

نقش فناوری نانو در ترویج و تعمیق دانش مدیریت فناوری در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی

محمد امیری^{۱*}، مهسا بهمنش^۲

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، Eng.amirii.mohammad@gmail.com

دانشجوی کارشناسی ارشد جامعه شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

چکیده

نانو فناوری می‌تواند اثر شگرفی بر حوزه‌های گوناگون اجتماعی به خصوص اقتصاد جامعه برای افزایش استانداردهای زندگی و کاهش فقر ایجاد نماید. هدف از بررسی مواد در مقیاس نانو، یافتن طبقه جدیدی از مصالح با عملکردهای نوین است، که آن‌ها را می‌توان به‌عنوان مصالحی با عملکرد ویژه و چند منظوره بیان نمود. در سال‌های اخیر، استفاده از نانومواد در زمینه‌های مختلف علوم مهندسی و پزشکی از دامنه وسیعی برخوردار بوده است. از سوی دیگر فناوری نانو یک حرکت جدید در سیستم‌های تولید مواد ایجاد نموده است. لیکن نگرش ویژه‌ای در زمینه تأثیر فناوری نانو و کاربرد نانومواد در عملکرد بهینه زیرساخت‌های کشور صورت نگرفته است. ترویج و تعمیق دانش مدیریت فناوری نانو می‌تواند در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی از طریق افزایش استانداردهای زندگی و کاهش فقر در کشور موثر باشد. در این پژوهش امکان استفاده از نانومواد در صنایع و علوم پایه متفاوت به منظور توسعه زیرساخت‌های کشور و مدیریت این فناوری در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی مورد مطالعه قرار گرفته است. فناوری نانو به‌خاطر کنترل مواد در مقیاس نانو جهت مراقبت‌های بهداشتی، محیط زیست، حفظ منابع و تقریباً تمام صنایع مورد توجه قرار گرفته است. از مهمترین نتایج این پژوهش می‌توان به نحوه جایگزینی نانومواد جدید به جای مواد قدیمی در زیر ساخت‌های کشور و مدیریت این امر در افزایش رفاه اجتماعی اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: فناوری نانو، مدیریت زیر ساخت‌ها، کاهش فقر، رفاه اجتماعی.

۱- مقدمه

نانو فناوری می‌تواند اثر شگرفی بر حوزه‌های گوناگون اجتماعی به خصوص اقتصاد جامعه برای افزایش استانداردهای زندگی و کاهش فقر ایجاد نماید. فناوری نانو یک حرکت جدید در سیستم‌های تولید مواد ایجاد نموده است، در حالی که مواد بسیار کوچک می‌شوند، خواص جدید قابل توجه‌ای پیدا می‌کنند، که این خواص در سطوح میکرومولکولی یا بزرگتر قابل مشاهده نیست. بعضی از این خواص که موجب شهرت نانومواد شده است به شرح ذیل است [۱-۳].

▪ اندازه ذرات در حدود 10^{-9} متر

۱ و * - کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش مکانیک خاک و مهندسی پی، دانشگاه بوعلی سینا- همدان

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد جامعه شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

- افزایش شدید سطح مخصوص
- آشکار ساختن جذابیت‌ها و خواص مفید
- افزایش سختی و شکل‌پذیری مواد
- افزایش فعالیت بسیار زیاد شیمیایی مواد [۷-۲].

منظور از یک ماده نانوساختار یا واضح‌تر یک بدنه نانوساختار جامدی است که در آن انتظام اتمی، اندازه کریستال‌های تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی در سراسر بدنه در مقیاس چند نانومتری گسترده شده باشد. هدف نهایی از بررسی مواد در مقیاس نانو، یافتن طبقه جدیدی از مصالح با عملکرد بالا و بهینه می‌باشد، که آنها را می‌توان به عنوان مصالحی با عملکرد بالا و چند منظوره اطلاق نمود [۷][۱].

پتانسیل نانومواد، فقط یک بخش از علم فن‌آوری نانومواد است که نتایج و پی‌آمدهای مفیدی داشته که برخی از آنها به شرح ذیل است [۳-۱][۸-۵]: ۱) کمک به راه‌حل‌های مسائل زیست محیطی. ۲) تولید مواد و محصولات با خواص جدید. ۳) بهبود فن‌آوری‌های موجود و توسعه مواد کاربردی. ۴) بهینه‌سازی شرایط اولیه برای کاربردهای عملی، ۵) افزایش استانداردهای زندگی و رفاه اجتماعی. در حقیقت کاربرد فناوری نانو از کاربرد عناصر پایه نشأت می‌گیرد. هر کدام از این عناصر پایه، ویژگی‌های خاصی دارند که استفاده از آنها در زمینه‌های مختلف، موجب ایجاد خواص جالبی می‌گردد. از جمله کاربردهای نانومواد می‌توان به دارورسانی هدفمند و مراقبت‌های بهداشتی، تجزیه و جذب آلاینده‌های محیط زیست، تولید و کاهش مصرف انرژی، ساخت و تولید اشاره کرد [۶][۹]. نانومواد، پودرها و موادی با اندازه‌ی در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر در مقیاس نانو هستند. در مقیاس نانو، تئوری کلاسیک و مکانیک کوانتوم به صورت قطع معتبر نیستند و همین امر موجب یک تنوع بسیار زیاد و غیر منتظره در خواص مواد و ایجاد کاربردهای جدیدی برای مواد با فراهم کردن خواص جدید و مفید می‌شود [۳-۱][۸-۵]. به طور کلی پتانسیل نانومواد و کاربرد نانومواد می‌تواند با کاهش قیمت و افزایش کاربری در راستای کاهش فقر و افزایش رفاه اجتماعی مفید واقع شود که این امر نیاز به مدیریت صحیح در این موضوع دارد [۸-۹].

