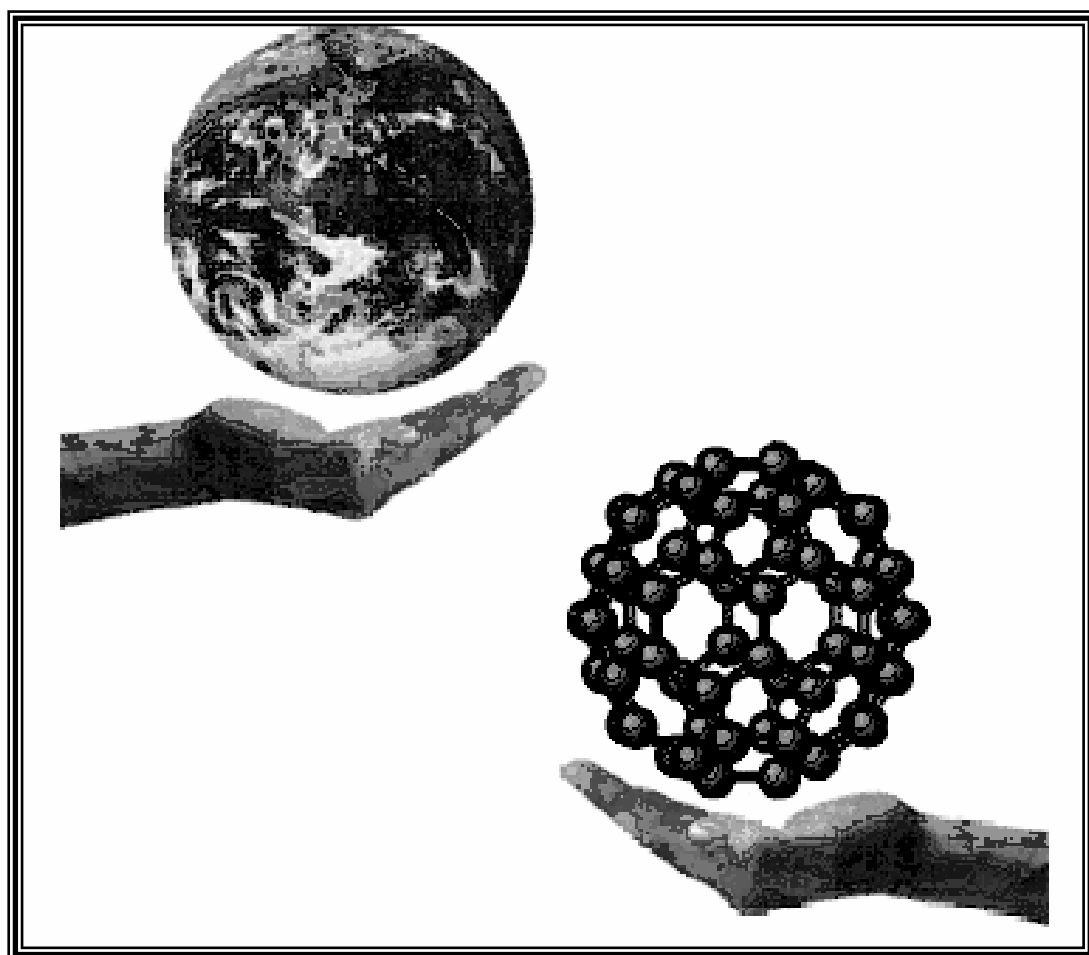


خبرنامه نانوتکنولوژی

دفتر همکاریهای فناوری

کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی

مجموعه شماره ۳۵ فروردین ۱۳۸۲



Nanotechnology Newsletter

<http://www.IranNano.org>

فهرست

- دومین کارگاه آموزشی علوم و فناوری نانو ۱
- روش جدید تولید نانولوله‌های کربنی ۳
- اتصال گروه‌های آمین به نانولوله‌های کربنی ۵
- نانورله ۷
- تلویزیون نانولوله‌ای شرکت اپلاید نانو تک ۹
- لامپهای نانولوله‌ای با نور قطبی ۱۰
- ترانزیستورهای پلیمری ۱۲
- شاخص‌های قدرت نانو تکنولوژی ۱۴
- رده بندی جهانی بر مبنای اختراعات ثبت شده در آمریکا ۱۴
- چکیده ۱۴
- ۱ - مقدمه ۱۴
- ۲ - اختراعات ثبت شده نانو تکنولوژی در ایالات متحده آمریکا ۱۷
- ۳ - شاخص‌های توانایی فناوری ۱۹
- ۴ - رده بندی بین المللی در زمینه نانو تکنولوژی ۲۴
- ۵ - نتیجه گیری ۲۹
- ۶ - سپاسگذاری ۳۰

این کمیته آماده دریافت اخبار و مقالات شما می باشد.

صندوق پستی: ۴۶۷۱_۱۴۱۵۵ تلفن: ۷_۸۹۵۰۵۱۵

نقل مطالب این خبرنامه با ذکر منبع بلامانع است.

دومین کارگاه آموزشی علوم و فناوری نانو

دومین کارگاه آموزشی علوم و فناوری نانو ویژه اعضای هیئت علمی محترم دانشگاهها و دانشجویان گرامی دوره دکترا، پنجشنبه و جمعه ۱ و ۲ خرداد ماه ۱۳۸۲ برگزار می گردد. موضوعات کارگاه:

۱- نانو ترمودینامیک (Nano Thermodynamics)

- پرفسور غلامعلی منصوری (دانشگاه ایلی نوبز آمریکا)

- دکتر غلامرضا و کیلی نژاد (دانشگاه کاشان)

۲- نانو لایه های نازک (Nano Particle, Self Assembled Monolayers)

- دکتر ماتیاس برست (دانشگاه لیورپول انگلستان)

- دکتر فخرالدین میر خلف (دانشگاه کاشان و دانشگاه لیورپول انگلستان)

۳- محاسبات ماده چگال (Computational Condensed Matter)

- پروفیسور هادی اکبرزاده (دانشگاه صنعتی اصفهان)

- دکتر کیوان اسفرجانی (دانشگاه صنعتی شریف)

۴- نانو الکترونیک (NanoElectronics)

- دکتر مسعود زندی آتشبار (دانشگاه میشیگان آمریکا)

شرایط ثبت نام:

۱- تکمیل فرم ثبت نام بصورت OnLine بر روی وبسایت

<http://www.kashanu.ac.ir/nanoscitech/nanoscitech.htm>

۲- واریز مبلغ ثبت نام به حساب شماره ۹۰۷۳۵ به نام درآمد اختصاصی دانشگاه کاشان

نزد بانک ملی شعبه مرکزی و قید شماره فیش بانکی در فرم ثبت نام

نکته: مبلغ ثبت نام بابت بخشی از هزینه‌های تغذیه، اسکان، گردشگری و کتابچه کارگاه بوده و بقیه هزینه توسط دانشگاه کاشان حمایت می‌گردد.

۳- ارسال تصویر فیش بانکی و کارت دانشجویی (برای دانشجویان دکتری) به نامبر

دیبرخانه کارگاه

مبلغ ثبت نام:

اعضاء هیئت علمی ۳۰۰۰۰۰ (سیصد هزار) ریال و دانشجویان دکتری ۲۰۰۰۰۰ (دویست

هزار) ریال

مهلت ثبت نام:

تا پایان وقت اداری روز بیست و هشتم فروردین ماه ۱۳۸۲

در صورت باقی ماندن فضای خالی در گرایش‌های اعلام شده پس از تاریخ ۸۲/۱/۲۸ تا

یک هفته از دانشجویان کارشناسی ارشد ثبت نام خواهد شد.

دانشگاه بمنظور آسایش شرکت کنندگان محترمی که از اصفهان یا تهران در این

کارگاه شرکت می‌کنند سرویس رفت و آمد از این دو شهر به کاشان و بالعکس مهیا می‌نماید.

اتوبوسها راس ساعت شش صبح روز پنجشنبه ۸۲/۳/۱ از تهران (میدان انقلاب اول کارگر

جنوبی) و اصفهان (میدان جمهوری اسلامی ایستگاه دانشگاه صنعتی اصفهان) بسوی کاشان

حرکت می‌نمایند.

