دیگر محصولات ارائه شده به بازار باشد.

۸) ارزش افزوده بالا و حجم کم

محصولات مبتنی بر فناوری‌های جدید در مقایسه با فناوری‌های قبلی اغلب کم‌حجم و با ارزش افزوده بالا هستند. در محصولات مبتنی بر فناوری‌های قبلی قسمت اعظم ارزش محصول را مواد اولیه تشکیل می‌داد در حالی که در محصولات جدید نقش فناوری بسیار پررنگ‌تر از عوامل دیگر تولید است. بطور مثال ارزش افزوده بالا و حجم کوچک در بیوتکنولوژی قابل مشاهده است [۲]

مشکلات توسعه فناوری‌های جدید در ایران

با توجه به ویژگی‌هایی که در قسمت قبل برای فناوری‌های جدید بر شمرده شد، توسعه این فناوری‌ها الزامات خاص و تمهیدات ویژه‌ای برای توسعه می‌طلبد که به نظر می‌رسد بی‌توجهی به این الزامات در یک دو دهه اخیر موجب شده است که تجربه‌های موفق در زمینه فناوری‌های جدید عاید کشور نگردد و علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های خوب کشور در برخی فناوری‌ها، به دلیل ناآشنایی در ایران با مقوله "مدیریت توسعه فناوری‌های جدید"، فرصت‌های مهمی از لحاظ توسعه فناوری از دست رفته است. در ادامه به برخی از دلایل عدم توفیق کشور در برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح توسعه فناوری‌های جدید پرداخته می‌شود.

الف) فرابخشی نبودن متولیان

اغلب فناوری‌های جدید به دلیل گستردگی حوزه تأثیرگذاری به یک سازمان یا وزارتخانه خاصی مربوط نمی‌شوند بلکه سازمان‌های مختلفی از جنبه‌های گوناگون با آنها درگیر هستند. واگذار کردن برنامه‌ریزی و مدیریت این گونه فناوری‌ها به سازمان یا وزارتخانه خاص باعث

عدم تبعیت دیگر سازمان‌ها از تصمیم‌گیری‌های انجام‌شده می‌شود. به عقیده بیشتر صاحب‌نظران یکی از مهم‌ترین مشکلات توسعه فناوری‌های جدید فرابخشی نبودن متولیان آنها بوده است.

ب) اولویت‌بندی نکردن در بین شاخه‌های فناوری یا استفاده از روش‌های نادرست اولویت‌گذاری

امروزه حتی در کشورهایی مثل آمریکا که از منابع فراوان مالی و انسانی برخوردارند انتخاب شاخه‌های خاصی از فناوری به عنوان محور اصلی فعالیت‌بخشی رایج است. در کشورهای در حال توسعه که با محدودیت منابع مالی و به ویژه منابع انسانی متخصص روبرو هستند اهمیت اولویت‌بندی در زمینه فناوری بیشتر می‌شود. یکی از دلایل ناموفق بودن برخی از این کشورها در زمینه توسعه فناوری بلندپروازی‌های بیش از حد آنهاست. اولویت‌بندی در دنیا به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد که اغلب تلفیقی از روش‌های مختلف برای تصمیم‌گیری نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از روش نادرستی مثل اتکا صرف به علایق متخصصین و عدم توجه به توانمندی‌ها و نیازهای کشور به همان اندازه نداشتن اولویت‌بندی موجب اتلاف سرمایه‌های ملی می‌شود.

ج) واگذار کردن مدیریت فناوری‌های جدید به سیستم‌ها و مکانیزم‌های موجود

سیستم‌های موجود اعم از سازمان‌ها و وزارت‌خانه‌ها، چالاک‌ی و انعطاف لازم برای مدیریت توسعه فناوری‌های جدید را ندارند چرا که به دلیل تعریف وظایف قبلی، درگیر مسایل روزمره خود هستند و به دلیل تثبیت بوروکراسی در آنها، توانایی تفکر و عمل در رقابت‌های جدید را ندارند. بنابراین استفاده از ساختارهای جدید برای مدیریت توسعه فناوری‌های جدید به طوری که از پتانسیل‌های موجود در گوشه و کنار کشور به بهترین نحو استفاده کند یکی از الزامات توسعه فناوری‌های جدید است.

در تجربه‌های گذشته در مورد فناوری‌های جدید، اغلب سازمان‌ها و وزارت‌خانه‌ها به دلیل جذابیت‌های بودجه‌ای و موقعیتی به سهم‌خواهی در زمینه مدیریت فناوری‌های جدید پرداخته‌اند که در نهایت، فقدان روحیه همکاری بین سازمان‌ها و حتی متخصصین باعث ازدست‌رفتن فرصت‌ها شده است.

