

# به سوی جامعه‌ی پسا صنعتی موج چهارم توسعه

فریبا مصطفوی  
کارشناس ارشد طراحی صنعتی

## چکیده

در قرن حاضر فناوری‌های نوین نقش حیاتی و تعیین‌کننده‌ای را در پیشرفت‌های علمی، صنعتی، اقتصادی و اجتماعی کلیه‌ی کشورها ایفا می‌کنند. به همان اندازه که از اهمیت و سهم حوزه‌های سنتی از قبیل فناوری مرتبط با تولیدات و صادرات مواد خام و محصولات سنگین به تدریج در اقتصاد کشورها کاسته می‌شود، به اهمیت و سهم فناوری‌های نوین و محصولات فوق حساس و کوچک تولیدشده توسط این فناوری‌های نوین افزوده می‌شود. این موضوع به‌ویژه در مورد اقتصاد کشورهای در حال گذار، نظیر ایران، صادق خواهد بود. بررسی‌ها به روشنی نشان می‌دهد که در کشورهای درجه‌ی دوم صنعتی در اروپا (مانند کشورهای سابق بلوک شرق، جنوب اروپا و استرالیا) و در آسیا (چین، تایوان، کره‌ی جنوبی، اندونزی، ویتنام، هندوستان و مالزی) ایجاد و گسترش فناوری‌های نوین، در رده‌ی اولویت‌های بسیار بالای ملی قرار گرفته است. عدم فعالیت کشورهای منطقه‌ی خاورمیانه در حوزه‌ی این فناوری‌ها از یکسو و اهمیت راهبردی ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین و با سابقه‌ترین کشور در منطقه از سوی دیگر، ما را ملزم به ارتباط با فناوری‌های نوین و ایجاد و گسترش سازمان‌یافته‌ی این فناوری‌ها می‌کند. پایه‌ریزی فناوری‌های نوین در کشور، می‌تواند موجب گشایش افق‌هایی نو برای گسترش علوم و فناوری و در نتیجه بازسازی اقتصاد کشور بر پایه‌هایی دانش‌محور باشد. هدف از این نوشتار بررسی وضعیت فناوری‌های نوین در سطح جهان و معرفی پارامترهای تعیین‌کننده‌ی موج چهارم توسعه و ترسیم خطوط کلی شرایط عینی است. در قرن حاضر کلیه‌ی حوزه‌های فعالیت‌های اجتماعی از جمله هنر و به‌خصوص طراحی صنعتی با اتکا به فناوری‌ها انجام پذیر است.

## کلیدواژه‌ها:

نانو فناوری، جامعه‌ی دانش‌محور، فناوری‌های نوین، جامعه‌ی پسا صنعتی، فناوری‌های هم‌گرا، موج چهارم توسعه.

- گسستگی تولیدکنندگان مستقیم از مصرف‌کنندگان مستقیم.

- حضور تعیین‌کننده‌ی مکانیسم بازار و روابط پولی به‌عنوان زمینه‌ی تعامل و اتصال تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان.

- پیدایش علوم فیزیکی کلاسیک؛ کاربرد قدرتمند علم و فناوری وابسته به علوم نیوتونی در تولید صنعتی (از جمله در تولیدات کشاورزی).

- پیدایش انقلاب اول علمی-صنعتی در اروپا و پایه‌ریزی صنایع بزرگ و تولید ماشینی.

### ۱-۳- ویژگی‌های اساسی موج سوم توسعه

- پیدایش انقلاب دوم علمی-صنعتی متکی بر فیزیک نوین (مکانیک کوانتومی و نظریه‌ی نسبیت).

- پیدایش فناوری‌های ریز متکی بر فیزیک نوین؛ اختراع ترانزیستور و شکل‌گیری حوزه‌ی گسترده‌ی میکروالکترونیک حالت جامد. اختراع و شروع به کار گسترده‌ی رایانه‌ها.

- کشف قانون مور؛ دوبرابرشدن توان پردازش رایانه‌ها در هر ۱۸ ماه.