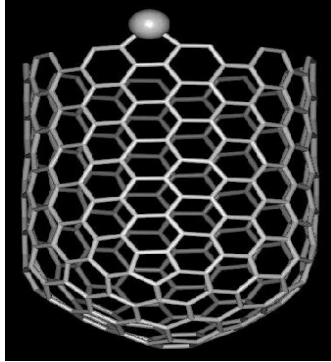
آدرس کارگاه: کاشان، کیلومتر ۶ بلوار قطب راوندی، دانشگاه کاشان، کدپستی

۵۱۱۶۷-۸۷۳۱۷ دیبرخانه کارگاه علوم و فناوری نانو

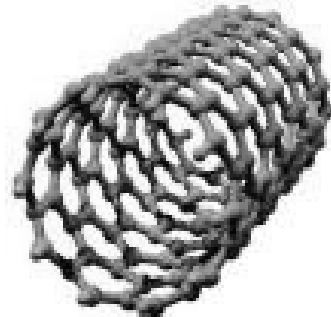
پست اینترنتی: nano@kashanu.ac.ir تلفن و نامبر کارگاه: ۵۱۴۰۰۵ - ۰۳۶۱

روش جدید تولید نانولوله‌های کربنی

۵ مارس ۲۰۰۳ - شیمی دانان دانشگاه کالیفرنیا،



لوس آنجلس در مجله Science از روش شیمیایی جدیدی برای تولید نانولوله‌های کربنی در دمای اتاق خبر دادند. این نانولوله‌ها بسیار شبیه نانولوله‌های کربنی معمولی هستند اما مزایای مهمی نسبت به آنها دارند.



جولیا ماک، عضو اصلی این گروه تحقیقاتی اظهار داشت: "ما معتقدیم که روش ابداعی ما، قابلیت تولید نانولوله‌ها را با هزینه بسیار کمتر از روشهای فعلی دارا می‌باشد." نانولوله‌ها، صفحات خالص کربنی هستند که بصورت لوله

درآمده‌اند و دو انتهای آنها بسته است. این نانولوله‌ها نیز دقیقاً همین ساختار را دارند با این تفاوت که از دو طرف باز هستند. باز بودن دو انتهای آنها، امکان دسترسی به سطح داخلی لوله‌ها را فراهم می‌آورد. لذا سطح قابل دسترسی در این مواد دو برابر لوله‌هایی است که از دو طرف بسته می‌باشند.

ویکالیس، یکی از اعضای این تیم اظهار داشت: "روش ما شامل لوله نمودن صفحه‌های

گرافیت است که سطح قابل دسترسی در لوله‌ها را بسیار افزایش می‌دهد."

وی بیان داشت: "اگر ما بتوانیم به سطح داخلی لوله‌ها دست بیابیم می‌توانیم میزان

هیدروژن جذب شده در نانولوله‌های کربنی را دو برابر سازیم."

مواد اولیه این روش عبارتند از گرافیت و فلز پتاسیم. سادگی این روش موجب جالب

شدن آن شده است.

به عقیده این محققین، این کار تحقیقاتی، شروع خوبی در این زمینه است اما راه زیادی برای پیموده شدن باقی است. آنها می گویند: "برای موفقیت آمیز بودن این روش باید بتوان به تک لایه های کربنی دست یافت، ولی ما هنوز به چنین سطحی نرسیده ایم. این لوله ها به طور میانگین از ۴۰ لایه تشکیل شده اند و ما هنوز به تمام سطح لوله ها دسترسی نداریم. چالش اصلی این روش، دسترسی به لایه های منفرد گرافیت است."

این کار تحقیقاتی در عرصه هایی که نیاز به سطح بالا وجود دارد، همچون ذخیره هیدروژن و ذخیره انرژی در ابرخازنها، کاربرد خواهد داشت. از دیگر کاربردهای آنها می توان به مواد سبک و مقاوم جهت استفاده در اتومبیل ها و هواپیماها و نیز راکت های تنیس مبتنی بر گرافیت اشاره نمود.

این کار تحقیقاتی توسط بنیاد ملی علوم آمریکا (NSF)، دفتر تحقیقات دریایی، دفتر نیروی هوایی تحقیقات علمی و واحد علمی دانشگاه کالیفرنیا شعبه لوس آنجلس مورد حمایت مالی واقع شده است.

منبع: <http://newsroom.ucla.edu>

اتصال گروههای آمین به نانولوله‌های کربنی

۳ مارس ۲۰۰۳ - تیمی از دانشمندان دانشگاه رایس به روش جدیدی برای اتصال گروههای آمین به دیواره جانبی نانولوله‌های کربنی دست یافتند. این محققین با واکنش دادن فلئوئور و نانولوله‌ها با دی آمین‌ها موفق به اتصال این گروهها به نانولوله‌ها شدند.

یکی از اعضای این گروه اظهار داشت: "امروزه توجه فراوانی به کاربرد نانولوله‌های تک دیواره به عنوان تقویت کننده کامپوزیتهای فیبری و پلیمری می‌شود. تاکنون این کار فقط با مخلوط نمودن نانولوله‌های تک دیواره با پایه‌های پلیمری مختلف صورت می‌گرفت. این عمل فقط منجر به ایجاد پیوندهای واندروالس بین نانولوله‌ها و پلیمر می‌شود. اتصال گروههای آمین به دیواره جانبی نانولوله‌ها موجب پیدایش سایتهای فراوانی جهت ایجاد پیوندهای کوالانت بین نانولوله‌ها و مونومرها یا پلیمرها می‌گردد. این امر باعث ایجاد فرصتی جهت دستیابی به کامپوزیتهای پلیمر-نانولوله خواهد شد که توسط پیوندهای کوالانت تقویت شده‌اند."

این محققین مدعی هستند که توانسته‌اند گروههای آمینی نرمال آلکالیدن را به میزان یک هشتم به سطح جانبی نانولوله‌ها متصل نمایند.

این روش اتصال گروههای آمینی، موجب ثبت یک اختراع توسط این گروه شده است. اعضای این تیم، به همکاری صنعتی جهت دسترسی به مواد نانومهندسی شده با نیروهای کوالانت تمایل دارند.

نانولوله‌های تولید شده به روش فوق جهت استفاده به عنوان واحدهای ساختمانی کامپوزیتهای پلیمر-نانولوله با اتصالات جانبی (همانند نایلون) مناسب می‌باشند.

بنا به اظهارات یکی از اعضای این گروه، این نانولوله‌ها را می‌توان با پیوندهای کوالانت به DNA و داروها نیز متصل کرد. اگر بتوان این مواد را در آب محلول نمود می‌توان از آنها به

عنوان کپسولهایی جهت دارورسانی پیشرفته استفاده نمود.

اکنون این تیم قصد افزایش مقیاس تولید در این روش را دارند. آنها انتظار دارند که بتوانند نمونه‌های کوپلیمری متنوعی تولید و خواص مکانیکی و حرارتی آنها را مورد آزمایش قرار دهند.

منبع: <http://www.nanotechweb.org>

نانورله

۶ مارس ۲۰۰۳ - محققین دانشگاه صنعتی چالمر در سوئد، خواص یک ابزار نانورله را به صورت تئوری مدلسازی نمودند. این ابزار از یک رشته نانولوله کربنی هادی، یک زمینه سیلیکونی پله‌ای و سه الکتروود تشکیل یافته است.

یکی از محققین بنام کینارت اظهار داشت: "نتایج این مطالعات منجر به ایده‌ای برای ساخت یک سوئیچ نانوالکترومکانیکی با بکارگیری حامل‌های هادی همانند نانولوله‌های فلزی می‌شود. هدف اصلی این کار تحقیقاتی، دسترسی به ایده‌ای به منظور هدایت کارهای تحقیقاتی به سمت نانورله‌ها بود."

در این شبیه‌سازی‌ها، انتهای ثابت رشته نانولوله کربنی به الکتروود منبع^۱ متصل می‌شود و الکتروود درین^۲، پائین‌تر از انتهای دیگر نانولوله‌ها قرار می‌گیرد. اعمال ولتاژی به الکتروود گیت که پائین‌تر از نقطه میانی نانولوله قرار دارد موجب پیدایش بار در نانولوله شده و آنرا خم می‌کند. در نتیجه انتهای آزاد نانولوله به الکتروود درین متصل می‌گردد و همانند سوئیچی در یک مدار الکتریکی عمل می‌نماید.

در دنیای واقعی، این ابزار می‌تواند کاربردهایی همچون ادوات منطقی، مولدهای پالس، تقویت‌کننده‌های جریان یا ولتاژ و عناصر حافظه داشته باشد.

بنا به گمان این محققین، حساسیت بالای این ابزار به میزان خمش نانولوله موجب می‌شود که بتوان از آن به عنوان یک آمپلی‌فایر نانوالکترومکانیکی استفاده نمود.

اکنون این تیم در حال بررسی اثر تعاملات بین نانولوله و الکتروود درین بر روی خواص نانورله بوده و مشغول یافتن بهترین طرح بر حسب نوع کاربرد این ابزار هستند.

