

معرفی فناوری نانو و کاربردهای آن در زمینه‌های مختلف

ام‌کلثوم عباسی، یعقوب مطاعی، محمد کوثری

شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

تهران، ایران

خواص توده ماده متفاوت است. بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، برنامه‌هایی را در سطح ملی برای پشتیبانی از فعالیت‌های تحقیقاتی و صنعتی نانو تکنولوژی تدوین و اجرا می‌نمایند. زیرا نانو تکنولوژی به عنوان انقلابی در شرف وقوع، آینده اقتصادی کشورها و جایگاه آن‌ها در جهان را تحت تأثیر جدی قرار خواهد داد و این مسأله در این کشورها توسط صاحب‌نظران و محققان تبیین شده و برای مدیران اجرایی به صورت یک امر شفاف و قطعی درآمده است. در بخشی از این کشورها، در یکی دو سال اخیر تحركات شدیدی از طرف دولت‌ها برای سرعت بخشیدن به توسعه نانو تکنولوژی صورت گرفته و فعالیت‌هایی که تا قبل از این به صورت خودجوش توسط محققان انجام می‌گرفته است، با تشویق و حمایت‌های مستقیم دولت ادامه یافته‌اند. بسیاری از صاحب‌نظران و محققان، نانو تکنولوژی را مساوی آینده دانسته‌اند. به دلیل تأثیرات این فناوری بر اکثر فناوری‌های موجود، عقیده صاحب‌نظران این است که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث مقیاس نانو در دهه‌های آینده فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از فناوری‌های مهم از جمله فناوری اطلاعات و بیوتکنولوژی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره‌گیری از نانو تکنولوژی دچار اختلال خواهند شد. از این جهت این مسئله برای دانشگاهیان، محققان و مسؤولان هر کشور امری حیاتی است [1].

چکیده — فناوری نانو با ماهیت فرارشته‌ای خود، مرزهای علوم مختلف را شکسته و زمینه را برای استفاده از نتایج و امکانات در اکثر رشته‌ها در جهت افزایش کیفیت زندگی فراهم کرده است. در این مقاله ضمن توضیح مختصری درباره فناوری نانو به کاربردهای این فناوری در پزشکی، خودرو، ساختمان و صنعت نفت و گاز خواهیم پرداخت.

واژه‌های کلیدی — فناوری نانو؛ پزشکی؛ خودرو؛ ساختمان؛ صنعت

نفت و گاز

۱. مقدمه

فناوری نانو یا نانو تکنولوژی رشته‌ای از دانش کاربردی و فناوری است که زمینه‌های گسترده‌ای را پوشش می‌دهد. موضوع اصلی آن نیز مهار ماده یا دستگاه‌های در ابعاد کمتر از یک میکرومتر، معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. در واقع نانو تکنولوژی فهم و به کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم‌هایی در این ابعاد است که اثرات فیزیکی جدیدی که عمدتاً متأثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک است را از خود نشان می‌دهند. فناوری نانو موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده‌ای است که با سرعت هرچه تمام‌تر در حال توسعه می‌باشد. نانو فناوری یک دانش میان‌رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون مهندسی مواد، پزشکی، دامپزشکی، زیست‌شناسی، فیزیک کاربردی، ابزارهای نیم‌رسانا، مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی مربوط می‌شود. اندازه ذرات در فن‌آوری نانو بسیار مهم است، چرا که در مقیاس نانو، ابعاد ماده در خصوصیات آن بسیار تأثیرگذار است و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک تک اتم‌ها و مولکول‌ها با