- گذار گام‌به‌گام به جهانی شدن تولید و تقسیم کار صنعتی.

- شکاف هسته‌ی اتم و آزادسازی سازمان‌یافته‌ی انرژی هسته‌ای.

- استفاده از تابش‌های یونیزان در تشخیص و درمان پزشکی.

- کشف ساختار ملکول DNA.

- ایجاد تکنولوژی هوا-فضا.

- گذار از نظام متکی بر تولید کالای تمام ساخته‌شده در کشورهای متروپل و صدور آن‌ها به کشورهای جهان سوم. نظام صدور سرمایه‌های صنعتی و کشاورزی از طرف کشورهای متروپل به کشورهای جهان سوم و ایجاد صنایع وابسته.

- جابه‌جایی بنگاه‌های تولیدی کلان از کشورهای جهان صنعتی به کشورهای در حال گذار جهان سوم.

- پیدایش فناوری اطلاعات، متکی بر علوم و فناوری میکروالکترونیک و ظهور جامعه‌ی اطلاعاتی.

- پیدایش انقلاب اینترنتی و امکان دستیابی گسترده، ارزان

در گذار از دوران صنعتی، هر متخصصی وظیفه دارد تا با شناخت کامل از علوم مربوطه، خود را برای ورود به یک دوره‌ی کاملاً جدید آماده سازد. در این میان طراحان صنعتی نیز از این وظیفه مبرا نیستند. زیرا انطباق خلاقیت با نیاز انسان‌ها، مبتنی بر دانش و اطلاعات است. آشنایی یک طراح با علوم جاری، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این موارد، آشنایی با امواج توسعه می‌باشد و اینکه با ورود به موج چهارم توسعه، بشر با چه فناوری‌هایی روبه‌رو خواهد شد...

### ۱- مراحل اساسی امواج توسعه و موقعیت فناوری‌های نوین

در روند بسیار پیچیده و غیرخطی پیشرفت اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جوامع قدمت‌دار بشری، سه موج توسعه قابل تفکیک و تشخیص است (تافلر، ۱۳۸۷). کشورهای گوناگون، هرکدام فراخور مقتضیات تاریخی خود دو مسیر را طی می‌کنند. یا تمامی این امواج سه‌گانه را به‌طور کامل طی می‌کنند و آماده ورود به موج چهارم توسعه می‌شوند. یا همانند کشور خودمان در حال گذار هستند. تمام نظام‌های در حال گذار عناصری از این سه موج توسعه را در آن واحد با خود حمل می‌کنند. نقش فناوری‌های نوین در دوران ما که دوران پساصنعتی نام‌گذاری شده است، به‌ویژه برای کشورهای در حال گذار، حیاتی است. جهت روشن‌شدن موضوع، به‌جا خواهد بود که ویژگی‌های عمده‌ی چهار موج توسعه را به اختصار بیان کنیم.

#### ۱-۱- ویژگی‌های اساسی موج اول توسعه

- سلطه‌ی تعیین‌کننده تولید ابتدایی کشاورزی در اقتصاد؛ تولید برای مصرف با حضور بسیار ضعیف مبادله و تولید برای فروش.

- نقش بسیار ضعیف علوم و فناوری در حیات اجتماعی-اقتصادی جامعه.

- حضور بسیار کم‌رنگ و بسیار ضعیف مکانیسم بازار و روابط پولی در حوزه‌ی اقتصاد.

#### ۱-۲- ویژگی‌های اساسی موج دوم توسعه

- رشد روزافزون، و نهایتاً غالب، تولید صنعتی در اقتصاد، به‌طور مثال تولید صنعتی در اقتصاد کشاورزی.

و سریع به اطلاعات.

- کاربرد گسترده‌ی علوم پایه در علوم تخصصی و در واقع تعامل میان رشته‌های مختلف از جمله ویژگی‌های موج سوم می‌باشد.

