



## مروری بر بازار محصولات فناوری نانو

نویسنده: مؤسسه ساینتیفیکا

مترجم: ابراهیم عنایتی، کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبایی

### چکیده

در سال ۲۰۰۰ بنیاد ملی علوم آمریکا پیش‌بینی کرد که بازار محصولات مبتنی بر فناوری نانو تا سال ۲۰۱۵ به هزار میلیارد دلار برسد و در این مسیر صنایع مختلف بیش از ۲۰۰ میلیون نیروی کار را به خدمت بگیرند. بعدها این آمار و ارقام را سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشورهای مختلف برای توجیه سرمایه‌گذاری در این بخش، استفاده کردند. در حال حاضر که تقریباً در نیمه راه این پیش‌بینی ۱۵ ساله هستیم، بسیاری از فناوری‌های دگرگون‌ساز و انقلابی پیش‌بینی شده، توسعه یافته‌اند. در واقع بعد از هفت سال از آغاز پیشگامی ملی فناوری نانو در ایالات متحده آمریکا، صنعت فناوری نانو شکوفا شده و کشورهای مختلف در تحقیق و توسعه این فناوری، سرمایه‌گذاری‌های کلانی انجام داده‌اند.

از آنجا که یک فناوری توانمندساز را نمی‌توان بدون توجه به فناوری‌ها و صنایع دیگر مد نظر قرار داد، تحقیقات نشان می‌دهد که حجم بازار هزار میلیارددلاری برای محصولات مبتنی بر فناوری نانو به واقعیت بسیار نزدیک است، شاید درک صحیح حجم بازار این فناوری به تعریف دقیق آن، بستگی دارد.

تجزیه و تحلیل دقیق میزان سرمایه‌گذاری بخش دولتی و خصوصی در حوزه نانو مواد، نشان‌دهنده این است که این حوزه از نظر چرخه حیات فناوری در حال بلوغ بوده و کاربردهای متنوع آن، باعث ایجاد ارزش افزوده در بازارهای مختلف گردیده است.

پیش‌بینی می‌شود حجم بازار محصولات مختلف مبتنی بر فناوری نانو به جز نیمه‌هادی‌ها، در سال ۲۰۰۷، ۸۳ میلیارد دلار باشد که این رقم تا سال ۲۰۱۲ به ۲۶۳ و در سال ۲۰۱۵ به ۱۵۰۰ میلیارد دلار افزایش خواهد یافت.

## ۱. منابع داده‌ها

مؤسسه ساینتیفیکا (Cientifica)، اطلاعات مورد نیاز را بر اساس مدلی که آن را در طی زمان و بر اساس یافته‌های تحقیقاتی و نتایج انتشار فناوری نانو در صنعت، به دست آورده است، به شرکت‌ها و سازمان‌های علاقه‌مند ارائه می‌کند. این مدل هزینه‌های تحقیق و توسعه جهانی فناوری نانو را در نظر گرفته و بین آغاز تأمین مالی تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی این تحقیقات، نرخ‌های رشد تحقیق و توسعه صنعت، پیش‌بینی‌های نرخ رشد تولید ناخالص جهانی و نرخ نفوذ فناوری نانو در بازارها، زمان خاصی قائل می‌شود.

## ۲. تعریف فناوری نانو

بخش مهمی از تجزیه و تحلیل بازار محصولات فناوری نانو، مربوط به صنعت نیمه‌هادی‌هاست. سؤالی که برای بسیاری از سازمان‌ها و محققان مطرح است، این است که آیا می‌توان این صنعت را هم جزء بازار محصولات فناوری نانو محسوب کرد. برای جلوگیری از غیر واقعی شدن ارقام و از آنجائی که بخش بزرگی از صنعت جهانی در محدوده زیر میکرون فعالیت می‌کنند، نتایج ارائه‌شده در این گزارش صنعت الکترونیک و نیمه‌هادی‌های را نیز در بر می‌گیرد.

