

دیدگاه

علم و فناوری نانو در پژوهشگاه

هاشم رفیعی تبار*



علم نانو (Nano-science) و فناوری مستکی بر آن، یا به اختصار، فناوری نانو (Nano-technology)، در کنار علوم و فناوری‌های مرتبط با زیست‌شناسی و ژنتیک مولکولی، و علوم و فناوری اطلاعات، مؤلفه‌های انقلاب سوم علمی-صنعتی عصر جدید را تشکیل می‌دهند. این انقلاب ادامه منطقی انقلابات علمی-صنعتی اول و دوم است که منجر به پیدایش علوم و فناوری‌های مقیاسهای میکرو و میکروگشتند. انقلاب سوم، و به ویژه مؤلفه‌های علوم و فناوری مقیاس نانو در آن، برای اولین بار در تاریخ جوامع بشری امکان دستکاری و دخالت عمدی و اختیاری در خواص و سازماندهی ماده فیزیکی در اساسیترین سطوح آن، یعنی مقیاسهای زیر اتمی، اتمی و مولکولی، را فراهم خواهد آورد. علم نانو، ایجاد دانشهای بنیادی برای اعمال کنترل کامل بر ساختار و عملکرد ماده فیزیکی در مقیاسهای اتمی و مولکولی را هدف خود قرار داده است و فناوری نانو نوید می‌دهد که این دانشها در آینده‌ای نه‌چندان دور در قالب مهندسی در آیند.

از طریق فناوری نانو خواهیم توانست با جایگذاری تک اتم‌ها و تک مولکولها در کنار یکدیگر، از پایین به بالا، ساختارهای نوینی را، که به نانو ساختارها (nano-structures) موسوم‌اند، و دارای خواص و عملکردهای کاملاً نوین می‌باشند، به‌وجود آوریم، و با استفاده از این ساختارها، دستگاهها، ادوات و قطعات فوق ریزی که در مقیاسهای طولی و زمانی بسیار تقلیل یافته فعالیت می‌کنند تولید نماییم. نانو ساختارها سنگ بنای فناوری نانو هستند. از نظر اندازه در فاصله بین ساختارهای مولکولی و ساختارهای میکرونی قرار دارند. از تعداد قابل شمارشی از اتمها تشکیل می‌شوند و نسبت سطح به حجم آنها بسیار بالاست. شکل جدیدی از ماده فیزیکی‌اند که برای درک خواص آنها، به ویژه خواص الکترونی و مغناطیسی آنها، باید به مفاهیم بسیار پیشرفته مکانیک کوانتومی دستگاههای بس ذره‌ای متوسل شد. از آنجایی که خواص مواد قویاً به اندازه اجزاء تشکیل دهنده آنها، یا ریزدانه‌های آنها وابسته است، موادی که ریزدانه‌های آنها در مقیاس نانو طراحی می‌شوند از کیفیتهای نوینی بر خوردارند که در مواد معمولی موجود نیستند. نانو ساختارها در همه زمینه‌ها به چشم می‌خورند، چه در دستگاههای زنده و چه غیر زنده. وجود نانو ساختارهای زیستی، از قبیل آنزیمها، گواه بر این واقعیت است که طبیعت خود بهترین شکل فناوری مقیاس نانو را به‌وجود آورده است.

علوم سنتی، یعنی فیزیک، شیمی، ریاضیات، زیست‌شناسی، ژنتیک، علم مواد، مهندسی و پزشکی، که در مقیاسهای میکرو و میکرو حوزه‌های فعالیت مجزا و مستقلی هستند، در مقیاس نانو به سمت اصول، ساختارها و ابزارهای واحدی گرایش می‌یابند. در نتیجه، علوم و فناوری نانو عمیقاً میان رشته‌ای بوده و دستاوردهای بس شگرفی برای بشریت خواهند داشت و افقهای کاملاً جدیدی را برای پیشرفت و بهروزی جوامع و مبارزه موثر با بیماریها و گرسنگی خواهند گشود.