جهان تا حداقل پنجاه سال آینده هدایت خواهند کرد. چشم‌انداز ماورای این پنجاه سال و تا پایان قرن حاضر، هم‌پوشانی و وحدت درونی این چهار فناوری در ساختاری ارگانیک و واحد می‌باشد. این امر منجر به پیدایش فناوری هم‌گرا خواهد شد. از جمله پیامدهای فناوری هم‌گرا تولید دستگاه‌ها، ادوات و مواد ویژه‌ای است که خصوصیات و عملکردهای بسیار پیشرفته‌ی دستگاه‌های زیستی هوشمند را با خود به همراه دارند. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- هوشمندی.
  - ۲- توانمندی تشخیص مفید و مضر.
  - ۳- شناسایی و تصحیح خطاهای درون دستگاه.
  - ۴- خودترمیمی نقص‌ها.
  - ۵- دمسازی عملکرد با محیط ناآشنا.
  - ۶- خودساماندهی تا حد ایجاد دستگاه‌های پیچیده.
  - ۷- بازتولید بدون نقض.
  - ۸- توانمندی در دمسازی شکل و عملکرد با تغییرات در محیط زیست.
  - ۹- توانمندی در ایجاد ارتباطات گسترده.
- در مرکز این چهار فناوری نوین، فناوری نانو قرار دارد. رشد و گسترش هر کدام از این فناوری‌ها منوط به رشد و گسترش علوم و فناوری نانو است. زیرا مقیاس نانو بنیادی‌ترین و کوچک‌ترین سطح سازماندهی و تشکیل ماده‌ی فیزیکی، ماده‌ی زیستی و ماده‌ی هوشمند است. در این مقیاس است که هم‌پوشی اتم‌ها منجر به تولید ملکول‌ها و نانوساختارها می‌شود. متعاقباً هم‌پوشی ملکول‌ها منجر به تولید سلول‌ها شده و نهایتاً از هم‌پوشی سلول‌ها، بافت‌های زیستی در اشکال بسیار پیچیده خود (مانند مغز) شکل می‌گیرند. نانو فناوری یکی از زیرمجموعه‌های سه انقلاب مهم در جهان علمی قرن ۲۱ است. نانو فناوری در معنای لغوی به فناوری مرتبط با ساختارهای نانومتری، یعنی ساختارهای مقیاس ۹-۱۰ متر اطلاق می‌شود. در این فناوری می‌توان با اعمال کنترل کامل بر ساختار ماده‌ی فیزیکی در سطوح اتمی و مولکولی به مواد جدید دست یافت. سنگ بنای نانوفناوری را نانوساختارها تشکیل می‌دهند. یک نانوساختار (فیزیکی، شیمیایی، زیستی و غیره) از تعداد قابل

#### ۱-۴- ویژگی‌های اساسی موج چهارم توسعه

قرن معاصر به نام قرن موج چهارم توسعه شناخته شده است. ویژگی این قرن گذار جوامع از دوران صنعتی مدرن به دوران پسا صنعتی فوق مدرن است. درجه‌ی پیشرفت جوامع در دوران پسا صنعتی مدرن با درجه‌ی حضور و گستردگی فناوری‌های نوین در این جوامع ارتباط مستقیم دارد.

۲- چهار مؤلفه‌ی تشکیل دهنده‌ی فناوری‌های نوین (الف) فناوری اطلاعات و حوزه‌های جدید مرتبط با آن، یعنی علوم و فناوری محاسباتی متشکل از شاخه‌های شبیه‌سازی وابسته به رایانه و مدل‌سازی عددی است که کاربردهای بسیار گسترده‌ای در کلیه‌ی حوزه‌های علوم پایه، مهندسی، پزشکی، علوم اجتماعی و اقتصادی دارد.

(ب) زیست‌فناوری، که متکی بر علوم زیست‌شناسی ملکولی و ژنتیک ملکولی می‌باشد.

(پ) نورو فناوری، که متکی بر حوزه‌ی علوم عصب‌شناختی است. هدف نورو فناوری استفاده از فناوری ناظر بر عملکرد مغز در روند پیچیده‌ی کسب شناخت، تولید فکر و رسیدن به معرفت است. در واقع نورو فناوری به طراحی و ساخت دستگاه‌های هوشمند مصنوعی و ارتقای کیفیت فعالیت‌های شناختی مغز کمک می‌کند.