## ۳. مفروضات اساسی

انتشار فناوری خطی نیست، لذا پیش‌بینی‌های ساینتیفیکا نیز نرخ‌های مختلف پذیرش فناوری نانو<sup>۱</sup> را مد نظر قرار داده است. دلایل اصلی این امر، هزینه و بخش است. در حوزه‌های حساسی همانند صنایع دفاع، هزینه چندان مهم نیست و پذیرش فناوری‌های جدید بدون توجه به محدودیت‌های مالی و فاکتورهای هزینه است. بر خلاف این بخش‌ها، صنایعی مانند غذا و پوشاک با محدودیت‌های بسیاری مواجه بوده و تا زمانی که هزینه‌ها به اندازه کافی کاهش نیابند، پذیرش فناوری‌های جدید بسیار دشوار است. همچنین پذیرش فناوری‌های جدید بستگی به بخش نیز دارد. صنعت شیمی از ده سال گذشته در حوزه نانو مواد فعالیت می‌کند و رشد آینده و نرخ نفوذ این فناوری به سرعت در

حال افزایش است. در حالی که نرخ رشد فناوری نانو در بخش‌هایی که به تازگی آن را پذیرفته‌اند بسیار کند است. در حالی که صنعت شیمی، بخش بزرگی از بازار فناوری نانو را به خود اختصاص داده است و پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نزدیک نیز چنین باشد، نرخ رشد بازار صنایعی همچون غذا بسیار کند است. برای مثال پیش‌بینی می‌شود که حجم بازار فناوری نانو در بخش غذا از ۴۱۰ میلیون دلار در سال ۲۰۰۶، به ۵/۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ برسد. در حالی که حجم بازار فناوری نانو در صنعت شیمی از ۴۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۷ به ۹۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ خواهد رسید.

اطلاعات پیش‌بینی شده مؤسسه ساینتیفیکا بر اساس مدلی است که قبلاً توضیح داده شد. برخی از مفروضات اساسی این مدل عبارتند از:

- در این مدل پیشرفت‌های علمی غیرقابل پیش‌بینی مد نظر قرار نگرفته‌اند.
- در این مدل فرض شده است که در مقابل پیامدهای گسترش کاربردهای فناوری نانو هیچ‌گونه اعتراضی از طرف سازمان‌های مردمی و دولتی نخواهد شد.

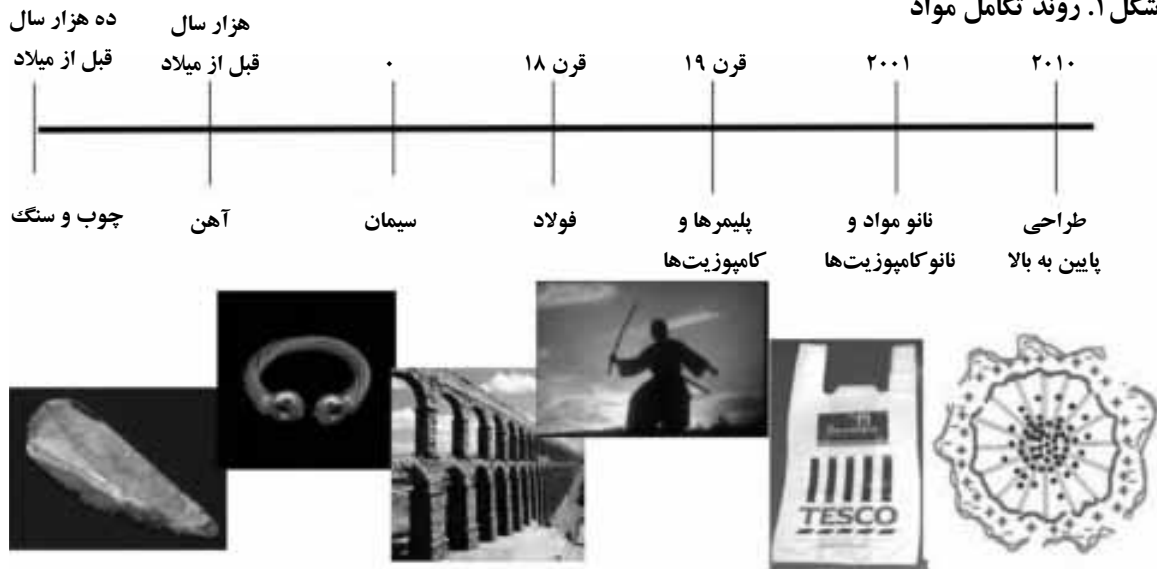
## ۴. بازار فناوری نانو

در سال ۲۰۰۷، صنعت مبتنی بر مواد خام بخش قابل توجهی از بازار فناوری نانو را به خود اختصاص خواهد داد. در این سال نانو مواد به وسیله شرکت‌های مختلف در اقصی نقاط جهان، تولید و عرضه خواهد شد و شرکت‌های نوپا تلاش خواهند کرد تا در این حوزه بازارهای ناب را شناسایی و در آنها نفوذ کنند.