تولید محصولات نانومواد با خواص منحصر به فرد و کاربردهای گسترده اقتصادی موجب گردید که محصولات تولیدی این مواد به سرعت در بازار تجارت توسعه یابند. خصوصیات که از نانوذرات به صورت گسترده در بازارهای تجارت درخواست می‌شود: اندازه کوچک ذرات، دامنه کم توزیع ذرات، کمترین تراز انباشتگی و درصد بالای پراکندگی، خواص فوق الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی و خواص نوری می‌باشد [۳-۱][۱۰-۱۱]. به عنوان مثالی از کاربرد نانومواد در صنعت می‌توان اثبات کرد که نانولوله‌های کربنی حدود ۱۰۰ برابر قوی‌تر از فولادند، در حالی که وزن آنها تنها فولاد ۱/۶ است. کاربردهای جدید نانومواد و تأثیرات آن در صدها آزمایشگاه در سرتاسر جهان در حال بررسی است و در بعضی از آنها کاربردهای مفیدی برای پیشبرد زندگی در آینده یافت شده است [۷][۱].

شکلی نیست که پیامدهای گسترده‌تر انقلاب علوم و فناوری نانو برای جامعه بسیار عمیق خواهد بود. یک فناوری نوظهور می‌تواند بر جامعه، در تمام ابعاد آن، اثر بگذارد. اغلب دولت‌ها از جمله، ایالات متحده آمریکا، انگلستان، ژاپن، سنگاپور، مالزی، تایوان، کره، آلمان و در چند ساله گذشته چین و استرالیا به سمت تجاری سازی نانومواد حرکت کرده‌اند. این موضوع مسائل کاملاً جدید در بعضی از مواد ایجاد کرده است، که اثرات سودمند آن در زندگی روزمره به طور فزاینده آشکار خواهد شد [۷]. از اینرو با ایجاد برنامه‌های مدون در توسعه فناوری نانو در کشور تحولات بالقوه‌ای در مواردی مثل مواد، ساخت و تولید، داروسازی و مراقبت‌های بهداشتی، محیط زیست و انرژی، بیوتکنولوژی و کشاورزی، الکترونیک و فناوری اطلاع‌رسانی و امنیت ملی، که عمدتاً جزء زیرساخت‌های کشور است، انتظار می‌رود. از اینرو راهکارهای برای توسعه فناوری نانو در کشور به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- ✓ ایجاد مراکز تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی
- ✓ تدوین برنامه‌های پیشگامی
- ✓ ایجاد رشته‌های تحصیلی



- ✓ جلب سرمایه گذاری های خطرپذیر
- ✓ شبکه سازی متخصصین [۱] [۱۲]

اگر چه سابقه فعالیت در عرصه فناوری نوین نانو در کشور به بیش از یک دهه می رسد و در این مدت اقداماتی نیز برای بهره گیری از این فناوری انجام شده است، اما باید بررسی شود که این اقدامات تا چه میزان بر مبنای نیازها و مزیت های نسبی کشور بوده اند و تا چه حدی به بهبود زیرساخت های کشور و مدیریت این فناوری در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی کشور توجه شده است. از سوی به نظر می رسد با فعالیت گسترده و برنامه ریزی شده در زمینه های (۱) مدیریت فناوری (۲) مطالعات بنیادی، (۳) بررسی چالش های عمده، (۴) زیرساخت های تحقیقاتی و (۵) بررسی پیامدهای اجتماعی و نیروی کار بیشتر می توان به نتایج مد نظر در این زمینه و بهبود روند عملکرد زیرساخت ها در کشور و به تبع آن افزایش رفاه اجتماعی در سطح کشور دست یافت.

۲- فناوری نانو، کاربردهای آن و عملکرد بهینه در زیرساخت ها

در حقیقت کاربرد فناوری نانو از کاربرد عناصر پایه نشأت می گیرد. هر کدام از این عناصر پایه، ویژگی های خاصی دارند که استفاده از آن ها در زمینه های مختلف، موجب ایجاد خواص جالبی می گردد. مثلاً از جمله کاربردهای نانوذرات می توان به دارورسانی هدفمند و ساده، بانداژهای بی نیاز از تجدید، شناسایی زود هنگام و بی ضرر سلول های سرطانی، تولید و کاهش مصرف انرژی، ساخت و تولید و تجزیه آلاینده های محیط زیست اشاره کرد [۹] [۱۲] [۱۵].

کاربردهای مواد از طریق خواص مکانیکی و شیمیایی آن ها تعیین می شود. مدول یانگ که الکتریسیته، سختی، سهولت شکست، و هدایت را توصیف می کند از جمله مهمترین خواص به شمار می رود. این مطالعات از طریق ادراک خواص شیمیایی مواد همانند آنالیز عنصری و ساختار مولکولی یا اتمی تأیید و اثبات شده است. با استفاده از ابزارهای توصیف شده، در حال حاضر امکان شرح این خواص از طریق دیدن واقعی مولکول ها فراهم گردیده است. در اینجا به بیان مثال هایی از استفاده صحیح و مناسب از فناوری نانو برای بهبود صنایع پایه و علوم زیرساختی برای افزایش میزان استانداردهای زندگی و رفاه اجتماعی در کشور پرداخته می شود.