۲. کاربردهای فناوری نانو

۲.۱. نانو ذرات مغناطیسی در دارو رسانی هدفمند

نانوذرات مغناطیسی یکی از مهم ترین و پرکاربردترین انواع نانومواد می- باشند که ویژگی های منحصر به فردشان موجب ایجاد کارایی های خاص آن- ها نسبت به سایر نانو ساختارها می شود. این ذرات در شاخه های مختلف قابل کاربرد هستند. اما نقش آن ها در پزشکی به ویژه در زمینه دارورسانی قابل توجه است. دارورسانی به کمک نانو حامل ها به سبب افزایش مدت زمان حضور دارو در جریان خون، کاهش سمیت، افزایش نیمه عمر دارو، کاهش توزیع سیستماتیک دارو، کاهش میزان مصرف دارو و هدف یابی دقیق تر به عنوان یکی از راهکارهای خوش آتیه در درمان سرطان و بیماری های صعب العلاج مطرح هستند. این ذرات به سبب خواص ناشی از مغناطیس ذاتی شان، گوی سبقت را از سایر نانو حامل ها ربوده اند. به طور کلی ساختار این ذرات منجر به تسهیل کاربری های این ذرات در علوم و فنون مختلف شده است، علاوه بر دارورسانی در تصویربرداری بر پایه تشدید رزونانس مغناطیسی و گرما درمانی نیز کاربرد دارد. از بهترین مزایای این ذرات، قابلیت کنترل حرکت آن ها از طریق اعمال میدان مغناطیسی خارجی به ذرات است که هدف اصلی دارو رسانی یعنی انتقال هدفمند دارو به بافت مورد نظر را تسهیل کرده و سرعت بخشیده است. استفاده پزشکی از پودرهای مغناطیسی به دوران یونان باستان و روم برمی گردد، ولی به شکل اصولی و تحقیقاتی از سال ۱۹۷۰ در علوم بیولوژی و پزشکی استفاده شد و پیش بینی می شود این ذرات در آینده نقش چشمگیری در رفع احتیاجات حیطه سلامت بشریت خواهند داشت [۲]. نانو ذرات مغناطیسی با تکیه بر فناوری نانو محدوده گسترده ای از کاربردهای تشخیصی و درمانی در بیماری هایی از جمله سرطان، بیماری های قلبی و عصبی را تسهیل کرده- اند [۳].

۲.۲. فناوری نانو در خودرو

برطبق آمارهای ارائه شده صنعت خودروسازی در سال ۲۰۰۴ بازاری حدود ۵۴.۲ میلیارد دلار آمریکا را داشته است که در سال ۲۰۱۵ این رقم به ۱۳۷.۴ میلیارد دلار خواهد رسید. ۸.۶ میلیارد دلار از این حجم معاملات با استفاده از فناوری نانو حاصل می شود که صنعت لاستیک سازی از استفاده

کنندگان اصلی این فناوری به حساب می آید. چنانچه بخواهیم لاستیک ها را مورد مطالعه قرار دهیم خواهیم دید که انواع و اقسام لاستیک ها در کاربردهای مختلف استفاده می شود و هر کدام خصوصیات مربوط به خود را دارد. لاستیک دوچرخه، تراکتور، کامیون، خودروهای سواری، موتور ها و ... در خصوصیات با هم متفاوتند. اما در یک بررسی کلی می توان اجزای لاستیک را مورد بررسی قرار داد. لاستیک از آج، شیارها، برجستگی های میانی، شیارهای مقابل هم و سوراخ های کوچک و هم چنین نگهدارنده داخلی تشکیل شده است. در سال های اخیر، افزودن نانو ذرات ترکیبات مختلف به منظور بهبود خواص لاستیک ها و به طور خاص تایرها، کاربرد فراوانی پیدا کرده است. حضور نانو ذرات به دلیل پیوندهایی که در مقیاس اتمی بین آن ها و ترکیبات لاستیک صورت می گیرد، علاوه بر این که خواص فیزیکی آن ها بهبود می یابد باعث افزایش مقاومت سایشی، افزایش استحکام (بهبود خاصیت مکانیکی)، بهبود خواص حرارتی، افزایش حد پارگی و حد شکستگی و زیبایی ظاهری لاستیک می شوند. همچنین همواری، صافی و ظرافت شکل ظاهری تایر را سبب می شوند. همه این عوامل موجب ایجاد محصولی مرغوب، با کیفیت عالی، زیبا و بازاریابند که توانایی رقابت در بازارهای جهانی را داشته باشد، می شود [۴]. کاربرد نانو فناوری در شیشه و آینه خودروها نیز از خواص ضدمه، خودتمیزشونده و ... شروع و موارد بسیار پیشرفته را مانند شیشه هایی کاملاً هوشمند که بیشتر در مرحله تحقیقاتی می باشند را در بر می گیرد.

۲.۳. فناوری نانو در ساختمان و صنعت ساخت و ساز

ساز

یکی از جنبه های اصلی نانو تکنولوژی ماهیت میان رشته ای آن است. تعامل این علم با علم بتن می تواند نقطه عطفی در صنعت ساخت و ساز ایجاد کند. هدف نهایی از بررسی بتن در مقیاس نانو، یافتن نسلی جدید از مصالح ساختمانی با خواصی جدید و متفاوت نسبت به خواص مصالح معمولی است. بتن از پر کاربردترین مصالح ساختمانی است. ویژگی اصلی بتن ارزان بودن و در دسترس بودن مواد اولیه آن است. کاربرد بتن را می توان در تمامی کارهای عمرانی از قبیل ساختمان، مخازن و نیروگاه ها، سازه های دریایی مثل اسکله ها، جاده ها و راه ها، مسیرهای انتقال آب و سدها و ... مشاهده کرد. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه بهبود کیفیت بتن انجام شده است که اکثر آن ها تغییر در ترکیب بتن را بررسی کرده اند، با این حال استفاده از افزودنی-