بعد از گذشت ده سال از آغاز تحقیق و توسعه صنایع شیمی در فناوری نانو، در حال حاضر این صنعت می‌تواند طیف وسیعی از محصولات نانو مواد را با یک هزینه قابل قبول به بازار عرضه نماید. تعداد شرکت‌های فعال در حوزه نانو مواد به این معنی است که مصرف‌کنندگان نهایی محصولات مبتنی بر نانو مواد می‌توانند از بین عرضه‌کنندگان مختلف یکی را که مناسب با شرایط آنهاست، انتخاب کنند.

۱ - نرخ پذیرش به این معنی است که فناوری نانو در برخی از صنایع همانند الکترونیک در حال بلوغ است، در حالی که در صنایع دیگر به تازگی وارد شده است (م).

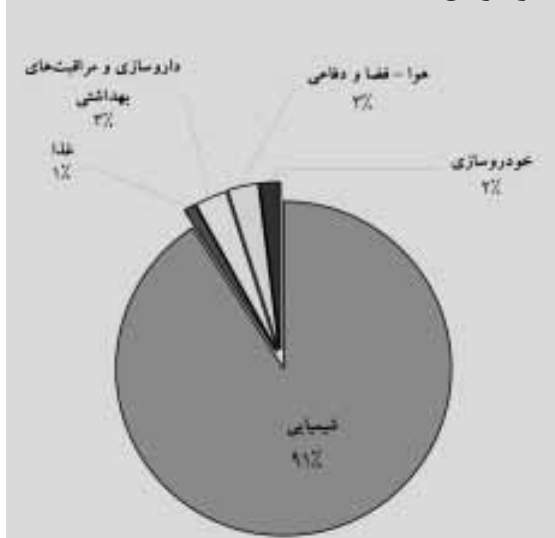
شکل ۱. روند تکامل مواد



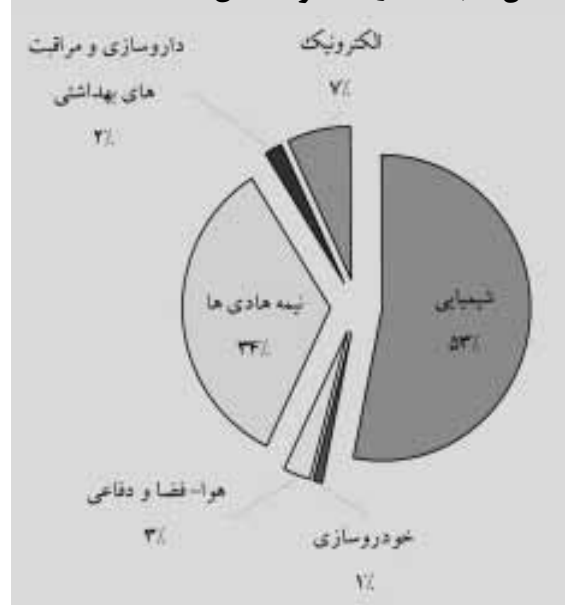
ما می‌توانیم صنعت نیمه‌هادی‌ها را به رویکرد پایین به بالا در فرایند تبدیل علوم نانو به فناوری نانو، مرتبط کنیم. همچنان که این صنعت به سمت اندازه‌های کوچک‌تر گرایش پیدا می‌کند، انتشار فناوری‌های زیر صد نانومتر در حال افزایش است و بیش از ۵۰ درصد از تولیدکنندگان نیمه‌هادی‌ها از عناصر و اجزای نانو مقیاس استفاده می‌کنند. در شکل (۳) بازار فناوری نانو بدون در نظر گرفتن نیمه‌هادی‌ها آمده‌است. با حذف صنعت نیمه‌هادی‌ها در بازار، ملاحظه می‌کنیم که بازار تقریباً به‌طور کامل در اختیار صنعت نانو مواد است.

رویکرد استفاده از مواد تغییر کرده‌است، به این صورت که قبلاً تنها از مواد استفاده می‌شد ولی در حال حاضر ویژگی‌های آنها کنترل می‌شود. به‌خاطر افزایش تعداد شرکت‌های فعال در فناوری نانو، این فناوری در حال انتشار است و کاربردهای آن تمام صنایع را در بر می‌گیرد. باید در مواجهه با بازار نیمه‌هادی‌ها محتاطانه عمل کنیم. در حالی که بسیاری از فرایندها و فناوری‌های مورد استفاده در محدوده زیر صد نانومتر هستند، ولی بحثی که وجود دارد این است که چگونه