۲-۱- تولید مواد و محصولات صنعتی

فناوری نانو تغییر بنیانی مسیری است که در آینده، موجب ساخت مواد و ابزار خواهد شد. امکان سنتز بلوک های ساختمانی نانو با اندازه و ترکیب به دقت کنترل شده و سپس چیدن آنها در ساختارهای بزرگ تر، که دارای خواص و کارکرد منحصر به فرد باشند، انقلابی در مواد و فرایندهای تولید آنها، ایجاد می کند. محققان، ساختارهایی از مواد را ایجاد خواهند کرد که در طبیعت وجود ندارد و شیمی مرسوم، قادر به ایجاد آنها نیست. برخی از مزایای نانوساختارها عبارتند از: مواد سبک تر، قوی تر و قابل برنامه ریزی، کاهش هزینه، افزایش عمر کاری با کاهش دفعات نقص فنی، ابزار نوین بر پایه اصول و معماری جدید و به کارگیری کارخانه های مولکولی یا خوشه ای که مزیت مونتاژ مواد در سطح نانو را دارند. برخی از کاربردهای نانومواد در صنایع مختلف در این بخش اشاره شده است. که به تبع موجب کاهش فقر و افزایش رفاه اجتماعی در سطوح مختلف جامع خواهد شد [۱] [۱۶].

۲-۱-۱- تابع فیلهای پلیمر

برای تولید پلاستیک، بهبود خواص پایه و پارامترهای ویسکوپلاستیک لازم است. این امر با ترکیب مواد غیر آلی (معدنی) همچون پشم شیشه، طلق یا کائولین به وجود می آید، خواص اساسی با ترکیب معین این کمیت ها میان ۰.۲٪ تا ۶۰٪ در داخل پلیمر برای دست یافتن به مشخصه های مورد نیاز افزایش می یابد. اشکال عمده این کار افزایش چگالی مواد مرکب است. در انتهای سال ۱۹۸۰ میلادی شرکت خودروسازی تویوتا یک تفکر کلی را با استفاده از نانوسازها برای بهینه سازی مشخصه های

پلاستیک برگزیده شده برای صنایع ماشین سازی توسعه داد. این توسعه توسط بنتونیت ایجاد شد. یک لایه مواد رسی در حدود یک قرن در صنعت استفاده می شود. عملکرد پلیمرهای ساخته شده انعطاف پذیرتر از ماده کلاسیک همه منظوره است [۳-۱][۶-۷].

۲-۱-۲- آرایش نانولوله‌ها و نانوسیم‌ها برای پوشش EMI

فلز و نانوسیم‌های نیم رسانا ساخته شده از مواد کامپوزیت با دمای بالا بواسطه خواص ویژه الکتریکی و مکانیکی، دارای کاربرد فراوانی در تعیین تابع بیولوژیکی با جابجایی آزمایشی و تعیین تأثیر آن در رشته ارگانیزم‌ها می‌باشند. نانولوله‌های کربنی، لوله‌های از صفحات گرافیتی با اندازه قطرهای نانوی یکپارچه هستند، که شامل نانولوله کربنی تک دیواره و نانولوله‌های کربنی چند دیواره است. در بعضی موارد انتهای نانولوله‌ها باز است، در دیگر موارد معمولاً به صورت کامل بسته است [۶]. این نانولوله‌ها بسته به جهت صفحه و قطر نانولوله می‌تواند هر یک از دو حالت رسانا یا نیمه رسانا را داشته باشد. در مقایسه با دیگر مواد طبیعی، نانولوله‌های کربنی از لحاظ تئوری دارای مقاومت بیشتری هستند، اگرچه وزن مخصوص آنها حدود ۱/۶ فولاد است. نانولوله‌های کربنی نتایج استثنایی ویژه‌ای در پوشش‌های محافظتی و جاذب تابش الکترومغناطیسی در زمینه صدور میدانی (پخش شدن الکترون‌ها از یک فلز یا نیمه هادی به درون یک خلاء تحت تأثیر میدان)، رسانایی گرمایی، ذخیره سازی هیدروژن و جذب سطحی کاتالیزورها (سرعت دهنده‌های واکنش‌های شیمیایی) دارند [۲-۱][۷].

۲-۱-۳- الکترونیک و رشته‌های وابسته

کاوش در تحقیقات و مرور با دقت استانداردها، ذخیره داده‌ها و بیلیون بیت حافظه، صفحات نمایش تخت، خلاء میکروالکترونیک برای محیط‌های ناملایم، زمینه‌های صدور میدانی کاتدها، مواد درز نوار فوتونیک از زمینه‌های نوین کاربرد نانومواد در صنایع الکترونیک است [۳-۱][۷].

۲-۱-۴- پوشش‌های دائمی

فعالیت‌های ضد میکروبی از مشارکت نانومواد برای پوشش‌ها برای دراز مدت بهره‌مند شده‌اند. روش‌های نوینی برای پوشش‌های دائمی دارای خواص ضد میکروبی از طریق روکش کردن محصولات ارائه شده است. نانومواد موجب تنوع در بخش‌های مختلف صنعت از جمله: سلامت، صنایع، سازمان‌های پاکیزگی، تولید کنندگان غذا، سرویس دهندگان غذا و به طور کلی رنگ و پوشش‌ها شده‌اند [۶-۷].