1 - Source
2 - Drain

کینارت مدعی شد که "ما در آینده به اولین نتیجه عملی در این عرصه خواهیم رسید."

منبع: <http://www.nanotechweb.org>

تلویزیون نانولوله‌ای شرکت اپلاید نانوتک



۱۹ فوریه ۲۰۰۳ - شرکت Si Diamond خبر داد که یکی از زیرشاخه‌هایش بنام اپلاید نانوتک (ANI) موفق به ارائه نمونه‌ای از تلویزیون ۱۴ اینچ تک‌رنگ شده‌است که بر مبنای گسیل الکترون از نانولوله‌های کربنی کار می‌کند. این تلویزیون بر روی پایه شیشه‌ای دما پائین و با بکارگیری فنون پخش و توزیع^۱، مشابه صنایع چاپ و اسکرین، ساخته شده است.

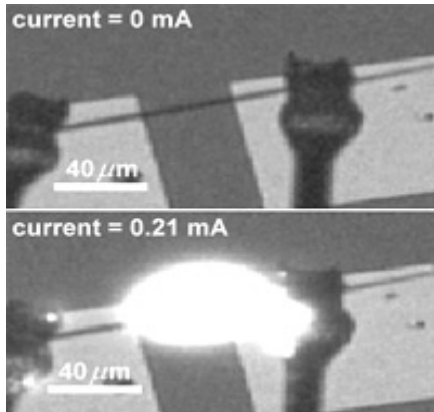
تصاویر ویدئویی نمایش داده شده بر روی این صفحه نمایش، نشانگر پاسخ فرکانس عالس و حرکتهای روان و بدون قطع و وصل، همانند تلویزیونهای کریستال مایع (LCD) کنونی می‌باشد. این تصاویر برای اولین بار در کنفرانس Nanotech 2003 در ژاپن نمایش داده شدند. این شرکت در تلاش است تا فرآیند تولید خود را به صفحه نمایشهایی با اندازه بزرگتر گسترش دهد.

رئیس شرکت ANI اظهار داشت: "این فرآیند جدید موجب ساده شدن روش تولید شده و ما معتقدیم که می‌توانیم از این روش جهت تولید تلویزیونهای نانولوله‌ای (CNT TV) با ابعاد بزرگتر بهره بگیریم. این فرآیند به همراه روش‌های HyFED قابلیت کاهش قیمت و افزایش ابعاد تلویزیونهای صفحه تخت را دارد."

منبع: <http://www.nanotechweb.org>

¹ - Dispensing

لامپهای نانولوله‌ای با نور قطبی



تصویر میکروسکوپ نوری از رشته نانولوله‌ای، قبل و بعد از انتشار نور

۲۰ مارس ۲۰۰۳ - گروهی از محققین با استفاده

از دسته‌هایی از نانولوله‌های کربنی اقدام به ساخت رشته‌های درون لامپ‌های نوری نموده‌اند.

یکی از مهمترین کاربردهای نانولوله‌های کربنی، استفاده از آنها به عنوان گسیل کننده نور در صفحه‌های نمایش مسطح می‌باشد.

نانولوله‌ها در این مورد به عنوان منبع الکترون

عمل کرده و انتشار نور از یک ماده فلوئورسانت دیگر را تسریع می‌بخشند. اما طبق مقاله‌ای که توسط پنگ لی و همکارانش در مجله Applied Physics Letters منتشر شد، اگر نانولوله‌های کربنی همانند رشته سیم‌های دورن لامپ‌های معمولی به عنوان رشته‌ای نورانی به کار گرفته شوند می‌توانند به گسیل نور از دورن خود پردازند. نوری که از این رشته‌ها منتشر می‌شود بر خلاف نور منتشر شده از رشته سیم‌های فلزی، تا حدودی قطبی شده است.

نحوه عملکرد یک لامپ معمولی بسیاری ساده است؛ عبور جریان الکتریکی از دورن یک رشته سیم فلزی که در محیط گاز خنثی در فشار پایین قرار گرفته است، موجب داغ شدن سیم شده، گسیل تشعشع حرارتی از این سیم موجب پیدایش نور مرئی در اطراف آن می‌گردد. در مقیاس اتمی، گسیل نور از این سیم، ناشی از برخورد پراثری الکترونها در آن می‌باشد که معمولاً دمای آنها به چندین هزار درجه سلیسوس می‌رسد.

مبنای عملیات لامپ‌های ساخته شده از نانولوله‌های کربنی بسیار شبیه بحث فوق است،

فقط یک تفاوت عمده وجود دارد. پهنای سیم به کار رفته در لامپ‌های معمولی چند صد

میکرومتر است که مقاومتی را در مقابل حرکت نامنظم الکترونها ایجاد نمی‌کند. لذا نوری که توسط این الکترونها گسیل می‌شود، غیرقطبی است. در عوض پهنای نانولوله‌های کربنی فقط چندین نانومتر است که موجب پیدایش مقاومت فراوانی در برابر حرکت الکترونها می‌گردد. البته تاثیر ابعاد نانولوله‌ها بر روی گسیل نور آنها تاکنون مورد بررسی واقع نشده است.

لی و همکارانش به منظور بررسی خواص رشته‌های نانولوله‌ای، ابتدا رشته‌هایی از نانولوله‌های چند دیواره با طول ۶۰۰ میکرومتر و پهنای حدود ۱۰ نانومتر را بر روی پایه سیلیکون که توسط کاتالیست آهن پوشیده شده بود رشد دادند. این رشته‌ها سپس از روی سطح برداشته شده و بین دو الکتروود طلا- تیتانیوم قرار گرفتند. آنها با عبور جریان از میان الکتروودها و رشته‌های نانولوله‌ای، طیفی از نور را همانند آنچه در رشته سیم‌های فلزی دیده می‌شود مشاهده کردند.

آنها دریافتند که برخلاف رشته سیم‌های فلزی، نور گسیل شده از این رشته‌های نانولوله‌ای در جهت رشته‌ها تا حدودی قطبی شده است. این محققین عقیده دارند که استفاده از نانولوله‌های تک دیواره به جای انواع چند دیواره موجب افزایش قطبی شدن نور می‌گردد.

منبع: <http://www.nature.com>

ترانزیستورهای پلیمری

۲۱ مارس ۲۰۰۳ - محققین شرکت دوپونت در آمریکا کامپوزیت جدید



پلی آنیلین-نانولوله تک دیواره را برای استفاده در یک فرایند «چاپ خشک»^۱ جهت تولید ترانزیستورهای پلاستیکی به وجود آورده‌اند.

یکی از این محققین اظهار داشت: «این کامپوزیتها به عنوان هادی‌های قابل چاپ با هدایت و شفافیت بالا جهت استفاده به عنوان هادی در لایه‌های منبع^۲/درین^۳ و الکترودهای گیت^۴ و نیز در

نمایشگرهای الکتروفوتونیک، همانند کتابهای الکترونیکی و صفحه‌های نمایش، مناسب می‌باشند.

این محققین، پلیمر هادی پلی آنیلین را با اسید دینونیل نفتالین سولفونیک (DNNSA) آغشته^۵ ساخته و نانولوله‌های تک دیواره را در آن پخش نمودند.

هدایت اندک مخلوط پلیمری فوق، با افزودن نانولوله‌های تک دیواره افزایش یافته بطوریکه برای مصارف الکترونیکی مناسب می‌شود.

استفاده از دیگر اسیدها جهت ساخت مخلوط پلیمری موجب دسترسی به هدایت بالاتر می‌شد اما این مخلوطها در طول فرایند چاپ خیلی صدمه می‌دیدند.

این محققین، خطی با پهنای ۵۰۰ میکرومتر و گپ^۶ ۷ میکرومتر را با استفاده از کامپوزیت فوق ایجاد نمودند. به عقیده آنها این ساختار قابلیت ایجاد الکترودهای منبع/درین را در یک ترانزیستور اثر میدانی دارا می‌باشد.

1 - Dry printing
2 - Source
3 - Drain
4 - Gate
5 - Doped
6 - Gap

نتایج کار این محققان در مجله Applied Physics Letters منتشر شده است.