شکل ۳. بازار فناوری نانو در سال ۲۰۰۷ (بدون در نظر گرفتن صنعت نیمه‌هادی‌ها)

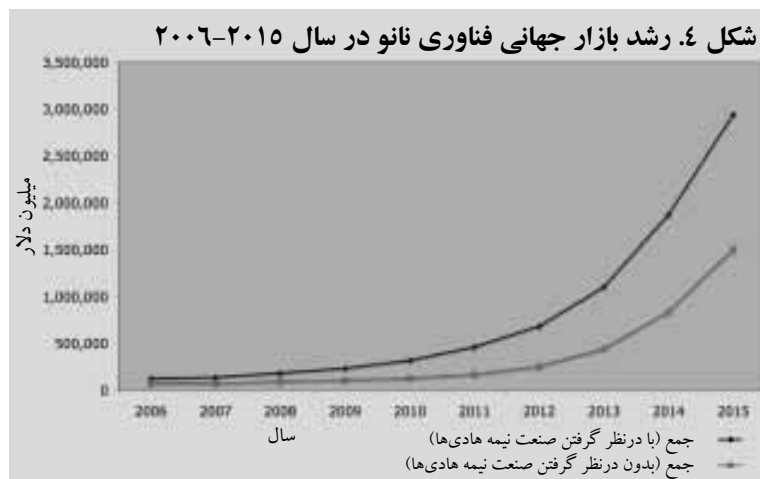


شکل ۲. بازار فناوری نانو در سال ۲۰۰۷



۱- در فرآیند فروش کسب‌وکار به کسب‌وکار، بیشتر کالاهای سرمایه‌ای عرضه می‌شود، کالاهای سرمایه‌ای کالاهایی هستند که برای تولید کالاهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (م).

سال ۲۰۱۵ محقق خواهد شد. بخش قابل توجهی از رشد بازار فناوری نانو، ناشی از توانایی صنایعی مانند داروسازی و نیمه‌هادی‌ها در تبدیل کاربردهای فناوری نانو به محصولات با ارزش افزوده بالاست. همان‌طور که در شکل (۵) ملاحظه می‌کنید، صنایع موفق در ایجاد ارزش افزوده، در صنایع نیمه‌هادی‌ها هستند.



پیش‌بینی شده‌است که کل بازار محصولات مرتبط با فناوری نانو (که شامل الکترونیک و نیمه‌هادی‌ها نیز است)، در آغاز سال ۲۰۰۷، در حدود ۱۳۵ میلیارد دلار و در پایان سال ۲۰۱۲ به ۶۹۳ میلیارد دلار و نهایتاً در پایان سال ۲۰۱۵ به ۲۹۵۰ میلیارد دلار برسد.

پیش‌بینی می‌شود که بدون در نظر گرفتن صنعت نیمه‌هادی‌ها و الکترونیک، کل بازار محصولات مرتبط با فناوری نانو، در سال ۲۰۰۷ به ۸۳، در سال ۲۰۱۲، به حدود ۲۶۳ و در سال ۲۰۱۵ به ۱۵۰۰ میلیارد دلار برسد (شکل ۴).

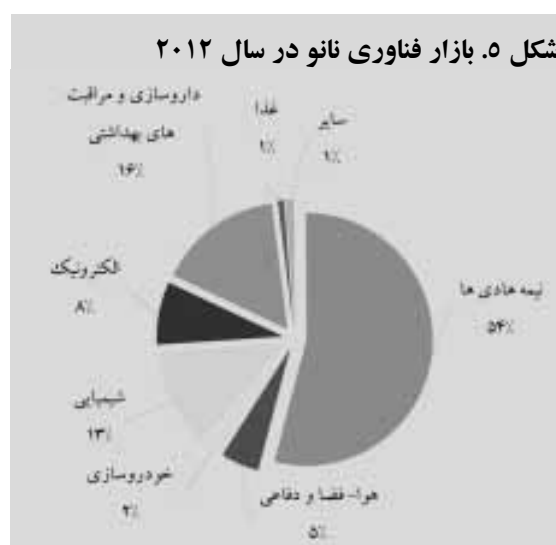
لازم به ذکر است که درآمدهای حاصل از فروش محصولات مبتنی بر فناوری نانو، همگی ناشی از فناوری نانو نیست، بلکه تنها بخشی از ارزش افزوده ایجاد شده در محصولات، مربوط به این فناوری است. برای مثال یک دهم گرم نانو مواد در حدود ده سنت ارزش دارد که این میزان ممکن است به یک دارویی که هر دوز آن صد دلار ارزش دارد، اضافه شود.