۲-۱-۵- کاتالیست

کاتالیست‌ها از اهمیت زیادی در انواع صنایع از جمله صنعت داروسازی برخوردار می‌باشند. به طور ساده کاتالیست‌ها موجب بهبود واکنش شیمیایی، سریعتر کردن آن، انجام آن در شرایط عادی و متعادل یا انجام آن به صورت یک مرحله‌ای می‌شوند. هر صنعتی که به واکنش‌های شیمیایی متکی باشد، از کاتالیست‌های پیشرفته سود می‌برد؛ مثلاً می‌توان به صنعت داروسازی و تولید کنندگان مواد شیمیایی برای مصارف گوناگون از جمله کودهای شیمیایی، حشره کش‌ها و صنعت نفت اشاره کرد [۳][۹].

۲-۱-۶- ساخت و ساز

صنعت ساختمان یک صنعت بسیار بزرگ دیگر است، که مواد کامپوزیتی جدید توان خود را نشان می‌دهند. با این حال، باید یادآور شد که از رده خارج کردن مواد مرسوم ساخت و ساز، مثل بتن تقویت شده با فولاد از نظر قیمت مشکل است. اگر فقط خانه‌های مسکونی را در نظر بگیریم، تصور ماده جدیدی که قادر به رقابت با مواد مرسوم صرفاً برای اهداف ساختمانی

باشد مشکل به نظر می‌رسد؛ با این حال بخش‌های از صنعت ساختمان مانند ساخت پل و یا ساخت آسمانخراش‌ها بزرگ می‌توانند از فناوری نانو بهره‌مند شوند، مخصوصاً اگر استحکام کششی نانولوله‌های کربنی در محصولات توده‌ای تحقق یابد [۱]. عمر صنعت ساختمان بیش از عمر مفید یک ساختمان است. ساختارهای داخلی مخصوصاً در ادارات، اغلب از گستره وسیع‌تری از مواد پایه ساختمانی خلق می‌شوند. به علاوه دو محرکه اقتصادی دیگر موجود در این صنعت، می‌توانند به کاربردهای فناوری نانو ختم شوند [۱] [۱۲].

گسترده‌ترین کاربرد کوتاه مدت فناوری نانو در اجزای ساختمانی یک سازه در لوله آلات و بست‌ها است. در این موارد مواد کامپوزیت مبتنی بر نانوذرات، نانوالیاف و احیاناً نانولوله‌ها، یا روکش‌های مبتنی بر نانوذرات و مواد نانوبلورین در اثر استحکام برتر، وزن کمتر و سطوح ضدخراش سخت‌تر مصارف بیشتری می‌یابند.

در میان مدت تا دراز مدت این امکان وجود دارد، که مواد ساختمانی جدید صرفه وزنی قابل ملاحظه‌ای را عرضه نمایند. کامپوزیت‌های کنونی مبتنی بر نانوذرات رس ۱۵٪ کاهش وزن را ارائه می‌دهند که ممکن است بعدها تا ۲۵٪ توسعه یابد، اما از کامپوزیت‌های نانولوله‌ای انتظار می‌رود به نحوی تصاعدی از این حد بگذرند. این موضوع ممکن است امکان خلق سازه‌های نه فقط بزرگتر و بلندتر، بلکه سازه‌هایی با طرح‌های خارق العاده را فراهم کنند. باید به خاطر داشت که قدرت فوق العاده نانولوله‌ها در کشش (یعنی مقاومت در برابر کشیدگی) است؛ تحت نیروهای فشرده‌ای که اغلب در ساختمان‌ها مشاهده می‌شود، آن‌ها به خوبی رفتار در هنگام کشیدگی نخواهند بود [۱۲].

۲-۲- محیط زیست

فناوری نانو منجر به تغییرات شگرفی در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب خواهد شد و پساب و آلودگی را کاهش خواهد داد [۹]. همچنین فناوری‌های جدید، امکان بازیافت و استفاده مجدد از مواد، انرژی و آب را فراهم خواهد کرد. به منظور شتاب گرفتن درک جامع از نقش زیست‌محیطی پدیده‌های در مقیاس نانو، لازم است دانشمندان و مهندسی که خواص بنیادی نانو ساختارها را بررسی می‌کنند، با کسانی که برای درک فرآیندهای پیچیده محیط زیست تلاش می‌کنند، همکاری نمایند. محیط زیست‌های تحقیقاتی محدود نیست و می‌تواند شامل مناطق مثل معادن اسیدی، سفره‌های زیرزمینی و یا مناطق قطبی باشد علوم و مهندسی نانو، می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر (۱) درک مولکولی فرآیندهای مقیاس نانو که در طبیعت رخ می‌دهد، (۲) ایجاد و درمان مسائل زیست‌محیطی از طریق کنترل انتشار آلاینده‌ها و (۳) یا در جریانات و مناطق حاوی فاضلاب، داشته‌باشد [۹-۱۱] [۱۷-۲۰]. بر اساس پژوهش‌های آزمایشگاهی صورت گرفته توسط پژوهشگران همین مقاله قابلیت نگهداری آلاینده‌های فلز سنگین توسط نانوذرات رسی به مقدار قابل توجهی نسبت به جاذب‌های طبیعی افزایش یافته است. به نحوی که برخی از نانورس‌ها به دلیل افزایش زیاد سطح مخصوص و ظرفیت تبادل کاتیونی قابلیت آن را پیدا کرده‌اند که در غلظت‌های بسیار بالای آلاینده قابلیت نگهداری قابل توجهی از خود نشان می‌دهند [۱] [۱۷-۲۰].