منبع: <http://www.nanotechweb.org>

شاخص‌های قدرت نانوتکنولوژی

رده بندی جهانی بر مبنای اختراعات ثبت شده در آمریکا

دوراما رینووا^۱ و میهیل مک آلر^۲

۱- دانشگاه ماردوخ، استرالیا ۲- دانشگاه استرالیای غربی، استرالیا

چکیده

شاخص‌های توانایی فناوری (TSI) براساس آمار اختراعات ثبت شده مربوط به سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ جهت تجزیه و تحلیل اختراعات نانوتکنولوژی در ایالات متحده آمریکا و تهیه رده‌بندی‌های بین‌المللی برای ۱۲ کشور برجسته صاحب اختراع "استرالیا، کانادا، فرانسه، آلمان، انگلستان، ایتالیا، ژاپن، کره، هلند، سوئد، سوئیس و تایوان" بکار گرفته می‌شود. از آنجا که این شاخص‌ها مستقیماً قابل مشاهده نیستند از متغیرهای بسیاری مانند شاخص تخصصی سازی فناوری برای اولویت‌های ملی، میزان مشارکت در اختراعات جهانی، نرخ ارجاعات به این اختراعات بعنوان سهم آنها در توسعه دانش و نرخ تبدیل اختراعات به سود تجاری استفاده می‌شود. در این میان، بهترین کشور، فرانسه و بدنبال آن ژاپن و کانادا قرار دارند. نشان داده می‌شود که مهارت و قدرت در زمینه نانوتکنولوژی در بین کشورهای صنعتی پیشرفته بطور یکسان توزیع نشده است و استفاده از TSIها، توجه به موارد متفاوتی را جهت گسترش نانوتکنولوژی آشکار می‌سازد.

۱ - مقدمه

برنامه اصلی و برجسته قرن ۲۱، افزایش تمایل در تولید، گسترش و بکارگیری دانش می‌باشد. انتقال به جامعه‌ای مبتنی بر دانش و درک اقتصادی، منجر به بروز فعالیتها، ساختارها و روابط اقتصادی جدید می‌شود. این اقتصاد نوین بر فناوریهای جدید و فراگیری مانند فناوری

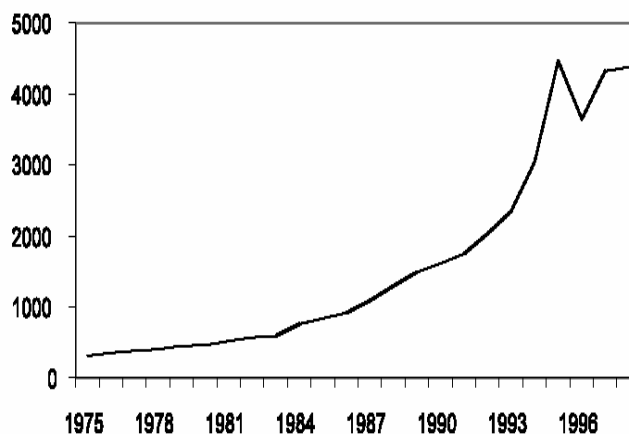
اطلاعات، که به توسعه دانش در تمامی بخش‌ها می‌انجامد مبتنی می‌باشد. هم‌اکنون تغییراتی در فاصله بین بخش تولید و بخش خدمات، مانند افزایش شغل‌های اداری جهت افزایش اهمیت نیروی کار، افزایش متخصص در زمینه محصولات فناوریهای برتر و سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه در بخش پژوهش و توسعه نوآوری و اطلاعات و فناوریهای مربوط به ارتباطات، مشاهده می‌شود.

اهمیت بسیار این فناوریهای جدید تشخیص داده شده‌است و آنها بطور مداوم در حال رشد می‌باشند. با این وجود، انبوهی از فناوریهای دیگر وجود دارند که در حال حاضر در مراحل آغازین خود بسر می‌برند و در عین حال انتظار می‌رود تأثیر چشمگیری در آینده داشته باشند. این مقاله بر نوع خاصی از اینگونه فناوریها با عنوان نانوتکنولوژی متمرکز شده‌است. بنابر اظهارات کامپن و هالمن، پیشرفت نانوتکنولوژی در چند دهه‌اخیر، آنرا به یکی از فناوریهای کلیدی قرن حاضر تبدیل نموده‌است.

از سال ۱۴۲۱، هنگامیکه دولت ونیز، امتیاز انحصاری استفاده از نوآوری بالابر معلق ساختمانی فیلیپ برانیلسی را به وی داد، سیستم ثبت اختراع به یک مکانیزم عمیق در بازارهای تجاری تبدیل شد. قانون ثبت اختراع بیش از ۲۰۰ سال است که در امریکا وجود داشته و چنین قانونی برای نخستین بار در سال ۱۹۷۰ توسط کنگره تصویب شد. از دهه ۸۰ به بعد افزایش چشمگیری در تعداد کاربردها و اختراعات ارائه شده مشاهده شده‌است. این افزایش در فعالیتهای اختراعی، باور صنعتگران، اقتصاد دانان، سیاستمداران، وکیل‌ها و سایرین را بر این امر که اختراعات به اقتصاد و پیشرفت اجتماعی کمک می‌نماید افزایش داد. برخلاف انتقادهای مستمر، تمایل عمومی به تصویب مجدد و حتی توسعه سیستم ثبت اختراع وجود داشته‌است. برخی مطالعات نشان داده‌است که فعالیتهای اختراعی مانند نفوذ محصولات الکترونیکی ژاپن به

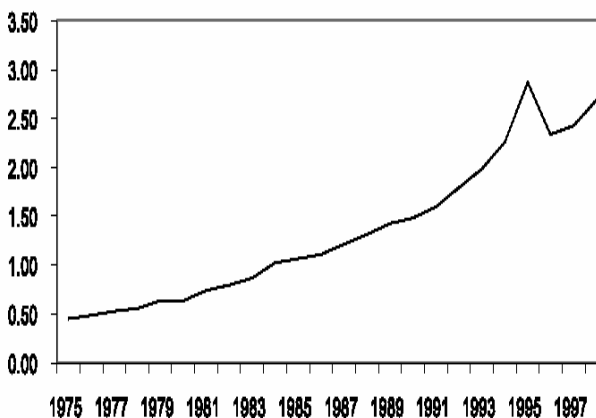
بازارهای سایر کشورها و یا برتری جهانی شرکتهای دارویی چند ملیتی منجر به تغییرات سریعی در بازار می شود.

اقتصاد ایالات متحده، بدلیل وسعت زیاد و طبیعت فنی پیشرفته برای نوآوران و مخترعین فوق العاده جذاب است. در نتیجه، دفتر ثبت اختراع و بازرگانی ایالات متحده امریکا (US PTO) رقم قابل ملاحظه‌ای از درخواستهای خارجی



شکل ۱- تعداد اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در آمریکا در سالهای ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۸ (اطلاعات در ۵ مارس ۲۰۰۲ استخراج شده است)

را دریافت نموده و قریب به ۵۰٪ از تمامی اختراعات ثبت شده در ایالات متحده امریکا به خارجی‌ها تعلق دارد. دولت ایالات متحده از طریق پیشگامی ملی نانوتکنولوژی خود، نانومواد را به عنوان اولین زمینه سرمایه‌گذاری و تحقیق پذیرفته است.



شکل ۲- سهم اختراعات نانوتکنولوژی در کل اختراعات ثبت شده در آمریکا در سالهای ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۸ (اطلاعات در ۵ مارس ۲۰۰۲ استخراج شده است)

در صورتیکه کشوری تمایل به هدایت گسترش این فناوریها داشته باشد، باید حقوق مالکیت مخترعین، تأمین شده و حضور آن کشور در بازار ایالات متحده چشمگیر باشد.

این مقاله، نوآوری نانوتکنولوژی در ایالات متحده را بر اساس اطلاعات بدست آمده از اختراعات ثبت شده در طول بازه زمانی سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ تحلیل می نماید. تحلیل گرایش عمومی به اختراعات نانوتکنولوژی در بخش ۲ با بحثی پیرامون شاخص‌های توانایی فناوری

(TSI) بر مبنای آمار اختراعات ثبت شده در بخش ۳ دنبال می‌شود. TSIها جهت دستیابی به وضعیت‌های اخیر و کارایی‌های نانوتکنولوژی برای ۱۲ کشور صاحب اختراع در ایالات متحده (استرالیا، کانادا، فرانسه، آلمان، انگلستان، ایتالیا، ژاپن، هلند، کره جنوبی، سوئد، سوئیس و تایوان) و تهیه رده‌بندی‌های بین‌المللی نانوتکنولوژی در بخش ۴ بکار می‌روند و در بخش ۵ نتیجه‌گیری مطالب ارائه می‌شود.