د) هنرمند نبودن پژوهش‌ها

پژوهش‌هایی که در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در کشور انجام می‌شود اغلب با انگیزه‌های علمی صرف انجام می‌شود و فاقد انگیزه توسعه فناوری و یا انگیزه‌های اقتصادی هستند. یکی از دلایل این امر، حاکم نبودن مکانیزم عرضه و تقاضا در ایجاد مراکز پژوهشی و نیز تعریف پروژه‌های تحقیقاتی است. اغلب مراکز پژوهشی، به صورت فرمایشی از بالا ایجاد می‌شوند و کمتر براساس یک نیاز واقعی به وجود می‌آیند. اعزام دانشجویان به خارج و همچنین اعزام اعضاء هیئت علمی دانشگاه‌ها به فرصت‌های مطالعاتی خارج از کشور بدون تعریف مأموریتی خاص مبنی بر اخذ یک فناوری معین صورت می‌گیرد بنابراین این افراد در خدمت اهداف پژوهشی کشورهای منبع قرار می‌گیرند و حتی مقالات علمی و پتنت‌های این افراد به اسم کشور بیگانه ثبت می‌شود.

ه) فراهم نبودن زیرساخت‌های ملی توسعه فناوری‌های جدید

همانطور که قبلاً اشاره شد فناوری‌های جدید به زیرساخت‌های نوینی برای توسعه نیاز دارند که فقدان تعدادی از این زیرساخت‌ها حرکت ماشین فناوری‌های جدید را در کشور کند کرده است. حدود ۱۸ زیرساخت اصلی برای توسعه فناوری‌های جدید در منابع شمرده شده است که برخی از آنها عبارتند از: آزمایشگاه‌های ملی و مرجع، انکوباتور، پارک‌های فناوری، صندوق ملی سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز، مراکز تجاری‌سازی، فن بازار، مراکز ثبت مالکیت معنوی و پتنت، شبکه اطلاع‌رسانی فناوری و غیره. اغلب این ساختارها در کشور وجود ندارد.

و) فقدان قوانین و مقررات مورد نیاز برای رشد فناوری‌های جدید

فناوری‌های جدید به قوانین مالکیت فکری، مقررات زیست‌محیطی و استانداردهای کیفی جدیدی نیاز دارند. کشورهای موفق در برنامه‌های خود با قوانین خاصی، در زمینه ایجاد بازار و تقاضا برای فناوری جدید و هدایت سرمایه‌گذاران به این سمت، بسترهای توسعه این فناوری‌ها را فراهم آورده‌اند. به عنوان مثال در کشور ما بازار بزرگ دولت در صورت استفاده از آن برای توسعه فناوری جدید می‌تواند محرک توانمندی برای سرمایه‌گذاری در این فناوری باشد.

قوانین حمایتی، حذف یا کاهش موقت مالیات می‌تواند به کمک توسعه فناوری جدید بیاید. ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری خاص و آشنا کردن بانک‌ها با فناوری‌های جدید می‌تواند زمینه سرمایه‌گذاری در فناوری مذکور را فراهم کند. [۳]

تعریف نانو تکنولوژی و آشنایی با آن

نانو تکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از خواص است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانو تکنولوژی یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. برای نانو تکنولوژی کاربردهایی را در حوزه‌های مختلف از غذا، دارو، تشخیص پزشکی و بیوتکنولوژی تا الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل‌ونقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا و امنیت ملی برشمرده‌اند. کاربردهای وسیع این عرصه به همراه پیامدهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فن‌آوری را به عنوان یک زمینه فرا رشته‌ای و فرابخشی مطرح نموده است. [۴]

هر چند آزمایش‌ها و تحقیقات پیرامون نانو تکنولوژی از ابتدای دهه ۸۰ قرن بیستم بطور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول آفرین، معجزه آسا و باورنکردنی نانو تکنولوژی در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فناوری نانو را به عنوان یکی از مهمترین اولویتهای تحقیقاتی خویش طی دهه اول قرن بیست و یکم محسوب نمایند.

استفاده از این فن‌آوری در کلیه علوم پزشکی، پتروشیمی، علوم مواد، صنایع دفاعی، الکترونیک، کامپیوترهای کوانتومی و غیره باعث شده که تحقیقات در زمینه نانو به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد. لذا محققین، اساتید و صنعتگران ایرانی نیز باید در یک بسیج همگانی، جایگاه، موقعیت و وضعیت خویش را در خصوص این موضوع مشخص نمایند و با یک برنامه‌ریزی علمی دقیق و کارشناسانه به حضوری فعال و حتی رقابتی سالم در این جایگاه، عرض اندام و ابراز وجود نمایند و برای چنین کاری یک برنامه منسجم، فراگیر و همه جانبه اجتناب‌ناپذیر است. [۵]

سابقه نانو در جهان

چهل سال پیش Richard Feynman، متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل، درسخترازی معروف خود در سال ۱۹۵۹ با عنوان "آن پایین فضای بسیاری هست" (There is plenty of room in the bottom) به بررسی بعد رشد نیافته علم مواد پرداخت. وی در آن زمان اظهار داشت: "اصول فیزیک، تا آنجایی که من توانایی فهمش را دارم، بر خلاف امکان ساختن اتم به اتم چیزها حرفی نمی‌زنند." او فرض را بر این قرار داد که اگر دانشمندان فرا گرفته‌اند که چگونه ترانزیستورها و دیگر سازه‌ها را با مقیاسهای کوچک بسازند، پس ما خواهیم توانست که آنها را کوچک و کوچک تر کنیم. در واقع آنها به مرزهای حقیقی‌شان در لبه‌های نامعلوم کوانتوم نزدیک خواهند بود به طوری که یک اتم را در مقابل دیگری به گونه‌ای قرار دهیم که بتوانیم کوچکترین محصول مصنوعی و ساختگی ممکن را ایجاد کنیم.