اگرچه فناوری نانو از طریق استفاده از فیلتراسیون، مواد نانوحفره‌ای و کاتالیست‌ها در عملیات تمیزسازی اثرات قابل ملاحظه‌ای روی فناوری‌های زیست محیطی دارد (مثل فیلتر کردن، جداسازی، جذب و تجزیه آلاینده‌های زیست محیطی چه پس از آلودگی و چه پیش از آلودگی در محصولات پساب فرایندها)، بیشترین اثرات آن احتمالاً مثل دیگر فناوری‌ها به صورت اتفاقی رخ خواهد داد. از نظر تاریخی، ملاحظات زیست محیطی هیچ‌گاه در حد ملاحظات تجاری اولویت نداشته‌اند و این موازنه علیرغم جابجایی اندک اخیر به سمت ملاحظات زیست محیطی همچنان حاکمیت مطلق دارد [۱] [۱۰-۱۱].

روی هم رفته اکثر اثرات فناوری نانو در محیط زیست به نظر مفید می‌رسند [۱]. با این حال بعضی از مواد جدید نشان داده‌اند، که کمتر زیست تخریب پذیرند و زیست تخریب پذیری و قابلیت بازیافت قطعاً بر تجاری سازی یک ماده اثرگذار خواهد بود [۱۸]. مواد کامپوزیتی نانورس جدید از این دو جهت پیشرفت‌هایی را ارائه می‌دهند و کارایی برتر در تولید و ذخیره انرژی مزایای تجاری و زیست محیطی را به طور همزمان خواهند داشت. این فناوری‌ها قطعاً توانایی زیادی برای کمک به کاهش انتشار جهانی کربن خواهند داشت، ولی احتمالاً برجسته‌ترین اثرات از نظر زندگی روزانه بسیاری از افراد در کشورهای توسعه

یافته و در حال توسعه، از ورود پیل‌های سوختی هیدروژنی خودروها حاصل می‌شود. چون این پیل‌ها تنها ضایعاتی که بر جا می‌گذارند آب است، محیط‌های آلوده شهری را که کشور و به خصوص کلان شهرها به آن عادت کرده و هزینه‌های بهداشتی بالایی را تحمیل می‌کنند، می‌توان به مسأله‌ای تمام شده تبدیل کرد [۴][۱۱].

۲-۳- پزشکی و بدن انسان

رفتار مولکولی در مقیاس نانومتر، سیستم‌های زنده را اداره می‌کند. یعنی مقیاسی که شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و شبیه‌سازی کامپیوتری، همگی به آن سمت در حال گرایش هستند. فراتر از سهل‌شدن استفاده بهینه از دارو، فناوری نانو می‌تواند فرمولاسیون و مسیرهایی برای رهایش دارو^۱ تهیه کند، که به‌نحو حیرت‌انگیزی توان درمانی داروها را افزایش می‌دهد [۵-۶].

همچنین افزایش قابلیت‌های فناوری نانو، به‌طور خاص مطالعات پایه‌ای زیست‌شناسی و پاتولوژی سلولی را تقویت خواهد کرد. در نتیجه پیشرفت ابزارهای تحلیل‌گر جدید که قادر به شناسایی جهان نانومتر باشند، این امر را بسیار متحمل خواهد کرد که بتوان خواص شیمیایی و مکانیکی سلول‌ها (از جمله فرآیندهایی مثل تقسیم سلولی و غیره) را اندازه‌گیری و تغییر داد [۵]. مواد زیست‌سازگاری با کارایی بالا، از توانایی در کنترل نانوساختارها حاصل خواهد شد. نانومواد سنتزی معدنی و آلی را مثل اجزای فعال، می‌توان برای اعمال نقش تشخیصی (مثل ذرات کوانتومی که برای مرئی‌سازی بکار می‌رود) درون سلول‌ها وارد نمود [۱][۵-۶].

از دیگر مهمترین کاربردهای نانومواد در علوم پزشکی می‌توان به کرم‌های ضد نور اشاره کرد که به عنوان یک حائل نور خورشید برای حمایت پوست انسان با مدل سازی و قرار گرفتن در یک سطح صاف، نرم و پاکیزه عمل کنند. حذف کردن نورهای غیر ضروری و مضر خورشید از جمله اشعه ماورای بنفش به سلامتی انسان به صورت فزاینده‌ای کمک می‌کند [۳][۶].

۲-۴- انرژی

فناوری نانو به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند کارایی، ذخیره‌سازی و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. چند فناوری جدید که بدون استفاده از فناوری نانو ایجاد شده‌اند، ولی از نانوساختارها سود می‌برند، عبارتند از: (۱) افزایش کارایی تبدیل انرژی خورشیدی به انواع مفید انرژی (۲) سلول‌های سوختی بسیار کارا، که از آن جمله می‌توان ذخیره‌سازی هیدروژن در نانولوله‌ها را می‌توان ذکر کرد [۱-۳].

۳- فناوری نانو و افزایش رفاه اجتماعی

تجربه آثار فناوری‌های دیگر همچون فناوری اطلاعات، نشان می‌دهد که فناوری نانو هم می‌تواند اثر شگرفی بر حوزه‌های گوناگون اجتماعی از اقتصاد گرفته تا بهداشت، محیط زیست، امنیت، رفاه و آموزش بگذارد. مطالعه‌ی این آثار به درک صحیح رابطه‌ی جامعه و فناوری نانو کمک می‌کند و راه‌های برخورد مناسب با این فناوری نوظهور را نشان می‌دهد [۱۶].