۲- اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در ایالات متحده آمریکا

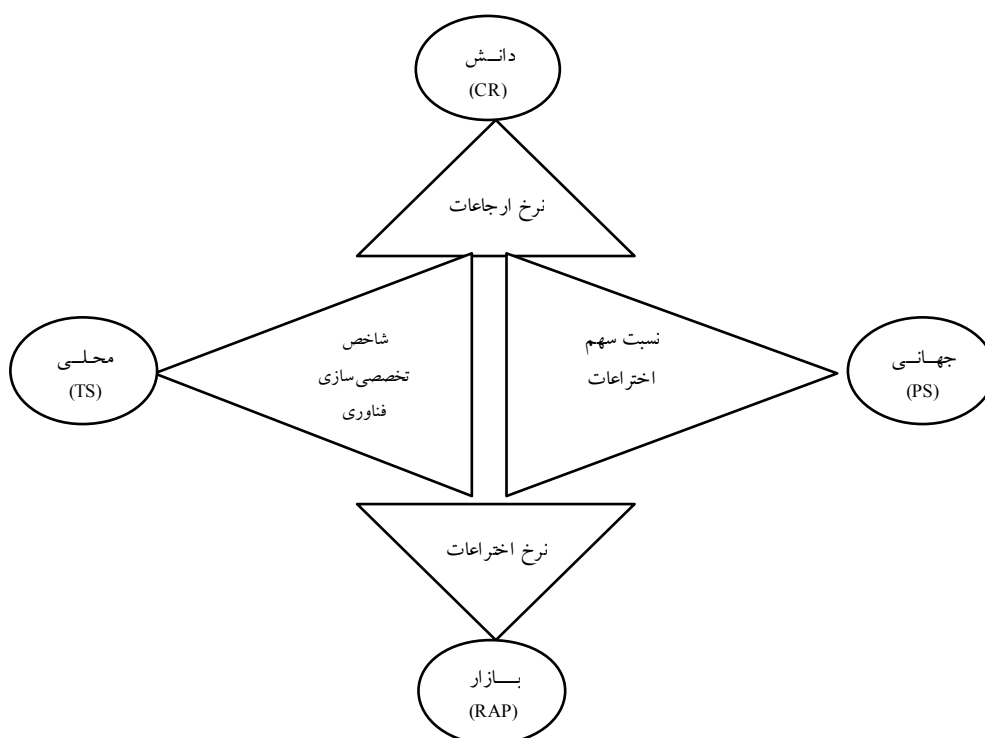
براساس اظهارات کراندال، بزودی نانوتکنولوژی موفق به ساخت ماشین‌های کارآمد و موتورهای مولکولی به کوچکی DNA خواهد شد. انتظار می‌رود توانایی دستکاری مواد در سطح اتمی و مولکولی با دقت بسیار بالا، اقتصاد، اکولوژی و ساختار فرهنگی جامعه را بشکل شگرفی تغییر دهد. متخصصین فورسایت شاهد آغاز انقلاب نانوتکنولوژی در اواخر دهه ۸۰ بودند. علاوه بر اهمیت این فناوریها در بخش‌هایی مانند پزشکی، کشاورزی، تولید، ساخت، حمل و نقل و ارتباطات، آنها از نظر اکولوژیکی نیز بسیار امیدوار کننده می‌باشند.

ساخت و استفاده از ساختارها در ابعاد اتمی و مولکولی، بشکل ذاتی در مقایسه با فناوریهای سنتی، سازگاری بیشتری با محیط زیست دارد. نانوتکنولوژی عموماً از مواد اولیه اندکی استفاده می‌کند و می‌تواند تمامی انواع آلودگی‌ها را توسط بازآرایی ساختارهای اتمی آنها و جداسازی اتمهای خطرناک فراورش نماید. این فناوری بطور ذاتی سبز است و گسترش آن نیز باید فشار موجود بر روی محیط طبیعی را کاهش دهد. از آنجا که این فناوری قابلیت‌های بسیاری در کاهش مشکلات زیست محیطی دارد، اهمیت اقتصادی و تجاری آن در افزایش تعداد اختراعات ثبت شده در ایالات متحده آمریکا منعکس شده است.

شکل (۱)، تعداد اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی را در US PTO بطور سالانه از سال

۱۹۷۵ تا ۱۹۹۸ نشان می‌دهد. اختراعات نانوتکنولوژی، با استفاده از کلمات کلیدی موجود در این عرصه شناسایی شده‌اند. ثبت اختراع با روز درخواست جواز ثبت و نه روز صدور آن مرتبط است زیرا این روش برای اندازه‌گیری فعالیت‌های اختراعی، دقیق است. وقفه قابل ملاحظه‌ای در برخی موارد تا حدود ۱۰ سال، بین زمان درخواست و زمان صدور جواز ثبت وجود دارد. بنابراین زمان مرتبط با سال ۱۹۹۹ - ۲۰۰۱ همچنان ناتمام بوده و این دوره در این جداول سالانه در شکل‌های (۱) و (۲) منظور نشده است.

تعداد اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در ایالات متحده آمریکا در شکل (۱) از ۳۰۵



شکل ۳- شاخصهای قدرت فناوری بر حسب مطالعه آماری اختراعات

عدد در سال ۱۹۷۵ بطور صعودی به ۴۴۶۷ عدد در سال ۱۹۹۵ افزایش یافت در حالیکه در سال ۱۹۹۶ با کاهش قابل ملاحظه‌ای به ۳۶۴۲ عدد رسید. با وجودیکه این تعداد پس از سال ۱۹۹۶ مجدداً افزایش یافت. اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در ایالات متحده در سالهای ۱۹۹۷ و

۱۹۹۸ به ترتیب با مقادیر ۴۳۱۳ و ۴۳۷۶ همچنان از مقدار اوج آن در سال ۱۹۹۵ کمتر می‌باشد. با این حال، از آنجا که بطور میانگین حدود ۲ سال برای پذیرش یک درخواست جواز ثبت، زمان صرف می‌شود، انتظار می‌رود که تعداد اختراعات برای ۲ تا ۳ سال آخر این بازه زمانی، بیشتر از سطح موجود آن باشد.

آشکار است که از اواسط دهه ۹۰ تا اواخر آن، نانوتکنولوژی بستر مناسبی برای فعالیتهای اختراعی فراوانی بوده است. این نکته جالب است که نسبت سهم سالانه اختراعات نانوتکنولوژی ایالات متحده به کل اختراعات آن با بیشترین مقدار ۲/۹٪ در سال ۱۹۹۵ در حال افزایش بوده است (شکل ۲ را ببینید). در نتیجه این گروه از فناوریها برای اقتصاد بسیار مهم خواهند بود. رابطه بین اختراعات سالانه نانوتکنولوژی ایالات متحده (شکل ۱) و نسبت سالانه این اختراعات به کل اختراعات ایالات متحده (شکل ۲) ۰/۹۸ می‌باشد در حالیکه رابطه بین اختراعات سالانه نانوتکنولوژی ایالات متحده و کل اختراعات آن حتی از ۰/۹۹ نیز بیشتر است.

۳- شاخص‌های توانایی فناوری

سیستم ثبت اختراع، بخش کاملی از سیستم نوآوری ملی می‌باشد و اطلاعات موثقی را برای اندازه‌گیری عملکرد ابتکاری کشورها و صنایع به دست می‌دهد. بدلیل عینیت، قدرت و در دسترس بودن، اهمیت اطلاعات بدست آمده از اختراعات ثبت شده برای مطالعه نوآوری، اختراع و تحقیق و توسعه توسط متخصصینی چون پائیت و گرلیچ مورد تأکید قرار گرفته است.

براساس اظهارات گرلیچ، در گستره وسیع اطلاعات، آمار اختراعات مانند چشمه‌ای پر رونق و حقیقتی عینی تلقی می‌شود. این اطلاعات در دسترس می‌باشند و ارتباط مشخصی با قدرت خلاقیت دارند و وجود آنها بر مبنای موارد عینی و استانداردهایی با حداقل تغییرات

استوار است. بنابراین، اطلاعات بدست آمده از اختراعات به طور گسترده برای شرح قدرت و ضعف کشورها در زمینه‌های مختلف فنی و نمایش جهت گیریهای فنی بکار رفته‌اند. اطلاعات مربوط به اختراعات همچنین می‌تواند تمایلات جدید در زمینه تغییرات فناوری را آشکار سازد و نمایشگر خوبی برای فعالیتهای فناوری باشد که می‌توانند به موفقیت بازار منتهی شوند. TSIها که برای دستیابی به توانایی کشورها در زمینه نانوتکنولوژی بکار گرفته می‌شوند، اطلاعات موجود در اختراعات را مورد استفاده قرار می‌دهند.