باسمه تعالی

در این شماره:

- علم و فناوری نانو در پژوهشگاه
- اولین آزمایشگاه محاسباتی در ایران
- آشنایی با دو تن از اعضای جدید دوره‌های پست‌دکتری پژوهشگاه
- یک خبر از پژوهشگاه
- آنچه در نیمه اول سال ۱۳۸۱ گذشت
- برنامه فعالیتهای پژوهشگاه در نیمه دوم سال ۱۳۸۱
- کارگاه «روشهای همولوژیک در جبر جابه‌جایی»
- میهمانان پژوهشگاه

عموم قرار خواهد گرفت. در این گزارش، با توجه به الزامات ملی که در ارتباط با این حوزه‌های نوین قرار دارند، از جمله اعلام گشته است:

۱. اکنون کشور فاصله چندانی با سایر کشورهای فعال در زمینه علوم و فناوری نانو ندارد. در راستای همگامی با فعالیتهای جهانی، که صفت مشخصه آن افزایش مستمر فعالیتهای و افزایش سال به سال بودجه‌ها در عرصه فناوری نانو می‌باشد، ایجاد و توسعه علوم و فناوری نانو در ایران باید به‌عنوان یک امر خطیر و اجتناب ناپذیر ملی مورد حمایت همه جانبه مادی و معنوی دستگاههای اجرایی کشور در بالاترین سطوح آنها قرار گیرد. همگام نشدن با این جریان جهانی می‌تواند علاوه بر اثرات منفی بر اقتصاد ملی، منجر به دور ماندن علوم و فناوری کشور از کاروان علوم و فناوری‌های قرن بیست و یکم گردد.

۲. ایجاد یک شبکه ملی از مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، و دانشکده‌ها جهت پیشبرد یک برنامه ملی آموزشی (کارشناسی ارشد به بالا) و پژوهشی برای تربیت نیروهای متخصص در علوم و فناوری نانو متری.

۳. انجام پژوهشهای بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای در کوتاه مدت، میان مدت، و دراز مدت و رسیدن به مرحله تولید انبوه صنعتی تا پایان برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۳) و کوشش در به دست آوردن سهمی از بازار پیش بینی شده یک هزار میلیارد دلاری فناوری نانو تا ۱۵ سال آینده.

۴. ایجاد جامعه‌ای مستقل از متخصصین علوم و فناوری نانو که به‌طور مشخص بر روی پیشبرد این حوزه میان رشته‌ای تمرکز کرده و از پشتیبانی‌های لازم در مقیاس ملی برخوردار باشد.

۵. تدوین یک برنامه دقیق و محاسبه شده ۵ ساله به‌منظور محور ساختن ایران در پژوهشهای علمی و فناوری نانو در منطقه...

با عنایت به ضرورت حرکت سریع در راستای بر پاسازی نهادهای لازم پژوهشی در حوزه‌های علوم و فناوری مقیاس نانو، و با در نظر داشت تخصصهای پیشرفته موجود در پژوهشگاه دانشهای بنیادی (IPM) و حمایتهای همه جانبه ریاست و رؤسای سایر پژوهشکده‌های پژوهشگاه، طرح ایجاد پژوهشکده چهارم پژوهشگاه (پژوهشکده علوم نانو) با هدف:

۱. راه اندازی پژوهشهای بنیادی در علوم مقیاس نانو در عالیترین سطوح کیفی

۲. کمک به اشاعه علوم و فناوری مقیاس نانو در سراسر کشور

۳. تربیت نسل جدیدی از پژوهشگران

۴. ایجاد نهاد پژوهشهای میان رشته‌ای

۵. کمک به محور ساختن کشور در حوزه علوم و فناوری نانو در منطقه،

اعلام می‌گردد. اهداف پژوهشکده در سالهای نخست پس از ایجاد آن شامل زمینه‌های زیر خواهد بود:

• راه‌اندازی پژوهشهای بنیادی میان رشته‌ای در شاخه علوم نانو متری نظری و محاسباتی به منظور ایجاد دانشهای بنیادی در زمینه خواص و

رسیدن به مقیاس نانو از طریق رویکرد از پایین به بالا یکی از گزینه‌های علم و فناوری نانو است. رویکرد دیگر در علم و فناوری نانو، رویکرد از بالا به پایین، یا بیرون کشیدن نانو ساختارها از درون ساختارهای بزرگتر است. این رویکرد، به نام «برنامه کوچک سازی» (miniaturization program) مشهور گشته است و همراه با رویکرد اول، بسترهای اساسی برای پیشرفت برنامه عظیم جهانی علوم و فناوری نانو هستند.

علوم و فناوری نانو، همراه با فناوری زیستی متکی بر ژنتیک مولکولی که در برنامه بزرگ ژنوم انسانی متجلی گشته است، و فناوری اطلاعات که با پیشرفت عظیم قدرت محاسباتی رایانه‌ها، در شکل ابر رایانه‌ها، سکوی گرافیک محاسباتی و رایانه‌های فردی، جهش‌وار به پیش می‌رود، میانی علم و فناوری قرن بیست و یکم را تشکیل می‌دهند و سیمای پیشرفت جوامع بشری را تا حداقل پنجاه سال آینده ترسیم می‌کنند.