۳-۱- مدیریت فناوری نانو در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی

رابطه بین علم، فناوری و جامعه بسیار پیچیده‌تر از مشخص کردن یک فناوری و منافع بالقوه آن است. برخورد فناوری‌های قدیم و جدید با نیازهای قدیمی و نوظهور اجتماعی است که تغییر را ایجاد می‌نماید. فناوری نانو می‌تواند نخستین فناوری باشد که یک فرهنگ حساسیت اجتماعی و آگاهی زیست محیطی را در آغاز چرخه عمر توسعه خود شروع می‌کند. از سوی می‌توان اثرات اجتماعی فناوری نانو را در سه حوزه؛ موضوع، افق زمانی تأثیر و حوزه جغرافیایی تأثیر مورد بررسی قرار داد. از سوی با ترویج و تعمیق دانش مدیریت فناوری نانو می‌توان با افزایش بهره‌وری، پایداری رشد اقتصادی، درمان بیماری-

¹ Drug Delivery

های صعب العلاج و بهبود امکانات تغذیه به افزایش استانداردهای زندگی در جامعه و پیرو آن افزایش ثروت و کاهش فقر در جامعه پرداخت. از سوی دیگر موانع موجود در راه توسعه فناوری نانو در کشورهای در حال توسعه بالاخص ایران نیاز به مدیریت در این زمینه را بیش از پیش نمایان می‌سازد، از مهمترین این موانع می‌توان به؛ ضعف یا بی توجهی به تحقیق و توسعه، فقدان سیستم ملی نوآوری یا زنجیره‌های آن، کارایی اندک نظام آموزشی و مشکلات اقتصادی پرداخت که بی‌شک حضورت مدیریت توانمند می‌تواند به حل این موانع بپردازد.

۲-۳- مدیریت اخلاقی - اجتماعی فناوری نانو

از مهمترین نتایج فناوری‌های نو ظهور ایجاد معضلات اخلاقی و اجتماعی می‌باشد که بی‌شک فناوری نانو نیز از این قاعده مستثنا نیست. از اینرو نیاز به مدیریت اخلاقی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس محققین این پژوهش به بررسی این موضوع با تأکید به دو زمینه نانوزیست فناوری و پتانسیل آن در بررسی نظام زندگی و توسعه نانوحسگرها و پتانسیل آنها برای همگرایی با محصولات مصرفی الکترونیک، خودروها، ادوات پزشکی، سیستم‌های امنیت و نظارت، تجهیزات کنترل آلودگی هوا و...؛ پرداختند. اهداف اصلی این بررسی:

- ✓ توسعه درک مسائل اخلاقی مربوط به فناوری نانو از طریق یک رویکرد بین رشته‌ای با استفاده از دیدگاه‌های محققان فناوری نانو، دانشمندان علم اخلاق و جامعه‌شناسان؛
- ✓ ترسیم راهکارهایی برای توسعه مسوولانه فناوری نانو و ارتقای انعکاس مسائل اخلاقی در بین جامعه فناوری نانو؛
- ✓ ارائه پیشنهاداتی برای بحث و بررسی مسائل اخلاقی فناوری نانو بوده است.

در این بررسی تلاش شد یک رویکرد بین رشته‌ای منحصر به فرد با ترکیب ارزیابی اخلاقی، فلسفه‌ای، علوم اجتماعی کیفی، مشارکت عمومی و روش‌های مشورتی بیان گردد. این پروژه از طریق ۵ گروه کاری منسجم که در قالب ۴ مرحله‌ی زیر توزیع شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفت:

مرحله (۱) بررسی مسائل اخلاقی و اجتماعی موردنظر بود؛ در این مرحله محققین این پژوهش آنچه که فناوری نانو را محصور کرده است، مورد بررسی قرار دادند. به طور ویژه محققین بر جنبه‌های نوظهور فناوری نانو که تفکرات اخلاقی موجود و طبقه بندی‌های آن را با چالش مواجه می‌کند، تمرکز نمودند.

مرحله (۲) انسجام؛ در این مرحله بینش‌های تجربی، اخلاقی/ فلسفی ناشی از مرحله اول با یکدیگر منسجم و مورد بررسی قرار گرفت. این کار از طریق مجموعه‌ای از کارگاه‌های فنی و تهیه گزارش‌های داخلی انجام پذیرفت، این پژوهش در آینده مجموعه‌ای از بصیرت‌های بین رشته‌ای و کاملاً منسجم را توسعه خواهد داد.

مرحله (۳) بررسی پروژه در دامنه‌ای از مسائل سیاسی و عمومی بود: در این مرحله، با اتکا بر بیان‌های منسجم و بین رشته‌ای ناشی از دو مرحله قبل، نخست پژوهش در بین دامنه‌ای از مسائل سیاسی و عمومی، توسط برخی از فرایندهای مشورتی جدید، با هدف توسعه‌ی درک مسائل اخلاقی فناوری نانو بررسی گردید. به علاوه چارچوب قانونی موجود و عکس العمل دولت‌های صنعتی و در حال توسعه در زمینه فناوری نانو مورد ارزیابی قرار گرفت و بر ایجاد مکانیزم‌های جدید قانون گذاری تمرکز خواهد شد.

مرحله (۴)؛ در این مرحله نتایج مراحل قبلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و یک سری راهکارهای مدیریتی به صورت خلاصه ارائه گردید.