شکل (۳) منحنی TSIها را براساس مطالعه آماری اختراعات ارایه می‌نماید. چهار جزء

که منحصراً بر حسب قدرت فنی بیان می‌شوند عبارتند از:

I - اعطاء جواز ثبت اختراع جهت توسعه بیشتر علوم (دانش)

II - توانایی کارایی‌های اقتصادی (بازار)

III - اولویتهای محلی (منطقه)

IV - حضور بین المللی (جهان)

TSIها مبتنی بر آمار اختراعات بوده، می‌توانند برای دستیابی به قدرت فناوری کشور،

ناحیه، بخش یا شرکت واحدی بکار رود.

عوامل محلی و جهانی، خود در گسترش فناوریها و اختراعات مؤثراند. شواهد بدست

آمده از مطالعات ابتکاری حاکی از اهمیت دو ارتباط متقابل در گسترش فناوریها می‌باشد که

عبارتند از جهانی‌سازی و محلی‌سازی. استعدادها و دانش‌های پیشرفته محلی از ارتباط متقابل

توسعه فنی و اقتصادی جهانی بهره‌مند می‌شوند، درحالیکه نوآوریهای فنی جهانی بیانگر خلاقیت

در منطقه بروز آنها هستند.

دانش و بازار، توانایی ذاتی این اختراعات را مشخص می‌نماید. بطور ذاتی، این

اختراعات سبب پیشرفت دانش شده و ابزاری توانا برای بهره‌برداری اقتصادی و تجاری علوم

ارائه می‌کنند. با این حال این امر بطور خودکار اتفاق نمی‌افتد و اختراعات ثبت شده می‌توانند به دلایل گوناگون برای زمانهای طولانی، بی‌مصرف باقی بمانند. اگر یک اختراع (یا گروهی از آنها) قدرت فنی را فراهم سازد، لازم است توانایی چشمگیر خود را مثلاً از طریق پیشبرد دانش و یا تجاری‌سازی آن آشکار نماید.

در این مقاله به چهار شاخص وابسته به اختراعات ثبت شده که جهت ارزش گذاری توانایی‌های فناوری بکار گرفته می‌شوند پرداخته شده است. این TSIها در کشور مورد بررسی عبارتند از:

۱) شاخص محلی: شاخص تخصصی‌سازی فناوری (TS)؛ سنجشی برای توسعه فناوریها یا مزیت نسبی فناوری محلی به استانداردهای بین‌المللی است. پاسی و همکارانش ارزش اطلاعاتی این شاخص را که تفاوت‌های بخش اختراعات در اقتصاد ناحیه (یا محل) را با اقتصاد جهان مقایسه می‌کند مورد تأکید قرار داده‌اند. این شاخص به شرح زیر بیان می‌شود:

$$TS_{ij} = (p_{ij} / \sum_i p_{ij}) / (\sum_j p_{ij} / \sum_i \sum_j p_{ij})$$

که در آن نشان دهنده اختراعات در بخش i ام (مانند نانوتکنولوژی) است که توسط ساکنین کشور j ام ابداع شده‌اند. نسبت $(p_{ij} / \sum_i p_{ij})$ نمایانگر اختراعات در بخش i ام از کشور j ام نسبت به تمام اختراعات در کشور j ام می‌باشد. در حالیکه نسبت $(\sum_j p_{ij} / \sum_i \sum_j p_{ij})$ بر کل اختراعات بخش i ام در تمام کشورها نسبت به تمام اختراعات در تمامی کشورها دلالت دارد. بنابراین TS_{ij} قدرت نسبی بخشی i ام در کشور j ام را نسبت به بخش i ام در تمامی کشورها منعکس می‌سازد. در صورتیکه برای بخش i ام، از کشور j ام $TS_{ij} > 1$ باشد، این امر نشان‌دهنده قدرت فناوری در سطح ملی در مقایسه با قدرتهای بین‌المللی است. هر چه ارزش TS_{ij} بیشتر باشد، فوائد فناوری وابسته به آن بیشتر خواهد بود.

۲) شاخص جهانی: شاخص اثر جهانی فناوریها در یک عرصه خاص، نسبت سهم اختراعات (PS) مربوط به یک فناوری مشخص در یک کشور نسبت به کل اختراعات در همان عرصه می باشد.

$$PS_{ij} = P_{ij} / \sum_j P_{ij} \quad (0 \leq PS_{ij} \leq 1)$$

که PS_{ij} نشان دهنده سهم بخش i ام از کشور j ام نسبت به کل اختراعات این بخش در بین تمامی کشورها است.

۳) شاخص دانش: نرخ ارجاعات (CR)؛ کارایی یک اختراع را در اختراع‌های بعدی و بنابراین در ایجاد دانش جدید می‌سنجد. CR به عنوان یک شاخص، متناسب با کل تعداد اختراعات انجام شده در یک بخش از کشور و به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$CR_{ij} = C_{ij} / P_{ij} \quad \text{یا} \quad CR_j = C_j / P_j$$

C_{ij} نشان دهنده تعداد ارجاعات برای تمام اختراعات در بخش i ام از کشور j ام است. $C_j = \sum_i C_{ij}$ کل تعداد ارجاعات برای تمامی اختراعات در کشور j ام و $P_j = \sum_i P_{ij}$ تعداد کل اختراعات در کشور j ام است. هر اندازه CR بیشتر باشد، اختراعات با تداوم بیشتری مورد ارجاع قرار می‌گیرند. جمع‌آوری CR از اطلاعات اینترنتی US PTO کار بسیار زمان‌بری است؛ لازم است هر اختراع در ایالات متحده از نظر رجوع توسط اختراعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد. در صناعی که تعداد اختراعات نانوتکنولوژی خیلی بیشتر از است، CR می‌تواند با روش‌های نمونه‌برداری بخوبی تخمین زده شود.

۴) شاخص بازار: هنگامیکه درخواست ثبت اختراع پذیرفته شد و متعاقباً مجوز ثبت اختراع صادر شد، درخواست کننده می‌تواند حق بهره‌برداری تجاری از این اختراع را به افراد و یا شرکتهایی در یک یا چند کشور واگذار نماید. نرخ اختراعات ثبت شده (RAP) در یک

عرصه مشخص، دیدی تقریبی از بهره‌برداری تجاری اختراعات ارایه می‌دهد. هنگامیکه یک اختراع ثبت می‌شود، نمونه قانونی آن به تجاری سازی نزدیکتر است و انتظار می‌رود اختراعات ثبت شده شانس بیشتری در موفقیت تجاری داشته باشند. با این وجود، این بدان معنی نیست که اختراع ثبت نشده نمی‌تواند از لحاظ تجاری مورد استفاده قرار گیرد. ثبت یک اختراع تمایل آشکار به استفاده از اهداف تجاری را آشکار می‌سازد. نرخ ثبت اختراع به شکل زیر تعیین می‌شود.

$$RAP_{ij} = AP_{ij} / P_{ij}$$

که AP_{ij} تعداد اختراعات ثبت شده در بخش i از کشور j است. RAP_{ij} هنگامی برابر صفر است که هیچ اختراع ثبت شده‌ای در بخش i از کشور j وجود نداشته باشد و زمانی برابر واحد خواهد بود که تعداد اختراعات بخش i از کشور j ثبت شده است برابر تعداد اختراعات در بخش i از کشور j باشد که توسط ساکنین آن ابداع شده است. هرگاه $AP_{ij} > P_{ij}$ باشد، مانند هنگامیکه اختراعات بخش i از کشور j که توسط ساکنینی غیر از ساکنین کشور j ابداع شده است توسط افراد و یا شرکت‌هایی در کشور j ثبت شده باشد، این نسبت می‌تواند از واحد فراتر رود.

هیچ یک از آمار اختراعات بدست آمده در TSIها دارای بعد زمان نمی‌باشند. هنگامی که توزیع اختراعات متناسب است می‌توان چنین آمارهایی را در طول بازه زمانی گسترده‌ای ارائه نمود و زمانی که تمرکز اختراعات در دوره خاصی بالا می‌رود می‌توان آمار را در بازه زمانی کوتاهتری ارائه کرد. مثلاً در صورتی که تایوان، کره و استرالیا به عنوان اعضاء کوچک ولی در حال رشد عرصه‌نانو، قصد بروز قدرت فناوری در توسعه خود را داشته باشند، این امر عمدتاً براساس فعالیتهای اختراعی زیادی که از سال ۱۹۹۸ اتفاق افتاده است صورت خواهد گرفت.