نگاهی به رشد و گسترش علوم و فناوری نانو در سطح جهان در طی ۵ سال گذشته به‌روشنی نشان می‌دهد که این رشته در تمامی کشورهای رشد یافته صنعتی و در بسیاری از کشورهای در حال رشد، که هم طراز ایران هستند، از اولویت بسیار بالایی ملی برخوردار بوده است. این رشد مستمر از یکسو، و عدم فعالیت کشورهای اسلامی منطقه از سوی دیگر، الزاماتی را در مقابل علم و فناوری کشورمان، به مثابه مهمترین کشور منطقه، قرار می‌دهد. پیشرفت روزافزون علوم و فناوری نانو در کشورهای پیشرفته، دیر یا زود امکان تولید مواد پیشرفته و انرژی ارزان توسط این کشورها را فراهم خواهد ساخت و وابستگی کشورهای صنعتی به مواد خام تولید شده در کشورهای نظیر ایران را از وضعی که تا به حال موجود بوده است خارج ساخته و اقتصاد کلان کشورهای صادرکننده مواد خام را دستخوش مشکلات چشمگیری خواهد کرد. ایران، در صحنه دو انقلاب صنعتی اول و دوم هیچ‌گونه حضوری نداشته و در بهترین حالت مصرف کننده فرآورده‌های آنها بوده است. پیدایش علوم و فناوری نانو این امکان را برای ما بوجود می‌آورد که بتوانیم به‌طور خلاق در انقلاب سوم شرکت فعال داشته باشیم و اقتصاد کلان خود را گام به گام از وابستگی به تولید و فروش تک محصولی خارج سازیم و آن را بر پایه یک زیرساخت علمی و صنعتی پیشرفته بنا کنیم و از سوی دیگر پرچم‌دار این انقلاب در منطقه گردیم و زمینه‌های لازم را برای گذار کشور از مرز جهانی سوم و دوم، که اکنون در آن قرار داریم، به جرگه کشورهای جهان دوم فراهم آوریم. از طرف دیگر، نظر به پیچیدگی فرآورده‌های این فناوری نوین، کشور ما باید دانشهای بنیادی را در این زمینه دارا باشد که در صورت نیاز به انتقال برخی از جلوه‌های این علم و فناوری از خارج، توان ارزیابی مرغوبیت فناوری دیگران را نیز داشته باشد.

با عنایت به این داده‌ها، در بهمن ماه ۱۳۸۰ به دعوت معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، کمیته‌ای جهت مطالعه امکان ایجاد و توسعه علوم و فناوری مقیاس نانو با مسئولیت اینجانب و با شرکت تعدادی از استادان فعال کشور در این زمینه تشکیل شد و در طی چند ماه فعالیت گسترده و متمرکز گزارش مسبوطی تهیه کرد که در ماههای آینده در اختیار

- راه‌اندازی پژوهش‌های پست دکتری برای تربیت کادر فوق تخصصی.
 - برپایی سمینارها، همایشها و نشستهای دوره‌ای ملی و بین‌المللی جهت ایجاد بسترهای مناسب برای همکاریهای بین‌المللی، گفتگوی تمدنها و جلب همکاری متخصصان ایرانی مقیم خارج از کشور.
- انقلابی در علم و فناوری در مقابل دیدگان ما قرار دارد. مقیاس نانو صرفاً یک قدم دیگر به سوی کوچک‌سازی نیست، بلکه یک مقیاس کیفی نوین است. همان‌طوری‌که دانش در علوم نانو در مقیاس جهان افزایش می‌یابد، احتمال پیشرفتهای علمی بنیادی نیز افزایش خواهد یافت. این به نوبه خود، باعث تغییرات چشمگیر در روشهای شناخت و ایجاد مواد، قطعات و دستگاهها خواهد گردید و برای جوامع بشری تبعات عمیقی به دنبال خواهد آورد. وظیفه ملی ماست که زمان را دریابیم و به‌طور فعال و با برنامه‌ریزی در این انقلاب علمی-صنعتی شرکت کنیم.

*

پژوهشکده فیزیک، پژوهشگاه دانشهای بنیادی

rafi@theory.ipm.ac.ir

<http://www.ipm.ac.ir/IPM/homepage/csl.html>

عملکرد نانو ساختارهای فیزیکی و زیستی، با استفاده از تجهیزات پیشرفته محاسباتی در قالب آزمایشگاههای محاسباتی.