۴- دلایل ضرورت ورود فناوری نانو به عرصه زیرساخت‌ها کشور

مهم‌ترین دلایل ضرورت توجه کشورهایی نظیر ایران به فناوری نانو را می‌توان به شرح زیر بیان نمود [۱۲]:

۴-۱- تأثیر اساسی فناوری نانو بر رشد و پیشرفت بسیاری از فناوری‌ها:

ماهیت فرارشته‌ای فناوری نانو به عنوان توانمندی تولید مواد، ابزار و سیستم‌های جدید با دقت اتم و مولکول، موجب تعریف کاربردهای بسیاری در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی شده است. فناوری نانو کاربردهای بسیاری در حوزه‌های دارو، غذا، بهداشت، درمان بیماری‌ها، محیط‌زیست، انرژی، الکترونیک، رایانه، اطلاعات، مواد، ساخت، تولید، هوافضا، بیوتکنولوژی، کشاورزی، امنیت ملی و دفاع دارد. این فناوری بر تمام فناوری‌ها تأثیر می‌گذارد و دیر یا زود باید شاهد محصولات آنها بود. برای مثال در بخش پزشکی و بهداشت، زمینه کاری بسیار مهم، سیستم توزیع دارو در داخل بدن است. مصرف فعلی دارو به صورت حجمی است در حالی که سلول‌های خاصی از بدن نیازمند آن هستند. دارو در روش تزریق با وسایل جدید به صورت مستقیم و به سلول‌های مشخص، تحویل داده می‌شود. بنابراین، بیماری‌های بزرگ و کوچک با این مکانیزم در آغاز شکل‌گیری، درمان می‌شوند. در بخش مواد نیز پروژه‌هایی در حال اجراست که موادی با وزن بسیار کم و خواص مناسب، تولید می‌کنند. این مواد در ساختمان، خودرو، هواپیما و دیگر ملزومات زندگی انسان‌ها کاربرد دارند. بنابراین، فناوری نانو عرصه‌ای وسیع از زندگی انسان‌ها را در برخواهد گرفت و نمی‌توان از آن چشم‌پوشی کرد.

۴-۲- تأثیر فناوری نانو بر امنیت جهانی:

فناوری نانو به لحاظ دفاعی هم فرصت است و هم تهدید، این فناوری کاربردهای زیاد در امور نظامی دارد. بخش دفاعی کشورهای مختلف به تحقیق و توسعه فناوری نانو، گرایش دارند. این کاربردها از لباس‌های محافظ تا پرنده‌های بسیار کوچک، تجهیزات اطلاعاتی و بسیاری موارد دیگر است و هم‌اکنون با حمایت وزارتخانه‌های دفاع کشورهای نظیر: آمریکا، ژاپن و دیگر کشورهای اروپایی به صورت پروژه‌های تحقیقاتی در حال انجام است. این فناوری از این جهت برای کشورهای تهدید محسوب می‌شود، اما برای کشورهایی که با استفاده از روند موجود، جایگاهی را در آینده امنیت جهانی برای خود در نظر بگیرند، فرصت خواهد بود. با توجه به تنوع کاربردهای فناوری نانو، در آینده رقابت بین‌المللی کشورها نقش مؤثر دارد.

۵- نتیجه‌گیری

نانومواد در بسیاری از کمپانی‌های کوچک و بزرگ در سطح دنیا توسعه یافته است. دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی نیز در جلو بردن این علم نقش بسزایی را ایفا می‌کنند. شاید بیشترین استفاده از تولیدات نانومواد امروزه شامل: بخار سیلیس، سیلیس‌های کلئیدی، اکسیدهای روی، مس، آلومینیم و رس در ابعاد نانو باشد. نانومواد یک رشد سریع در بازارهای تجاری داشته است. یکی از عوامل پیشرفت علم نانو در داخل آزمایشگاه‌ها مناسب بودن این فناوری برای تولید مواد کاربردی بوده است، که هدف راه‌اندازی بسیاری از کمپانی‌های کوچک و بهبود و توسعه ساختاری در کشور است. حرکت نانومواد به داخل محصولات و بازار تجارت در حال حاضر یک هدف عمده شرکت‌های تولید مواد است. این هدف با قرار دادن برنامه‌های داخلی و سرمایه‌گذاری داخلی بر روی کمپانی‌های کوچک فناوری برای دست یافتن به مواد، فرایندها و مواد کاربردی برآورده می‌شود. به طور کلی مهمترین نتایج این پژوهش به صورت خلاصه به شرح زیر بیان کرد. الف) توصیه به استفاده از نانومواد در صنایع و علوم پایه متفاوت به منظور توسعه زیرساخت‌های کشور و مدیریت این فناوری در راستای خلق ثروت و افزایش رفاه اجتماعی؛ ب) تأثیر فناوری نانو بر کاهش فقر و افزایش استانداردهای زندگی؛ ج) نیاز به مدیریت اخلاقی فناوری نانو توسط دولت‌ها در حال توسعه؛ چ) تأثیر فناوری نانو بر امنیت جهانی؛ د) ارائه راهکارهایی برای ایجاد مراکز تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی فناوری نانو، تدوین برنامه‌های پیشگامی در زمینه فناوری نانو و جلب سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر؛ ه) نقش مدیریت فناوری نانو در پایداری رشد اقتصادی، افزایش بهره‌وری و بهبود امکانات در سطح جامعه؛ ی) و در انتها می‌توان مهمترین موانع توسعه فناوری نانو در ایران را فقدان سیستم ملی نوآوری، کارایی اندک نظام آموزشی و مشکلات اقتصادی بیان نمود.