Drexler در اوایل دهه ۸۰، گروهی از دانشجویان را به صورت انجمنی به دور خود جمع نمود. او افکار جواترها را با یک سری ایده‌ها که خودش "نانو تکنولوژی" نامگذاری کرده، مشغول می‌داشت. Drexler اولین مقاله علمی خود را در مورد نانو تکنولوژی مولکولی (MNT) در سال ۱۹۸۱ ارائه داد. او کتاب Engin of Creation: The Coming Era of Nanotechnology را در سال ۱۹۸۶ به چاپ رساند.

Drexler تنها درجه دکتری در نانو تکنولوژی را در سال ۱۹۹۱ از دانشگاه MIT دریافت داشت. او یک پیشرو در طرح نانو تکنولوژی است و هم اکنون رئیس استیتو Foresight و Research Fellow می باشد. [۶]

اهمیت موضوع

همانگونه که اشاره شد بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال پیشرفت، برنامه‌هایی را برای پشتیبانی از فعالیتهای تحقیقاتی و صنعتی نانو تکنولوژی تدوین و اجرا می نمایند. اما یک سوال مهم برای کشور ما و بسیاری از کشورها که هنوز به نانو تکنولوژی به عنوان تمدن آینده علمی توجه کافی نکرده اند، این است که آیا باید با این روند همراه شد یا نه؟ توجه به فضای بسیار بزرگ و در حال ایجاد نانو تکنولوژی و حجم وسیع فعالیتهای مربوط به آن در دنیا، این باور را به انسان القاء می کند که دیر یا زود باید آینده را دید و برای ورود به آن اقدام نمود.

۱) ورود کشورها به عرصه نانو تکنولوژی اجتناب ناپذیر است.

بسیاری از صاحب نظران و محققان، نانو تکنولوژی را مساوی آینده دانسته اند. به عنوان نمونه کمیته مشاوران رئیس جمهور آمریکا در علوم و فناوری در تأیید برنامه ملی نانو تکنولوژی برای سال ۲۰۰۱، از نانو تکنولوژی به عنوان محور آینده جهان یاد می کند. به دلیل تأثیرات این فناوری بر اکثر فناوریهای موجود، عقیده صاحب نظران این است که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث مقیاس نانو در دهه‌های آینده فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از فناوریهای مهم از جمله فناوری اطلاعات و بیو تکنولوژی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره گیری از نانو تکنولوژی دچار اختلال خواهند شد. از این جهت این مسئله برای دانشگاهیان، محققان و مسئولان هر کشور امری حیاتی است.

۲) دلایل اساسی ضرورت ورود کشور به عرصه نانو تکنولوژی

علاوه بر موضوع فوق، می توان دلایل زیر را برای اجتناب ناپذیری ورود کشورهایی چون ایران اقامه نمود:

۱-۲) تاثیر اساسی نانو تکنولوژی در رشد و پیشرفت بسیاری از فناوریها

ماهیت فرارشته‌ای علوم و فناوری نانو به عنوان توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با دقت اتم و مولکول، موجب تعریف کاربردهای بسیاری زیادی در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی شده است. برای نانو تکنولوژی کاربردهای بسیاری را در حوزه‌های دارو و غذا و بهداشت، درمان بیماریها، محیط زیست، انرژی، الکترونیک، کامپیوتر و اطلاعات، مواد، ساخت و تولید، هوافضا، بیو تکنولوژی و کشاورزی و امنیت ملی و دفاع بر شمرده اند. به همین دلیل بر تمام فناوریها تأثیر گذاشته و دیر یا زود باید شاهد محصولات آنها بود. به عنوان نمونه در بخش پزشکی و بهداشت، یک زمینه کاری بسیار مهم، سیستم توزیع دارو در داخل بدن می باشد. مصرف دارو در حال حاضر به صورت حجمی است در حالی که سلولهای خاصی از بدن نیازمند آن می باشند. در روش جدید دارو با وسایل تزریق متفاوت با امروزه به صورت مستقیم به سمت سلولهای مشخص جهت گیری شده و دارو به محل نیاز تحویل داده می شود. با همین مکانیزم، بیماریهای بزرگ و کوچک در آغاز شکل گیری قابل تشخیص و درمان خواهند بود. یا در بخش مواد، پروژه‌هایی در دست کار می باشد که موادی با وزن بسیار کم و خواص بسیار مناسب تولید شوند. کاربرد این مواد در ساختمان، خودرو، هواپیما و بسیاری از ملزومات زندگی انسانها دیده خواهد شد. بنابراین عرصه بسیار وسیع نانو تکنولوژی که زندگی انسانها را نیز در بر خواهد گرفت، خود القاء کننده این نتیجه خواهد بود که نمی توان به روی آن چشم بست.