(د) نانوفناوری، متکی بر کلیه‌ی علوم فیزیکی و زیستی در مقیاس‌های نانو می‌باشد. هدف نانو فناوری دست‌ورزی هوشمند در بافت و خواص مواد است. همچنین ساخت دستگاه‌های فیزیکی، زیستی و هوشمند در سطوح اتمی و ملکولی و ساخت اتم به اتم و ملکول به ملکول هر نوع ساختار از دیگر اهداف این فناوری است. علاوه‌براین، فناوری نانو دستگاه و مواد از مقیاس اتمی به بالا را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد.

چهار فناوری فوق، روند اکتشاف علوم و فناوری را در سطح

شمارشی از اتم‌ها و یا مولکول تشکیل شده است. در این نوع ساختارها، خواص فیزیکی به‌طور ریشه‌ای با خواص فیزیکی در ساختارهای بزرگ‌تر متفاوت است. به‌عنوان مثال، استحکام آلومینیم با ریزدانه‌های نانومتری هفت‌برابر استحکام آلومینوم در مقیاس‌های معمولی است. یکی از زیرگروه‌های نانوفناوری، نانوفناوری خشک است که برای ایجاد مواد جدید به کار می‌رود. نانوفناوری یکی از زمینه‌هایی است که در کشور ایران می‌توان بدان پرداخت.

امروزه سعی می‌شود که با پژوهش‌های بنیادی، انسان‌ها را در مورد آینده قریب‌الوقوعی مطلع ساخت که در آن دستگاه‌های نانومتری (مانند نانوروبات‌ها) قادر خواهند بود که ژن‌های معیوب را در بدنمان ترمیم کنند یا روبات‌هایی که قادرند هوش مصنوعی به مغزمان بیفزایند و نویدهایی دیگر. گرچه این افکار عامه‌پسند هستند، اما مبتنی بر برخی از پیش‌بینی‌های جدی از آینده می‌باشند. بسیاری از این روایت‌ها از آینده‌ای تحت تأثیر فناوری نانو حکایت می‌کنند. از جمله کاربردهای نانو می‌توان به این موارد اشاره نمود: شیشه‌های آفتابی، ساینده‌ها، رنگ‌ها، لایه‌های محافظتی عینک‌ها، کاشی‌ها، شیشه‌ی اتومبیل، در و پنجره، پوشش‌های «ضد نوشته» برای دیوارها، قاب لوازم الکتریکی مانند کامپیوتر و حتی کامپوزیت‌های متشکل از نانوذرات به‌جای تفلون در ظروف. با کمک این فناوری حتی صنعت نساجی نیز تکان خواهد خورد. زیرا با این فناوری می‌توان پارچه‌های هوشمندی تولید نمود که ویژگی خود را با توجه به شرایط محیط تغییر دهند. می‌توان گفت فناوری نانو در تمامی فرایندها رسوخ خواهد کرد، از جمله فرایندهای زیستی، فرایندهای دارویی، کشاورزی، مهندسی مواد و غیره را می‌توان نام برد.

شاید گفته شود که هیچ یک از این محصولات به‌اندازه اختراع کامپیوتر یا برق انقلابی نیستند. این در حالی است که سازندگان اولیه‌ی کامپیوتر هرگز در اندیشه‌ی ایجاد اینترنت نبوده‌اند و یا توسعه‌دهندگان برق، اصلاً تلویزیون و کامپیوتر را نمی‌شناختند. پس می‌توان به وسعت تأثیر فناوری نانو امیدوار بود. ما در حال ورود به قلمروی جدید و ساخت ابزارهایی برای کار در این قلمرو هستیم. حتی اگر از خود فناوری نانو استفاده نکنیم،

مجبوریم ارتباطی بین انسان و این فناوری برقرار کنیم. زیرا تأثیرات کلی فناوری نانو بر چشم‌اندازهای تجاری و صنعتی مشهود خواهد بود. همچنین ملاحظات اخلاقی و اقتصادی از جمله مواردی است که آیندگان در رویارویی با نانوتکنولوژی باید به آن توجه کنند.