تشکر و قدردانی

مولفین این مقاله بر خود لازم می‌دانند از اساتید گرامی جناب آقای دکتر وحیدرضا اوحدی و دکتر ابوالقاسم امیری تشکر نمایند. همچنین مولفین این مقاله بر خود لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا برای تهیه بخشی از مواد و وسایل این تحقیق تشکر نمایند.

مراجع

- [۱] امیری، محمد، (۱۳۸۷). "استفاده از نانورس‌ها در پروژه‌های ژئوتکنیک زیست‌محیطی به منظور جذب آلاینده‌های فلز سنگین"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا. ۱۹۷ صفحه.
- [2] Lines, M. G., (2008)., "*Nanomaterials for practical functional uses*", Journal of Alloys and Compounds, Vol 449,2008, pp 242–245.
- [3] Bhushan, B., (2004)., "*Springer Handbook of Nanotechnology*", Springer 2004, pp:1222.
- [4] Chen. Y., Fitzgerald. J., Chadderton. LT., Chaffron. L., (1999)., Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials 2–6., 1999, pp 375–380.
- [5] Glen. E. F, Guozhong. C., (2007), "*Environmental Applications of Nanomaterials Synthesis, Sorbents and Sensors*", Imperial College Press, 2007, pp.507.
- [6] James, R., Baker, J.r., (2007)., "*Nanotechnology and Medicine*", Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Vol 65, 9, 2007, pp. 27-34.
- [7] Lines, M. G., (2008)., "*Nanomaterials for practical functional uses*", Focus on Powder Coatings, 2008 (2). pp 1-3.
- [8] Ouhadi, V.R., and Amiri, M., (2008), "*Geo-Environmetal behaviour of nano-clays in interaction with heavy metal contaminants*", Proceedings of the fourth Conference on Nano-Technology, Razi University, Kermanshah.
- [۹] اوحدی، وحیدرضا؛ امیری ، محمد،(۱۳۸۸). "غنی سازی نانورس‌ها با کربنات به منظور استفاده در پروژه‌های ژئوتکنیک زیست محیطی برای جذب آلاینده‌های فلز سنگین" مجموعه مقالات هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران ؛ دانشکده فنی دانشگاه شیراز- اردیبهشت ۱۳۸۸.
- [10] Ouhadi. V.R., Yong. R.N., (2003), "*The role of clay fractions of marly soils on their post Stabilization failure*", Engineering Geology 70, pp 365–375.
- [11] Ouhadi. V.R., Yong. R.N., Sedighi, M., (2006). "*Desorption response and degradation of buffering capability of bentonite, subjected to heavy metal contaminants*," Engineering Geology 85. pp 102–110.
- [۱۲] امیری، محمد، (۱۳۸۸). "تأثیر فناوری نانو و نانومواد در عملکرد بهینه زیرساخت‌ها در کشور" مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساختها؛ دانشکده فنی دانشگاه تهران- آبان ماه ۱۳۸۸.
- [12] Sahoo, S.K., Parveen, S., Panda, J.J., (2007). "*The present and future of nanotechnology in human health care Nanomedicine*", Nanotechnology, Biology and Medicine, Vol 3, 1.,2007, pp. 20-31.
- [13] Uskokovic, V., (2007). "*Nanotechnologies: What we do not know*". Technology in Society 29. 2007, pp: 43–61.
- [14] Wilson. M., Kannangara. K., Smith. G., Simmons, M., (2002). "*Nanotechnology Basic Science and Emerging Technologies*," First published in Australia by University of New South Wales Press Ltd; 2002, pp.263.
- [15] Yuan. G., (2005). "*Natural and Modified Nanomaterials as Sorbents of Environmental Contaminants*", Journal of Environmental Science and Health, Part A, Volume 39, Issue 10 January 2005 , pp: 2661 – 267.
- [16] Volker. K., Claudia. C., Stephan. S., (2008). "*Invisible but tangible? Societal opportunities and risks of nanotechnologies*", Journal of Cleaner Production 16. 1006-1009.
- [۱۷] اوحدی، وحیدرضا؛ امیری ، محمد، (۱۳۸۷). "استفاده از نانورس‌ها در پروژه‌های ژئوتکنیک زیست محیطی برای جذب آلاینده‌های فلز سنگین" مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس دانشجویی فناوری نانو (کرمانشاه)؛ دانشکده فنی دانشگاه رازی- کرمانشاه؛ ۱۶-۱۵ مهر ۱۳۸۷.
- [۱۸] اوحدی، وحیدرضا؛ امیری ، محمد، (۱۳۸۷). " اندرکنش نانورس و آلاینده فلزی مس در پروژه‌های ژئوتکنیک زیست‌محیطی" مجموعه مقالات ششمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران ؛ دانشگاه تربیت مدرس تهران- ۶-۷ مهر ۱۳۸۷.

- [۱۹] امیری، محمد، (۱۳۸۹). "رشد تغییرات pH سوسپانسیون با حضور آلاینده فلز سنگین سرب در نانوذرات رسی" مجموعه مقالات دومین همایش ملی نانو مواد و نانو تکنولوژی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۱۵-۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹.
- [۲۰] امیری، محمد، (۱۳۸۹). "تأثیر فناوری نوین نانو در مهندسی عمران با نگرش ویژه به کاربرد نانوسرها در پروژه‌های ژئوتکنیکی و ژئوتکنیک زیست محیطی"؛ مجموعه مقالات اولین اولین همایش فناوری‌های نوین در علوم مهندسی؛ موسسه آموزش عالی خاوران؛ دانشکده فردوسی مشهد- اردیبهشت ۱۳۸۹.