تشخیص توان فناوری و تجاری از همدیگر بسیار مهم است، زیرا توان فناوری لزوماً

توان تجاری را در پی نخواهد داشت. برای مثال نارپن و همکارانش دریافتند که اطلاعات اختراعات بطور مستقیم با ابعاد متفاوتی از قدرت فناوری شرکت مرتبط است، نه با عملکرد اقتصادی آن. فرض کنید کشوری در ایجاد فناوریهای زیستی، و به طور خاص در فناوریهای نوآرایی DNA موفق باشد. قرار گرفتن این کشور در موقعیت توسعه تجاری، وابسته به قابلیت مالکیت این فناوری خواهد بود. سیستم ملی ابداعات، مقررات دولتی و نظامهای اجتماعی در بین سایر سازمانها، نقش مهمی در چنین بهره‌برداری تجاری بازی می‌کنند.

۴ - رده‌بندی بین‌المللی در زمینه نانوتکنولوژی

جدول (۱) ارزش‌های سه نمونه از شاخص‌های بکار رفته در شکل (۳) در مورد نانوتکنولوژی که عبارت بودند از فهرست TS، PS و RAP را برای ۱۲ کشور خارجی صاحب اختراع در ایالات متحده امریکا را نشان می‌دهد. این سه شاخص با استفاده از اطلاعات بدست آمده از US PTO در بازه زمانی سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ محاسبه شده‌اند. با وجودیکه اطلاعات مربوط به سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۰ ناقص است، داده‌های مربوط به دوره ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ امکان سنجش دقیق کشورها را بر اساس تعداد کل اختراعات ثبت شده، در زمان استخراج اطلاعات (۵ مارس ۲۰۰۲) فراهم می‌سازد. بدلیل محدودیتهای موتور جستجو در سایت US PTO و ماهیت بومی این اختراعات، این تحلیل، مخترعین ایالات متحده را شامل نمی‌شود.

از بین ۱۲ کشور خارجی صاحب اختراع در ایالات متحده امریکا، که عبارتند از ژاپن آلمان، فرانسه، کانادا، سوئیس، ایتالیا، هلند، تایوان، سوئد، انگلستان، کره و استرالیا، بیشترین تعداد اختراعات نانوتکنولوژی با رقم ۳۸۵۰ اختراع یا ۳۴٪ کل اختراعات ثبت شده توسط این کشورها از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ به ژاپن اختصاص یافته است. فرانسه با ۱۸۱۷ (۱۶٪) و آلمان با ۱۵۲۴ (۱۴٪) اختراع به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. عملکرد این ۱۲ کشور بر

اساس تعداد اختراعات (تعداد اختراع به ازاء هر میلیون نفر جمعیت در سال ۲۰۰۰)، نسبتاً متفاوت است. سوئیس با نسبت ۶۹ اختراع در زمینه نانوتکنولوژی بر میلیون نفر در مقام نخست و کانادا با ۴۰ اختراع در مقام دوم قرار دارد. فرانسه و ژاپن نسبتاً موقعیت قدرتمند خود را به ترتیب در جایگاه سوم و چهارم حفظ نموده‌اند در حالیکه آلمان با ۱۹ اختراع به مقام ششم نزول کرده است.

فرانسه بیشترین شاخص TS را با مقدار ۱/۴۲ دارد که مشخص کننده وجود ویژگیها و اهمیت محلی نانوتکنولوژی در این کشور می‌باشد. این رده‌بندی توسط استرالیا با ۱/۳۸ و انگلستان با ۱/۳۷ و کانادا با ۱/۳۳ از شاخص TS دنبال می‌شود. به این ترتیب، در سطح ملی، این چهار کشور بر تلاش‌های پژوهش و توسعه و ایجاد توسعه و نوآوریهای در زمینه نانوتکنولوژی متمرکز بوده و موقعیت بالاتری نسبت به میانگین تمرکز اختراعات در زمینه نانوتکنولوژی دارند. هیچ یک از کشورهای باقیمانده شاخص TS بیشتر از واحد ندارند. گذشته از این، میانگین مقدار TS، ۰/۸۴ است که نشان می‌دهد نانوتکنولوژی بطور کلی اهمیت محلی خاصی برای این گروه از کشورهای پیشگام ندارد.

مقدار PS در بین تمامی اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در ایالات متحده برای ژاپن ۹/۰۵٪، فرانسه ۴/۲۶٪ و آلمان ۳/۵۷٪ می‌باشد. نیمی از کشورها (مانند هلند، ایتالیا، استرالیا، تایوان، سوئد و کره) PS کمتر از ۱٪ و سهم کمتر از ۴٪ در بین اختراعات نانوتکنولوژی ثبت شده در ایالات متحده دارند. در صورتیکه کشوری تمایل به تأثیر بر توسعه جهانی این نوع از فناوریها داشته باشد، چنین تلاشهایی باید به شکل چشمگیری افزایش یابد.

جدول ۱- شاخصهای قدرت برای اختراعات نانوتکنولوژی کشورها در US PTO بین سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۲

توجه: ۱- اطلاعات در ۵ مارس ۲۰۰۲ استخراج شده است و ۲- تمرکز اختراعات بر حسب میلیون نفر جمعیت در سال ۲۰۰۰ داده شده است.

کشور	تعداد اختراعات P	تمرکز اختراعات PI	شاخص TS	PS	RAP
ژاپن	۳۸۵۶	۳۰	۰/۵۱	۹/۰۵	۰/۹۷
فرانسه	۱۸۱۷	۳۱	۱/۴۲	۴/۲۶	۰/۸۵
آلمان	۱۵۲۴	۱۹	۰/۵۰	۳/۵۷	۰/۷۴
کانادا	۱۲۴۹	۴۰	۱/۳۳	۲/۹۳	۰/۴۸
انگلستان	۶۰۳	۱۰	۱/۳۷	۱/۴۱	۰/۵۵
سوئیس	۵۰۲	۶۹	۰/۸۳	۱/۱۸	۰/۵۵
هلند	۳۸۴	۲۴	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۵۹
ایتالیا	۳۳۴	۶	۰/۶۲	۰/۷۸	۰/۶۶
استرالیا	۳۱۳	۱۶	۰/۳۸	۰/۷۹	۰/۷۵
تایوان	۲۵۳	۱۱	۰/۴۰	۰/۵۹	۰/۸۸
سوئد	۱۷۹	۲۰	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۷۰
کره	۱۷۵	۴	۰/۴۴	۰/۱۴	۰/۸۱
میانگین	۹۳۲	۲۳	۰/۸۴	۲/۱۹	۰/۷۱

جدول ۲- ارجاعات و سهم اختراعات نانوتکنولوژی، ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ (اطلاعات در ۵ مارس ۲۰۰۲ استخراج شده است)

کشور	CR (رتبه)	CR برای اختراعات مورد ارجاع (رتبه)	حداکثر ارجاعات به یک اختراع (رتبه)	PS از سال ۱۹۹۸ (رتبه)
کانادا	۶/۰۰ (۱)	۹/۲۲ (۲)	۱۰۶ (۴)	۲۲ (۹)
سوئیس	۵/۸۲ (۲)	۹/۹۴ (۱)	۱۳۶ (۳)	۲۲ (۹)
هلند	۵/۰۰ (۳)	۷/۴۸ (۴)	۵۲ (۸)	۱۷ (۱۱)
سوئد	۴/۹۵ (۴)	۸/۵۳ (۳)	۴۹ (۱۰)	۲۵ (۷)
ژاپن	۴/۵۹ (۵)	۶/۸۲ (۵)	۱۴۹ (۲)	۲۶ (۵)
آلمان	۴/۱۷ (۶)	۶/۶۴ (۷)	۸۷ (۵)	۲۴ (۸)
ایتالیا	۳/۸۹ (۷)	۶/۶۵ (۶)	۶۲ (۷)	۳ (۱۲)
فرانسه	۳/۸۸ (۸)	۶/۶۳ (۸)	۲۸۳ (۱)	۲۶ (۵)
تایوان	۳/۴۰ (۹)	۶/۲۸ (۱۰)	۳۶ (۱۱)	۵۲ (۱)
استرالیا	۲/۷۵ (۱۰)	۶/۴۳ (۹)	۵۰ (۹)	۴۸ (۳)
انگلستان	۲/۶۳ (۱۱)	۶/۰۶ (۱۱)	۶۴ (۶)	۴۰ (۴)
کره	۲/۳۵ (۱۲)	۵/۵۱ (۱۲)	۳۰ (۱۲)	۴۹ (۲)
میانگین	۴/۱۲	۷/۱۸	۹۲	۲۹/۵

RPA که شاخصی جهت سنجش تقریبی توسعه تجاری اختراعات و سمت‌گیری تجاری می‌باشد برای ژاپن ۰/۹۷، برای تایوان ۰/۸۸ و برای فرانسه ۰/۸۵ می‌باشد. بنظر می‌رسد این کشورها تقاضای تجاری قدرتمندی در زمینه اختراعات ثبت شده نانوتکنولوژی در ایالات متحده دارند. کانادا، انگلستان و سوئیس با حمایت از متخصصین نانوتکنولوژی با توجه به اینکه کمترین RAP را دارند، بنظر می‌رسد بشکل پویایی به جهت‌گیری تجاری پرداخته‌اند.