۲-۲) تأثیر نانو تکنولوژی بر امنیت جهانی

از نظر دفاعی، نانو تکنولوژی برای کشورها، هم فرصت است هم تهدید. به لحاظ کاربردهای بسیار زیادی که این فناوری می تواند در امور نظامی داشته باشد، گرایش زیادی در بخش دفاعی کشورها به تحقیق و توسعه نانو تکنولوژی صورت گرفته است. این کاربردها از لباسهای مانع خطر تا پرنده های بسیار کوچک، تجهیزات اطلاعاتی و بسیاری موارد دیگر است که هم اکنون با حمایت وزارتخانه های دفاع کشورهای چون آمریکا، ژاپن و برخی کشورهای اروپایی به صورت پروژه های تحقیقاتی در حال انجام هستند. از این جهت این فناوری برای کشورها یک تهدید محسوب می شود. اما برای کشورهای اروپایی که بتوانند با استفاده از روند موجود، جایگاهی را در آینده امنیت جهانی برای خود در نظر بگیرند، یک فرصت خواهد بود. با توجه به اینکه این کاربردها بسیار متنوع هستند، هر کشوری می تواند زمینه ای را برای پیشگامی در جهان سهم خود نماید و در آینده رقابت های بین المللی نقشی داشته باشد.

۲-۳) شکل گیری بازارهای بسیار بزرگ

شواهد موجود نشان می دهد که درصد بالایی از بازارهای محصولات مختلف متکی بر نانو تکنولوژی خواهد بود و به همین دلیل دولتها و شرکتهای بزرگ و کوچک به دنبال کسب جایگاهی برای خود در این بازارها هستند. میهیل روکو، رئیس کمیته علوم و فناوری نانو در ریاست جمهوری آمریکا طی مقاله ای در ماه می سال ۲۰۰۱، پتانسیل نانو تکنولوژی برای تغییر چشمگیر در اقتصاد جهانی را یادآوری نموده است. بر مبنای پیش بینی وی و بخش دیگری از صاحب نظران در ده الی ۱۵ سال آینده نانو تکنولوژی بازار نیمه هادی را به طور کامل تحت تأثیر قرار خواهد داد. خبرهایی نیز که اخیراً از شرکتهای اصلی سازنده پردازنده های کامپیوتر در آمریکا و ژاپن منتشر شده است، از ورود پردازنده های حاوی یک میلیارد نانوترانزیستور تا قبل از ۱۰ سال آینده حکایت دارد. به عنوان مثال شرکت اینتل اعلام نموده است که در سال ۲۰۰۷ پردازنده های متکی بر نانوترانزیستور را با قدرت و سرعت بسیار بیشتر و مصرف کمتر نسبت به آخرین دستاوردهای امروزی نیمه هادی ها وارد بازار خواهد کرد.

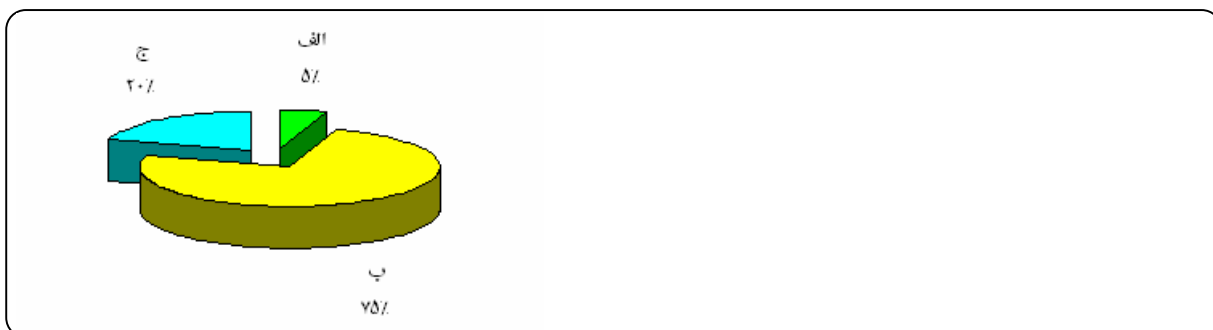
در بخش دارو نیز پیش بینی شده است تا ۱۰ الی ۱۵ سال آینده نیمی از این صنعت متکی بر نانو تکنولوژی خواهد بود که خود نیاز به وسایل تزریق جدید و آموزشهای پزشکی روزآمد خواهد داشت یا در مورد مواد شیمیایی، فقط ذکر بازار ۱۰۰ میلیارد دلاری کاتالیستها که تا ۱۰ سال آینده به طور کامل متکی بر کاتالیستهای نانو ساختاری خواهد بود برای نشان دادن اهمیت بحث کافی است. از هم اکنون بازار بزرگی برای بکارگیری مواد جدید در محصولات فعلی در حال شکل گیری است. موادی که می توانند خواص جدید و فوق العاده ای به محصولات موجود بخشیده و موجب کاهش قیمت آنها شوند. به عنوان نمونه نانولوله های کربنی (Carbon Nanotubes) با وزن بسیار کمتر و استحکام بسیار بیشتر نسبت به موادی چون فولاد، بخش زیادی از صنایع را در آینده تحت تأثیر قرار خواهد داد.