- راه‌اندازی پژوهشهای هدفمند و بنیادی آزمایشگاهی که در ارتباط مستقیم با پژوهشهای نظری و محاسباتی و مکمل آنها باشند. این پژوهشهای آزمایشگاهی که در آزمایشگاههای کوچک و پیشرفته انجام می‌پذیرند هر دو زمینه علم و فناوری نانو را در مورد ساختارهای زیستی و فیزیکی در بر خواهد گرفت. به‌منظور پیشبرد این جنبه از فعالیتهای پژوهشکده، آزمایشگاهی بسیار تخصصی که در برگیرنده وسائلی از قبیل میکروسکوپها روبشی توانی خواهد بود ایجاد خواهد شد.
- انجام پژوهشهای تحت قرارداد برای مراکز صنعتی ملی به منظور تزیین علوم و فناوری مقیاس نانو به درون صنایع سنتی و بهینه سازی فرآوردهای آنها. کوشش در جهت جلب طرحهای پژوهشی از کشورهای خارج و تولید ثروت از طریق صادرات علمی.

- کمک همه جانبه به ایجاد رشته‌های علوم و فناوری مقیاس نانو در دانشگاهها و پژوهشگاههای کشور از طریق انتقال تجربیات، انجام پژوهشهای مشترک بین دانشگاهی و کمک به نهادسازی در این مراکز.
- کمک به ایجاد صنایع پیشرفته مستقل مقیاس نانو در کشور.
- راه‌اندازی دوره‌های آموزشی در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری.

اولین آزمایشگاه محاسباتی در ایران

مانع بهره‌گیری وسیع دانشمندان از نتایج این پیشرفتهای شگرف رایانه‌ای و محاسباتی شده، هزینه تأمین و تعمیر و نگهداری این‌گونه سیستمها بوده است.

ابرایانه‌های سنتی غالباً سیستمهایی با حافظه مشترک با واحدهای پردازش مرکزی (CPUهای) متعدد در یک جا (box) بوده‌اند. این سیستمها همچنین یک شبکه اتصالات درونی داشتند که ارتباط بین CPUها و بین CPUها و زیرسیستم حافظه را آسان می‌ساخت. این زیرسیستم حافظه یا کلاً در یک جا قرار داشت یا به بخشهایی تقسیم شده بود و هر بخش به یک CPU یا گروهی از CPUها وصل بود (تفاوت بین سیستمهای با اتصال محکم و با اتصال ضعیف). این سیستمها (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) کلاً به‌وسیله یک شرکت (یا دسته‌ای کوچک از شرکتها) با هزینه گزاف و بعد از تحقیقات زیاد تولید می‌شدند. در نتیجه، بیشتر پژوهشگران در سراسر دنیا نمی‌توانستند چنین ابرماشینی را در خانه داشته باشند. بهترین کاری که می‌شد انجام داد، ایجاد تعداد محدودی مرکز در کشورهای ثروتمندتری بود که می‌توانستند از عهده خرید این گونه ماشینها برآیند. پژوهشگران در این کشورها، و گاه در کشورهای دیگر، مجاز بودند در این سیستمها «شماره اشتراک» داشته باشند و کارهای محاسباتی را از راه دور به آنها محول کنند. پس از چندی، به‌علت هزینه زیاد و محدودیت افزایش امکانات، ظرفیت این سیستمها دیگر کفاف نمی‌داد و بیشتر کاربران نمی‌توانستند چندان استفاده‌ای

فرامرز والافر *

دانشیار بخش علوم کامپیوتری دانشگاه ایالتی سن دیگو، آمریکا



پیشرفتهای اخیر در فناوری رایانه، تأثیر عظیم بالقوه‌ای را که رایانه می‌تواند بر تقریباً همه زمینه‌ها، از علوم دقیق و فناوری تا علوم انسانی و هنر، داشته باشد، نمایان ساخته است. افزایش شگرف امکانات محاسباتی را عموماً ناشی از پیشرفتهایی می‌دانند که هم در نرم‌افزار و هم در سخت‌افزار حاصل شده است. این دستاوردها به پژوهشگران امکان می‌دهند که مسائل پیچیده‌ای را که قبلاً هرگز بررسی نشده‌اند، مطالعه کنند. نمونه‌های این گونه مسائل را در هر رشته‌ای می‌توان یافت، از بررسی ژنوم انسان در پزشکی و زیست‌شناسی تا بررسی سیستم آب و هوای کل زمین در پیش‌بینی هوا. سیستمهایی که امروز معمولاً آنها را «ابرایانه» می‌نامیم، این نوع بررسیها را در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ امکان‌پذیر ساخته‌اند. ولی عامل محدودکننده‌ای که بیش از همه عوامل