بررسی ما از فعالیت‌های مراکز پژوهشی در کشورهای مطرح در حوزه‌های گوناگون نانو فناوری نشان می‌دهد که سرفصل‌های زیر مهم‌ترین موضوعات تحقیق و توسعه را در این کشورها و اخیراً در ایران، تشکیل می‌دهند:

- طراحی کامپوزیت‌ها، پلیمرها و آلیاژهای پیشرفته جدید با استفاده از تزریق نانو ساختارها به مواد موجود.

- استفاده از نانوساختارهای کربنی، به‌ویژه نانولوله‌های کربنی (رفیعی تبار، ۲۰۰۸) به‌مثابه‌ی ساختار چهارم کربن چگال‌شده با خواص بی‌مانند خود، در صنایع الکترونیک و صنایع تصویری و ساخت نسل بعدی ترانزیستورها.

- استفاده از مواد نانو متخلخل در ساخت فیلترها و جداسازهای فوق حساس جهت استفاده در درمان آب و زدودن آلاینده‌های شیمیایی و بیولوژیک از محیط زیست.

- طراحی و ساخت روان‌سازهای صنعتی با کنترل ساختار ملکولی آن‌ها.

- مهندسی نانوذرات و نانوپوسته‌های قاعده‌مندشده که توان تصویربرداری و نابودی سلول‌های سرطانی را بسیار ارتقا داده‌اند، به‌طوری که بتوان سلول‌های سرطانی را به‌طور انتخابی علامت‌گذاری کرد و از بین برد و از اثرگذاری جانبی (که در رویکرد شیمی‌درمانی ایجاد می‌شود) اجتناب کرد.

- طراحی و مهندسی نانو حسگرهای زیستی زره‌گونه، تک‌بعدی و دوبعدی جهت پایش تغییرات ژنتیکی و پیشرفت عارضه‌ی سرطان.

- مهندسی نانوموتورهای ملکولی (نانوروبات‌ها) با اتکا به دانش به‌دست‌آمده از ساختار و عملکرد نانوموتورهای زیستی درون سلولی به‌منظور استفاده از آن‌ها در جراحی‌های فوق ریز.

- ساخت دستگاه‌های فوق حساس جهت تقویت حس شنوایی و بینایی.

- ساخت دستگاه‌های آزمایش بر روی تراشه که می‌تواند محیط‌های زیستی را با دقت تک‌ملکولی تجزیه کند و با شناسایی سریع بیماری‌ها، آفات و میکروارگانیسم‌ها خدمات بی‌نظیری ارائه دهد.

- استفاده از توالی‌های DNA برای انباشت اطلاعات و استفاده از این روش در فناوری اطلاعات و انجام محاسبه‌گری با توان بالا.

- طراحی قطعات الکترونیکی با استفاده از ملکول‌های ارگانیک و زیستی، نظیر سیم‌های ملکولی.

- استفاده از نانولوله‌های کربنی در ترمیم شبکه‌های عصبی آسیب‌دیده در مغز، به‌عنوان مثال ترمیم اکسون‌ها در بافت مغز که ناشی از بروز سکته‌ی مغزی هستند.

- استفاده از رویکردهای نانو فناوری در مصالح ساختمانی و بازسازی و مرمت آثار باستانی و عتیقه در معرض خطر.

و بسیاری از حوزه‌های دیگر که مربوط به فناوری‌های نوین می‌باشند.