در کنار این پیش بینی ها، این سؤال باید مطرح شود که جایگاه کشورهایی که به نانو تکنولوژی دسترسی ندارند، در بازارهای آینده و اقتصاد جهانی چه خواهد بود. با توجه به اینکه سهم هر کشور یا بنگاه در زمان شکل گیری یک بازار تثبیت می شود، زمان سرمایه گذاری برای رسیدن به جایگاه مناسب، همین امروز است. [۷]

با توجه به آنچه در بالا گفته شد علاوه بر اینکه باید به نانو تکنولوژی به عنوان یک اولویت توجه شود راهکارهای توسعه آن نیز باید با دقت انتخاب و برنامه ریزی در این زمینه بطور مناسبی صورت گیرد در تحلیل نظر بیش از ۵۰ نفر از متخصصین در این زمینه نتایج زیر بدست آمده است

الف) ضرورت تعیین اولویت در نانو تکنولوژی:

ضرورت تعیین اولویت برای نانو تکنولوژی وقتی اهمیت پیدا می کند که می بینیم حوزه های کاربرد وسیعی را به اختصاص داده و پتانسیل کشور ما نیز محدود است ضمن اینکه در بعضی موارد مشاهده می شود که می توان در زمینه هایی از نانو تکنولوژی فعال شد و به منافع خوبی دست یافت در حالی که شاید در این حوزه ها از قبل نیز فعالیتی در آنها صورت نگرفته باشد. گروهی از صاحب نظران معتقدند هنوز پتانسیلها در نانو تکنولوژی به اندازه کافی نیست و نمی توان برای آن اولویت تعیین کرد وضعیت کشور در نانو تکنولوژی در حال حاضر به دلیل نبود پتانسیلها لازم به حدی نیست که بتوان برای آن اولویتی تعیین کرد. علاوه بر این نانو تکنولوژی به دلیل گستردگی که دارد تمام حوزه ها را تحت تاثیر قرار خواهد داد و نمی توان فرض کرد که اولویت خاصی برای آن باید در نظر گرفت بلکه باید در اولویت ها آن را بکار گرفت. شکل زیر توزیع پاسخهای متخصصین را در مورد تعیین اولویت در نانو تکنولوژی را نشان می دهد.



الف) تعیین اولویت در مقطع فعلی ضرورت ندارد

ب) تعیین اولویت به روشهای علمی

ج) اولویت ها همان اولویت های کشور است که باید

نانو تکنولوژی را در آنها بکار گرفت

همانطور که مشخص است اکثریت متخصصین به تعیین اولویت در این زمینه معتقدند البته باید نکات زیر را در این زمینه در نظر داشت:

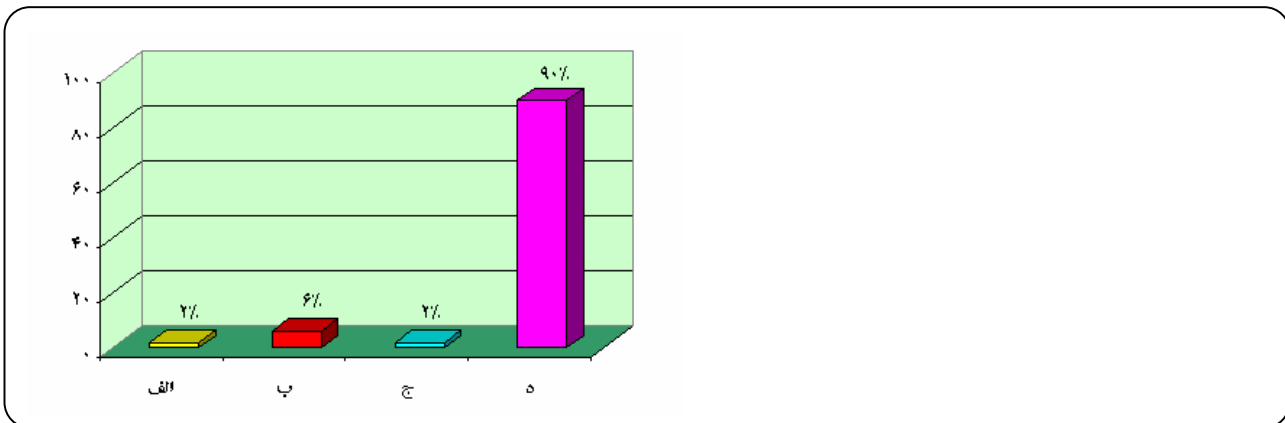
- ۱) در برنامه ریزی ها و تعیین اولویت ها حتماً از وجود متخصصین و استراتژیست های داخلی و بین المللی در کنار هم استفاده گردد. استفاده از تجارب سایر کشورها در این زمینه نیز می تواند مفید باشد.
- ۲) اولویت های تعیین شده باید از انعطاف پذیری بالایی برخوردار باشند تا فرصت برای مطرح شدن ایده های مختلف ایجاد شود (زیرا اکثر موضوعات مربوط به نانو تکنولوژی در حد یک ایده هستند و نمی توان گفت که واقعاً یکی پیروز و یکی مردود خواهد بود).
- ۳) اگر از روش چند شاخصی برای تعیین اولویت استفاده شود، معیارها و وزنی که در امتیازدهی لحاظ می شوند مهم خواهند بود و باید به دقت مشخص گردند. در این روش بنظر می رسد معیارهایی مثل نتیجه دادن در کوتاه مدت، توان صادرات، نیروی متخصص و سودمندی برای صنایع موجود از امتیاز بیشتری برخوردار باشند.
- ۴) صنایعی که در کشور اولویت دارند و سرمایه گذاری های هنگفتی در آنها صورت گرفته است به نانو تکنولوژی باید به عنوان یک حوزه جدید نگاه کنند و در این حوزه سرمایه گذاری نمایند. [۸]

ب) اهداف طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی

توسعه نانو تکنولوژی در کشوری می‌تواند اهداف مختلفی را دنبال نماید. تعیین درست اهداف در این زمینه تأثیر زیادی در روند توسعه کشور و رسیدن به اهداف کلان کشور که همان رشد اقتصادی است دارد.