از بین ۴ مورد تشکیل دهنده TSIها، بنظر نمی‌رسد CR اختراعات، بطور تجربی در متون علمی تحلیل شده باشد. با وجودیکه این شاخص اطلاعات مفیدی را دربر می‌گیرد، اینطور بنظر می‌رسد که به جدید بودن اختراع بسیار حساس است. اگر اختراعی به تازگی ثبت شده باشد، غیر واقعی خواهد بود اگر انتظار داشته باشیم آن اختراع در توسعه فناوری مؤثر بوده و بنابراین در درخواستهای جواز ثبت اختراع بعدی به خوبی فراخوانده شود. این موضوع به طور کل در زمینه اختراعات نانوتکنولوژی صادق است. نزدیک به اکثر اختراعات در کشورهایی همانند تایوان (۵۲٪)، کره (۴۹٪) و استرالیا (۴۸٪) که از سال ۱۹۹۸ پذیرفته شده‌اند، متعاقباً در سالهای ۱۹۹۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ مورد ارجاع قرار گرفته‌اند (جدول ۲ را ببینید). شگفت آور نیست که این چنین اختراعاتی آشکارا مقدار CR پایینی به خود اختصاص دهند.

جدول (۲) مقادیر CR را برای ۱۲ کشور خارجی صاحب اختراع در ایالات متحده امریکا را نشان می‌دهد. میانگین CR، ۴/۱۲ می‌باشد و کانادا و سوئیس به ترتیب با CR برابر ۶/۰۰ و ۵/۸۲، بیشترین ارجاعات در هر اختراع را داشتند. هنگامیکه CR تنها برای اختراعاتی محاسبه شود که به آنها رجوع شده است، دو کشور برجسته‌ای که همچنان پیشاپیش ده کشور دیگر قرار دارند، سوئیس با ۹/۹۴ و کانادا با CR برابر ۹/۲۲ هستند. چهار کشور پائینی در جدول شماره (۲) حدود ۵۰٪ از جواز ثبت اختراعات نانوتکنولوژی خود را از سال ۱۹۹۸ دریافت

کرده‌اند که زمان کافی برای فراخوانی در صدور جواز ثبت اختراعات بعدی نداشته است. برای اختراعات نانوتکنولوژی منتشر شده، فرانسه به وضوح پیشگام بیشترین تعداد مراجعات به یک اختراع (۲۸۳ مرتبه) است و بدنبال آن ژاپن با ۱۴۹ و سوئیس با ۱۳۶ قرار دارند. نکته جالب این است که دو کشوری که اختراعات آنها بیشترین ارجاعات را داشته است، کانادا و سوئیس، در بین سه کشور مطرح براساس سه شاخص دیگر قرار ندارند. بنابراین تلاشهای این دو کشور به شکل گسترده‌ای بر توسعه دانش متمرکز می‌باشد.

جدول ۳-رتبه بندی کشورها بر حسب اختراعات ثبت شده در USPTO بین سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰
توجه: اطلاعات در ۵ مارس ۲۰۰۲ استخراج شده است.

رتبه	میانگین	CR	RAP	PS	TS	کشور
۱	۳/۵	۸	۳	۲	۱	فرانسه
۲	۳/۸	۵	۱	۱	۸	ژاپن
۳	۵/۳	۱	۱۲	۴	۴	کانادا
۴	۶/۰	۶	۶	۳	۹	آلمان
۴	۶/۰	۳	۹	۷	۵	هلند
۴	۶/۰	۲	۱۰	۶	۶	سوئیس
۷	۶/۵	۱۰	۵	۹	۲	استرالیا
۸	۷/۳	۱۱	۱۰	۵	۳	انگلستان
۹	۷/۵	۷	۸	۸	۷	ایتالیا
۱۰	۸/۰	۴	۷	۱۱	۱۰	سوئد
۱۱	۸/۳	۹	۲	۱۰	۱۲	تایوان
۱۲	۹/۵	۱۲	۴	۱۲	۱۰	کره

جدول (۳) رده‌بندی ۱۲ کشور خارجی صاحب اختراع در ایالات متحده آمریکا را بر

اساس چهار شاخص TS، RS، RAP، CR به همراه مقدار میانگین هر یک نشان می‌دهد. فرانسه نخستین کشور بوده و پس از آن ژاپن و کانادا قرار دارند. با وجودیکه این سه کشور قویترین عملکرد را در بین این ۱۲ کشور دارند، عملکرد فرانسه بطور فوق‌العاده‌ای در این رده‌بندی‌های کشوری در بین سه کشور مطرح در سه شاخص از چهار شاخص، برجسته می‌باشد و در شاخص چهارم نیز موقعیت متوسطی دارد. ژاپن در رتبه نسبتاً بالایی در ۲ شاخص از ۴ شاخص قرار دارد،

در حالیکه توسعه نانوتکنولوژی در این کشور یک اولویت ملی بنظر نمی‌رسد. قدرت کانادا در ارجاعات و توسعه دانش فناوری است و این در حالیکه تجاری‌سازی سریع اختراعات ثبت شده در این کشور چندان مهم بنظر نمی‌رسد. هلند و سوئیس، CRهای بالا، استرالیا و انگلستان شاخص TS بالا و تایوان و کره RAP بالا دارند.

۵- نتیجه‌گیری

انتظار می‌رود نانوتکنولوژی تأثیر چشمگیری در جامعه، اقتصاد و محیط زیست داشته باشد. شاخص‌های قدرت فناوری وسیله مناسبی برای دستیابی به قابلیت‌هایی در حوزه نانوتکنولوژی بنظر می‌رسند. این شاخصها براساس آمار اختراعات ارائه شده برای ۱۲ کشور خارجی صاحب اختراع در ایالات متحده امریکا، تاکیدهای متفاوتی را در توسعه نانوتکنولوژی آشکار ساختند. براساس شواهد تجربی، فرانسه با TS حدود ۱/۴۲، PS حدود ۴/۲۶، RAP حدود ۰/۸۵ و CR حدود ۳/۸۸ فعالترین کشور می‌باشد. ژاپن با وجود رتبه بالا در PS و RAP در مرتبه دوم رده‌بندی قرار دارد، در حالیکه نانوتکنولوژی در این کشور یک اولویت ملی محسوب نمی‌شود و CR آن فقط اندکی از میانگین بیشتر است. کانادا در کل در مقام سوم قرار دارد و بیشترین مقدار CR در حدود ۰/۴۸ را در بین ۱۲ کشور دارد. شباهتهایی در بین ۹ کشور باقیمانده وجود دارد. برای مثال بنظر می‌رسد نانوتکنولوژی در استرالیا و انگلستان یک اولویت ملی است. در تایوان و کره جهت‌گیری تجاری به وضوح مشاهده می‌شود که به ترتیب RAP حدود ۰/۸۸ و ۰/۸۱ دارند که آنها را در مقامهای دوم و چهارم قرار می‌دهد. بنظر می‌رسد سوئیس، هلند و سوئد تأثیرات بیشتری بر توسعه دانش فناوری داشته باشند و CR آنها به ترتیب ۵/۸۲، ۵/۰۰ و ۴/۹۵ می‌باشد و آنها را در مقامهای دوم، سوم و چهارم قرار می‌دهد. ایتالیا مانند آلمان در تمامی شاخص‌ها در موقعیت متوسطی قرار دارد.

یافته‌های این مقاله نشان می‌دهد که مهارت و قدرت در زمینه نانوتکنولوژی بطور یکسان در بین کشورهای صنعتی پیشرفته که به این پیشرفت‌ها با سیاست‌گذاری‌ها و اولویتهای متفاوتی نزدیک می‌شوند، توزیع نشده است. برخی از کشورها براساس شاخص‌های متفاوت موقعیت بهتری دارند و اخیراً در حال گسترش پایه و بنیانی برای اثرات آینده این گروه از فناوریها می‌باشند.

۶- سپاسگذاری

در ابتدا نویسنده اول قصد دارد از حمایت مالی هیئت تحقیق استرالیا، امتیاز خاص تحقیقاتی در دانشگاه ماردوخ و دانشکده اقتصاد دانشگاه استرالیای غربی قدردانی نموده و نویسنده دوم نیز از هیئت تحقیق استرالیا بدلیل حمایت‌های اقتصادی سپاسگذاری می‌نماید.

منبع: Nanotechnology 14 (2003) R1-R7