## نتیجه‌گیری

برای ایران دستیابی به فناوری‌های نوین، چه از مجرای تحقیق و توسعه‌ی بومی، چه از مجرای انتقال قسمی این فناوری‌ها از خارج از مرزها و بومی‌سازی آن‌ها، و چه از مجرای ترکیبی از این دو، امری حیاتی است. آینده اقتصاد کشور بدون شک بستگی به حضور گسترده‌ی فناوری‌های نوین در عرصه‌ی اجتماعی-اقتصادی دارد. افزون بر این، با پایه‌ریزی و گسترش این فناوری‌های پیشرفته امکان جذب استعداد‌های بومی به درون اقتصاد به وجود می‌آید. همچنین با پایه‌ریزی این فناوری‌ها مکانیسم‌هایی برای جلوگیری از مهاجرت مغزها به کشورهای پیشرفته طراحی می‌شود. نگاهی به ارقام نشان می‌دهد (The National nanotechnology Initiative, 2008) که کشورهای صنعتی پیشرفته در عرض چند سال آینده احتیاج مبرمی به نیروی‌های متخصص در زمینه‌ی فناوری‌های نوین خواهند داشت. نظر به اینکه توزیع سنی جمعیت این کشورها قادر به تأمین نیروها نخواهد بود، این کشورها به مهاجرت مغزها از کشورهای در حال گذار

چشم بسته‌اند.

کشورهایی که از نظر علمی و فنی هنوز در مراحل اولیه‌ی رشد هستند، موج‌های توسعه‌ی قبلی را کاملاً پشت سر گذاشته‌اند و هنوز عناصری از موج‌های جوامع ماقبل صنعتی را به همراه دارند و آن را هم‌زمان با امواج جوامع صنعتی سنتی و صنعتی مدرن با خود حمل می‌کنند. در این کشورها تحقق کاربردهای یک فناوری جدید برای حل مسائل اجتماعی و صنعتی فقط مربوط به حضور آن فناوری در آن جامعه یا حتی وابسته ظرفیت علمی-فنی آن کشور نیست. بلکه چالش بزرگ‌تر برای این کشورها پایه‌ریزی زیرساخت‌های لازم، یعنی ظرفیت‌های فیزیکی، انسانی، نهادی، شامل نهادهای سیاست‌گذاری مؤثر و شفاف جهت بهره‌برداری از دستاوردهای آنان است. در کشورهای در حال گذار، موضوع توسعه با موضوعات بهبود اوضاع اقتصادی، اجتماعی، بهداشت و سلامت، محیط زیست، امنیت و ثبات اجتماعی عجین می‌شود. این‌ها پارامترهای لازم جهت نهادینه‌شدن و استفاده از فناوری، به‌ویژه فناوری‌های نوین، در حیات جامعه می‌باشند و بدون حضور آن‌ها موضوع فناوری‌های نوین صرفاً تبدیل به یک فعالیت آکادمیک در دانشگاه‌ها خواهد شد. بررسی وضعیت کشورهای موفق در حوزه‌ی فناوری‌های نوین نشان می‌دهد که کشورهای موفق که عملکردشان در این شاخص‌های توسعه بهتر بوده است، توانسته‌اند بزرگ‌ترین ظرفیت‌های نهادی، انسانی و فیزیکی را برای پیاده‌سازی فناوری‌های نوین فراهم آورند. کشورهای در حال گذار اگر بخواهند از کاربردهای فناوری نوین سود جویند باید کارایی خود را در این حوزه‌ها بهبود بخشند. تا آنجا که به کشور ما مربوط می‌شود، جهت فراهم‌آوردن زیرساخت‌های لازم به منظور تحقق واقعی و عینی فناوری‌های نوین در ایران و تضمین پرچم‌داری ما در این حوزه‌ها در منطقه خاورمیانه و حضور فعال ما در بازار بسیار گسترده‌ی این فناوری‌ها در مقیاس جهانی، علاوه‌بر توجه به پارامترهای ذکرشده در بالا، پیشنهادات زیر نیز می‌تواند مفید واقع شود:

- ایجاد سازمان مستقل فناوری‌های نوین با هدف کانالیزه‌کردن با برنامه‌ی فعالیت‌ها.

- ایجاد دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های مستقل فناوری‌های

نوین با هدف تربیت کادرهای متخصص.