نانو تکنولوژی از علوم روز است و امروزه خیلی از فعالیتها در این زمینه در مرز دانش قرار دارد اهداف مختلفی را می‌توان از توسعه فعالیتها در حوزه نانو تکنولوژی دنبال کرد به علت نو بودن این زمینه تحقیقات در آن باعث انتشار مقالات علمی خواهد شد که طبیعتاً افزایش تعداد این مقالات باعث افزایش سهم تولید علم کشور در جهان خواهد شد و اعتبار بین‌المللی را در این زمینه دنبال خواهد داشت که خود می‌تواند به عنوان یک هدف در نظر گرفته شود.

توسعه نانو تکنولوژی به منظور دستیابی به فناوری بومی یا رفع نیازهای فناوری کشور از اهداف دیگری است که می‌توان از توسعه نانو تکنولوژی انتظار داشت. خلق ثروت و دستیابی به منابع سرشار تولیدی و صنعتی که منجر به تولید ثروت در کشور شود هدف دیگری است که می‌توان از توسعه نانو تکنولوژی انتظار داشت. نمودار زیر توزیع نظرات متخصصین را نشان می‌دهد. چنانچه از نمودار مشخص است اکثریت متخصصین فعالیت در نانو تکنولوژی به شرط تولید ثروت مناسب می‌دانند. [۸]



الف) ارتقای سطح علمی کشور و کسب اعتبار بین‌المللی

ب) دستیابی به فناوری و تأمین نیازهای کشور

ج) ارتقای سطح فناوری کشور از طریق ایجاد فناوری در داخل

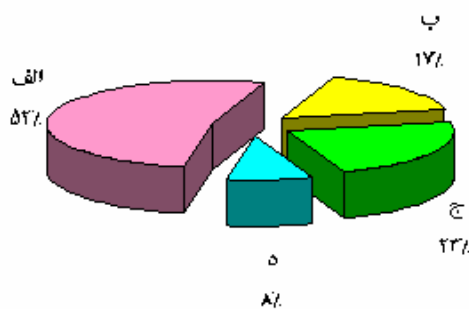
د) هر سه هدف فوق اما در فعالیت‌هایی که منجر به تولید ثروت شوند

ج) ماهیت طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی

تعریف طرح‌های علمی و صنعتی در کشور ما بصورت‌های گوناگونی انجام شده است، گاهی طرحها بصورت خرد مثل طرح‌های پژوهشی، طرح‌های نیمه صنعتی و پایلوت و طرح‌های صنعتی تعریف شده است و گاهی طرحها به صورت کلان و بصورت یک طرح ملی در آمده‌اند. آنچه می‌توان از گذشته دریافت این است که خیلی از طرحها در مرحله پژوهشی مانده‌اند و پیگیری نشده‌اند تا به یک نتیجه صنعتی دست یابیم ضمن اینکه خیلی از طرح‌های صنعتی نیز که بصورت پروژه‌های انتقال تکنولوژی تعریف شده‌اند بدون انجام پژوهش‌های لازم نتیجه مطلوب را به بار نیاورده‌اند عدم تعریف طرح‌هایی که به بازاریابی و پیش‌بینی بازار و تکنولوژی مربوط هستند ادامه حیات بعضی تکنولوژی‌ها و طرح‌ها را نیز به خطر انداخته است. اگر بتوان طرح‌ها را بصورتی تعریف کرد که تمام حلقه‌های زنجیرهٔ مردهی فناوری را در برداشته باشند، می‌توان امید وار بود با پیگیری درصد

موفقیت طرح‌های نانو تکنولوژی نسبت به سایر حوزه‌ها افزایش چشمگیری داشته باشد. نمودار زیر توزیع پاسخهای متخصصین را در مورد ماهیت طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی نشان می‌دهد. [۸]

الف) در هر طرح، باید همه حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری، از مراحل آموزشی و پژوهشی تا مراحل صنعتی و بازاریابی پیش‌بینی شود.
 ب) طرح‌های پژوهشی باید از طرح‌های صنعتی تفکیک شوند. طرح‌های پژوهشی اهداف پژوهشی را دنبال کنند و طرح‌های صنعتی به دنبال صنعتی کردن نتایج پژوهش‌ها باشند.
 ج) علاوه بر طرح‌های پژوهشی و صنعتی، باید طرح‌هایی برای مراحل میانی (از جمله نیمه‌صنعتی، پایلوت پلنت و غیره) تعریف شود تا نتایج طرح‌های پژوهشی را به مرحله صنعتی انتقال دهد.
 د) مورد پیشنهادی دیگر