تا سال ۲۰۱۲ بیشتر بازار فناوری نانو، در اختیار صنعت نیمه‌هادی‌ها خواهد بود (شکل ۵ را ببینید)، ولی به‌خاطر تثبیت زنجیره عرضه نانو مواد، بسیاری کاربردهای فناوری نانو گسترش خواهند یافت.

همان‌طور که در شکل (۶) ملاحظه می‌کنیم، بدون در نظر گرفتن صنعت نیمه‌هادی‌ها (به‌رغم سال ۲۰۰۷ که بازار فناوری نانو تقریباً به‌طور کامل در اختیار نانو مواد بود)، حجم بازار صنعت شیمی از ۸۹

بسیاری از محصولات تولید شده در این بخش در فرآیند تبادلات و فروش کسب و کار به کسب و کار فروخته شده که این امر نشان‌دهنده این است که محصولات مصرفی در این بازار کمتر ارائه می‌شوند.

طبق مدل ساینیتفیکا، بازار هزار میلیارد دلاری، اگر بازار نیمه‌هادی‌ها را هم در نظر بگیریم، در سال ۲۰۱۳ محقق شده و در صورتی که بازار نیمه‌هادی‌ها را مد نظر قرار ندهیم در



جدول ۱: پیش‌بینی بازار محصولات فناوری نانو، میلیارد دلار

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

بازار صنعت شیمی را بیشتر بشناسیم. بر اساس پیش‌بینی مدل سایتتفیکا، رشد صنعت شیمی در دوره ۲۰۰۹-۲۰۱۲ کند خواهد بود، تمام کاربردهای نانومواد به بهره‌برداری خواهند رسید و رقابت شدیدی به خصوص از جانب کشورهای آسیایی باعث کاهش حاشیه سود این کاربردها خواهند شد. ککش بازار بخش داروسازی و سلامت افزایش خواهد یافت و رشد این بخش احیا خواهد شد. باید خاطر نشان کنیم که بخش قابل توجهی از ارزش افزوده ایجاد شده در کاربردهای داروسازی به خاطر عرضه مواد به وسیله صنعت شیمیایی خواهد بود، در نتیجه خط تمایز بین صنعت شیمیایی و داروسازی کم‌رنگ می‌شود.

چنین وضعیتی در بسیاری از بخش‌های دیگر بازار نیز رخ خواهد داد، برای مثال در صنعت هوا-فضا و الکترونیک فرایندها و محصولات جدیدی تولید خواهند شد که علت اصلی آنها پیشرفت‌های صنعت شیمیایی است.

### ۶. نتایج

همان‌طور که پیش‌بینی شده بود، حجم بازار فناوری نانو به بیش از هزار میلیارد دلار خواهد رسید. یکی از دلایل اصلی این پیشرفت عرضه پایدار نانومواد از طرف صنعت جهانی شیمیایی و مواد خام خواهد بود. اما بخش زیادی از بازار فناوری نانو از سال‌های ۲۰۱۰ به بعد در اختیار کاربردهای فناوری نانو در داروسازی و سلامت خواهد بود.

منبع: [www.Cientifica.com](http://www.Cientifica.com)

شکل ۶. بازار فناوری نانو در سال ۲۰۱۲ (بدون در نظر گرفتن نیمه‌هادی‌ها)



درصد به ۳۵ درصد کاهش یافته‌است، در حالی که کاربردهایی با ارزش افزوده بالاتر، به خصوص در بخش داروسازی و سلامت، بخش قابل توجهی از بازار را به خود اختصاص داده‌اند.

بر اساس مدل سایتتفیکا، ۸۰ درصد بازار ۱۵۰۰ میلیارد دلاری فناوری نانو در سال ۲۰۱۵، در اختیار کاربردهای فناوری نانو در بخش داروسازی و سلامت خواهد بود.

تجزیه و تحلیل دقیق‌تر دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۶ نشان می‌دهد که افزایش سریع بازار داروسازی و سلامت تا سال ۲۰۱۰-۲۰۰۹ روی نخواهد داد، ولی هم‌اکنون تا سال ۲۰۱۱ بیشتر بازار فناوری نانو در اختیار صنعت شیمی خواهد بود.

برای پی بردن به دلایل رشد سریع کاربردهای فناوری نانو در بخش سلامت و داروسازی لازم است تا پویایی‌های

شکل ۷. تکامل بازار فناوری نانو بر اساس صنعت ۲۰۰۶-۲۰۱۵