- ایجاد شهرک‌های صنعتی- تخصصی فناوری‌های نوین به منظور تمرکز فعالیت‌های مرتبط با تولید ثروت (نظیر دره‌ی سیلیکون در امریکا).

- ایجاد پژوهشگاه بین‌المللی تحقیق و توسعه فناوری‌های نوین جهت متمرکز کردن فعالیت‌های دانشمندان منطقه‌ای در حوزه‌ی فناوری‌های نوین. فناوری نانو موجب جذب بودجه‌های تحقیقاتی از کشورهای ثروتمند حاشیه‌ی خلیج فارس و تأمین رهبری کشور در این حوزه‌ها در این منطقه از جهان می‌شود. ایجاد چنین مرکزی، نظیر سازمان همکاری‌های منطقه‌ی خلیج فارس، در حوزه‌ی فناوری‌های نوین امکان رهبری ایران را به‌طور جدی فراهم می‌آورد. زیرا هیچ‌کدام از کشورهای منطقه‌ی خاورمیانه (شامل مصر و ترکیه) از پیشینه و امکانات علمی- صنعتی کشور ما در ارتباط با این فناوری‌ها تاکنون برخوردار نبوده‌اند. کشور ما در طی دو انقلاب علمی- صنعتی که منجر به پیدایش علوم و فناوری‌های مقیاس‌های ماکرو و میکرو شد هیچ‌گونه شرکت و دخالتی نداشته است و در بهترین حالت

مصرف‌کننده فرآورده‌های علمی و صنعتی دیگران بوده است. با جهانی‌شدن روند تولید، مبادله و توزیع کالا، اهمیت کشورها به‌طور روزافزونی توسط سهم آن‌ها در بازار فناوری‌های نوین تعیین می‌گردد. در این بازار جهانی، نانو فناوری پرچم‌دار نوآوری بوده و تا ۱۵ سال آینده از یک بازار ۱۰۰۰ میلیارد دلاری (Nanomedicine, ۲۰۰۸) برخوردار خواهد بود. ورود کشور ما به این حوزه علاوه بر همراه ساختن علوم و فناوری ما با کاروان جهانی موج چهارم توسعه، امکان واقعی گذار اقتصاد کلان ملی‌مان از تولید تک محصولی به اقتصاد دانش‌محور را فراهم آورده و شرایط گذار کشور به جرگه‌ی کشورهای جهان دوم را مهیا خواهد ساخت.

در پایان لازم می‌دانم از جناب آقای دکتر هاشم رفیعی تبار رئیس پژوهشکده‌ی نانو در پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) به خاطر مشورت‌های علمی مربوط به فناوری نانو، کمال تشکر را داشته باشم.

پی‌نوشت:

- Computational Physics of Carbon Nanotubes، هاشم، ۲۰۰۸ - فیزیک محاسباتی نانولوله‌های کربنی (+) Cambridge University Press. انتشارات  
- The National nanotechnology Initiative. Second Assessment and commendations of the National Nanotechnology Advisory Panel, April 2008  
که از طرف ستاد ویژه‌ی توسعه‌ی فناوری نانو تحت عنوان نومی‌ن (ارزیابی برنامه‌ی پیشگامی ملی فناوری نانو در امریکا به فارسی برگردانده شده است)  
- Nanomedicine 2005-2011. A Visiongain, Report, 2008

13 . neuro-science  
14 . cognition  
15 . nanotechnology  
16 . manipulation  
17 . nexus  
18 . Convergent technology  
19 . Lab-on-Chip

1 . transitional  
2 . post-industrial  
۳ . ماکروسکوپی  
۴ . میکروسکوپی  
5 . Moore  
6 . globalization  
7 . ionizing radiation  
8 . information-based society  
9 . information technology  
10 . computational science and technology  
11 . biotechnology  
12 . neurotechnology

منابع:

- الوین تافلر (Alvin E. Toffler)، ۱۳۸۷، موج سوم، چاپ سیزدهم، مترجم: شهین‌دخت خوارزمی، تهران: انتشارات علم.