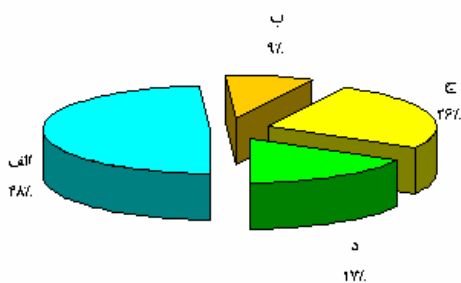
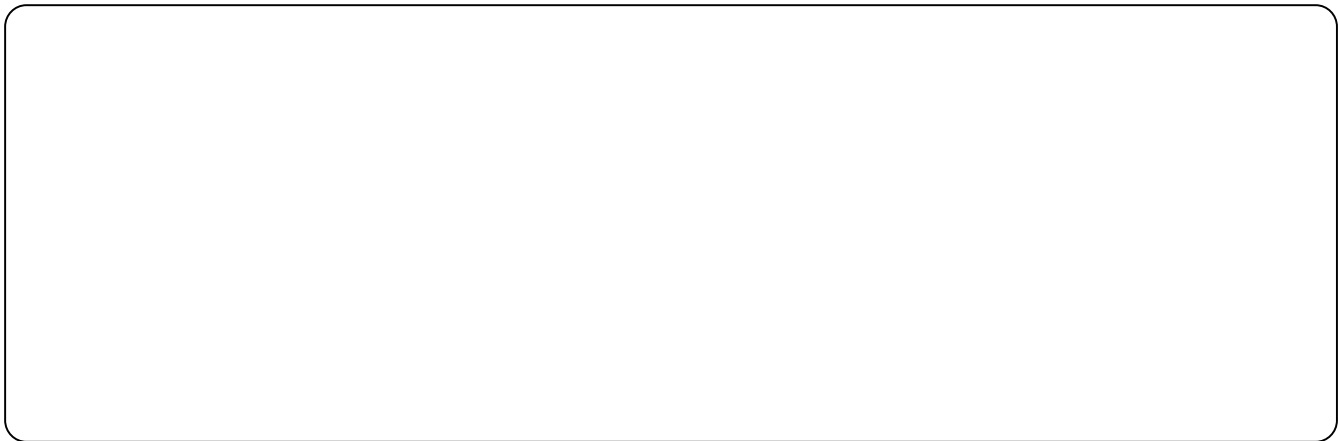


در مقابل گزینه الف که اکثریت نظرات با آن موافق بوده است، یک چالش مهم آن این است که در فضای کنونی، تعداد محدودی از کاربردهای نانو تکنولوژی تجاری شده است و این تعداد در مقابل تعداد ایده‌هایی که هنوز در مرحله پژوهش هستند کاربردی نشده‌اند و یا اصلاً دورنمای کاربردی خاصی برای آنها متصور نیست، بسیار کمتر هستند؛ آیا این خصوصیت نانو تکنولوژی موجب نمی‌شود که در بسیاری از زمینه‌ها، که اساساً تمام حلقه‌های ثمردهی فناوری در آنها تکمیل نشده است، نتوان برای تمام این حلقه‌ها از همین ابتدا برنامه‌ریزی کرد.

در این زمینه پاسخی که می‌توان داد این است که اولاً برای بسیاری از طرح‌هایی که هنوز در مرحله پژوهش هستند، دورنمای کاربردی و تجاری تقریبی وجود دارد و ثانیاً برای آنکه ما به مراحل بعدی صنعتی و تجاری شدن طرح‌ها توجه کنیم و از قبل برای آنها برنامه‌ریزی کنیم و زیرساخت‌های آن را فراهم کنیم، نیازی نیست که به طور دقیق کاربرد هر طرح پژوهشی را بدانیم؛ چرا که اکثر زیرساخت‌های صنعتی شدن و تجاری شدن طرح‌ها، بین کاربردهای مختلف مشترک خواهد بود.

نحوه مدیریت طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی

مدیریت طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی اهمیت زیادی دارد زیرا اعمال مدیریت صحیح است که رسیدن طرح به نتیجه را تضمین می‌نماید البته اختیارات و محدوده عمل مدیر نیز تاثیر زیادی بر این روند خواهد داشت.
 طرح‌های توسعه نانو تکنولوژی که دارای ماهیتهای مختلفی مثل پژوهشی، صنعتی، برنامه‌ریزی، بازاریابی و غیره هستند لزوم اعمال یک مدیریت صحیح بر طرح‌ها را که چنانچه در قسمت قبل دیدیم تمام این حلقه‌ها را در خود جای داده‌اند ضروری بنظر می‌رسد. شاید اعمال مدیریت تحت نظر یک مدیر توانمند که تمام این حلقه‌ها را پوشش دهد و پیگیری نماید تا تمام حلقه‌ها به نتیجه مطلوب برسند و اتصال حلقه‌ها را برقرار نموده و روند کار را تسریع نماید یک گزینه قابل تامل باشد.
 در مقابل یکسان نبودن ماهیت حلقه‌ها این موضوع را تقویت می‌کند که یک نفر نمی‌تواند تمام آنها را مدیریت کند و با توجه به ماهیت طرح‌ها باید مدیر خاص خود را در آن به کار گرفت. توزیع نظرات متخصصین در این زمینه به صورت زیر است [۸]



- الف) طرح‌ها باید از مرحله پژوهش تا تولید صنعتی و بازاریابی تحت نظر یک مدیر توانمند مدیریت گردند.
- ب) هر سازمان با توجه به توانمندی‌های خود، مدیریت بخشی از زنجیره آزمایشگاه تا بازار را عهده‌دار شود.
- ج) مدیریت بخش آموزش و پژوهش توسط دانشگاه‌ها و مدیریت صنعتی کردن و بازاریابی به عهده سایر سازمان‌های دولتی باشد.
- د) روش پیشنهادی دیگر

روشن است که گزینه الف، بیشتر از سایر گزینه‌ها مورد توجه پاسخ دهندگان است. اما بعضی از نکاتی که در این زمینه باید مدنظر قرار داد، به شرح زیر است:

- ۱) مدیریت موردنظر باید دارای حداقل تخصص و تجربه در این زمینه باشد تا سایر متخصصین به او اعتماد کنند و همکاری نمایند.
- ۲) از آزادی عمل و اختیارات بالایی برخوردار باشد.
- ۳) مهم‌ترین نقش مدیریت باید تسریع‌کنندگی و حل مشکلات باشد تا دخالت در تمام امور.
- ۴) از سعه‌صدر برخوردار بوده و از مشارکت و مشاوره متخصصین داخلی و بین‌المللی استقبال نماید.

نتیجه‌گیری:

تکنولوژی‌های نو چنانچه در متن نیز اشاره شد دارای ویژگی‌های خاص مثل دانش‌محوری بودن، بین‌رشته‌ای، ریسک‌پذیر و سرعت رشد بالا هستند. این ویژگی‌ها طبیعتاً آنها را از تکنولوژی‌های قبلی متفاوت خواهد کرد و سیستم‌ها و مکانیزم‌های خاصی را برای رشد و توسعه خود می‌طلبند که از جمله آنها قوانین و مقررات مالکیت فکری، سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر، مراکز تجاری‌سازی و انکوباتورها، متولی فرابخشی و اولویت‌بندی است که در این زمینه در کشور باید تحولات زیادی در سیستم‌های اداری و مدیریتی کشور به نفع تکنولوژی‌های جدید صورت گیرد.

نانوتکنولوژی به عنوان مهم‌ترین فناوری جدید که مورد توجه کشور نیز قرار گرفته است، مانند سایر تکنولوژی‌های جدید نمی‌تواند در بستر فعلی رشد نماید در این زمینه باید موارد زیر را که از نظرات بیش از ۵۰ تن از متخصصین این رشته استخراج شده است مورد توجه قرار داد.

۱. با توجه به گستردگی نانو تکنولوژی و منابع محدود کننده باید در این زمینه اولویت بندی کرد و با مدد روش های علمی به اولویت های صحیحی را برای کشور تعیین نمود در این زمینه فعالیت هایی که سریع تجاری می شوند یا صنایع موجود را رقابتی می کنند از اولویت برخوردارند.
 ۲. هدف کشور از توجه به نانو تکنولوژی باید تولید ثروت شود.
 ۳. برای به نتیجه رسیدن طرح های توسعه نانو تکنولوژی باید از همان ابتدا تمام حلقه های زنجیره ثمردهی فناوری را مورد توجه قرار داد و زیرساخت های لازم برای آنها را ایجاد نمود تا طرح ها به نتیجه مورد نظر که همان خلق ثروت است برسند.
 ۴. مدیریت طرح های توسعه نانو تکنولوژی به دلیل بین رشته ای بودن و لزوم هماهنگی زیاد باید متمرکز بوده باشد البته مدیریت فقط نقش تسریع کنندگی دارد و از مشاوره و مشارکت دیگران استفاده می نماید.
- امید است که با رعایت نکات بالا و توجه هر چه بیشتر مسئولین به توسعه زیرساخت های لازم برای رشد تکنولوژی های جدید شاهد کشوری پیشرفته در زمینه تکنولوژی های نو باشیم.

ماخذ:

- [۱] - لستر تارو، رویاروی بزرگ، ترجمه مهندس عزیز کیانوز، چاپ سوم نشر دیدار پاییز ۱۳۷۵، ص ۴۵.
- [۲] - محمد علی ملبوبی، بیوتکنولوژی در ایران، ص ۳۶.
- [۳] - سایت شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، www.itan.ir.
- [۴] - فلیپ آنتون و همکاران، انقلاب جهانی تکنولوژی، کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، برگردان وحید وحیدی مطلق و عقیل ملکی فر، اسفند ۱۳۸۰.
- [۵] - سید سپهر قاضی نوری، سیاست گذاری و برنامه ریزی علم و فناوری، مطالعه مورد نانو تکنولوژی در ایران، شهریور ۱۳۸۱.
- [۶] - نانو تکنولوژی، آئینه تکنولوژی آفرینش، کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی و انجمن علمی دانشجویی نانو تکنولوژی دانشکده فنی دانشگاه تهران، زمستان ۱۳۸۰.
- [۷] - سایت کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی، پیام دکتر عارف به همایش نانو تکنولوژی، انقلاب صنعتی آینده، www.irannano.org.
- [۸] - حسین صالحی و همکاران، نظرخواهی پیرامون توسعه نانو تکنولوژی، پاییز ۱۳۸۲.