تمیزکاری پنجره‌ها به‌خصوص در ساختمان‌های بلند را از میان برمی‌دارد، با کمک فناوری نانو حاصل شده است. ساخت شیشه‌های محافظ در برابر آتش از طریق قرار دادن یک لایه شفاف محتوی نانوذرات سیلیس در میان دو صفحه شیشه‌ای امکان پذیر است. شیشه های کنترل کننده انرژی سبب کاهش عبور امواج ماورای بنفش و مادون قرمز، و تنظیم عبور نور مرئی و همچنین جلوگیری از اتلاف انرژی در بخش‌های مختلف و استفاده بهینه انرژی در ساختمان شده است. از طرفی به حفظ و نگهداری ساختمان برای مدت طولانی، و همچنین مقاوم‌سازی آن، حتی در برابر حوادث غیرمترقبه کمک بسیاری می‌کند [۷].

۲.۴. فناوری نانو در صنعت نفت و گاز

طبق بررسی‌های محققان در پنجاه سال آینده میزان تقاضای جهانی انرژی دو برابر خواهد شد. بنابراین نیاز به استفاده از تکنولوژی‌های جدید و نوعی بازنگری در نوع تولید و مصرف منابع انرژی به شدت احساس می‌شود. در این میان علم نانوفناوری با نگرشی جدید که در ساختار و چینش مواد به‌وجود آورده، روش‌های بسیار مناسبی را در جهت استفاده از فرآیندهای مختلف در حوزه انرژی ایجاد کرده است. یکی از کاربردهای فناوری نانو در صنایع بالا دستی نفت و گاز، استفاده از آن در لرزه‌نگاری است. عملیات لرزه‌نگاری با ایجاد انفجار در نقاط مختلف روی زمین و سپس ثبت شدت و دامنه لرزه‌های ایجاد شده توسط دستگاه‌هایی خاص ایجاد می‌شود. از اطلاعات لرزه نگاری می‌توان ساختار کلی لایه‌های زمین، محدوده مخزن و نوع سیال (اعم از گاز، نفت یا آب) را به دست آورد. دریافت اطلاعات در عملیات لرزه نگاری توسط حسگرهای خاصی صورت می‌گیرد. به نظر می‌رسد با ساخت نانوحسگرها می‌توان ثبت لرزه‌ها را به صورت دقیق تر انجام داد، زیرا امکان وارد کردن این حسگرها در لایه‌های مختلف زمین و ثبت لرزه‌ها در موقعیت‌های گوناگون وجود دارد [۸].

به دلیل افزایش فعالیت‌های جهانی در حیطه صنایع بالادستی نفت و گاز، تولید انرژی در آینده همراه با افزایش ضایعات خواهد بود. در این زمینه ایده‌آل‌ترین حالتی که محققان برای رسیدن به آن تلاش می‌کنند، کاهش ضایعات و پسماندها به میزان صفر است. در این میان عملیات حفاری یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملیات استخراج و تولید است که سبب ایجاد ضایعات فراوان می‌گردد. برای مثال قطعات داخل چاه که به سطح زمین حمل می‌شوند، به خصوص زمانی که آلوده به نفت باشند، برای محیط

ها و همچنین جایگزین کردن مصالح متداول مورد استفاده در بتن با مصالح جدید همیشه مورد توجه بوده است. یک سری از مواد جدید که توانسته‌اند خواص مکانیکی و فیزیکی بتن را ارتقا دهند، نانو مواده‌ها هستند. نانو مواده‌ها با توجه به خصوصیات شان در سطوح بسیار ریز می‌توانند دنیای بتن را کاملاً متحول کنند. استفاده از نانو تکنولوژی در صنعت بتن به چند سال اخیر بازمی‌گردد و کمبود دانش و درک ضعیف از اثر ذرات فوق ریز و نانو ذرات در تکنولوژی بتن، تحقیقات فراوانی را در این زمینه می‌طلبد. نانو مهندسی شامل تکنیک‌های دستکاری ساختار در مقیاس نانومتری به منظور ایجاد نسل جدید و مناسب کامپوزیت‌های سیمانی با رفتار مکانیکی ایده‌آل است و حتی می‌توان بتن با خواص جدیدی مثل مقاومت الکتریکی پایین، هوشمند بودن، خود تمیز کننده، خود ترمیم کننده، شکل پذیری بالا به وجود آورد [۵].

نانو تکنولوژی مانند تمامی تکنولوژی‌های نو نیاز به یک توجیه اقتصادی دارد، در حال حاضر هزینه‌های بالای نانو ذرات مانع از توسعه روزافزون این محصولات و استفاده آن‌ها در صنعت می‌گردد، برای همین بهره برداری از نانو تکنولوژی در صنعت بتن در مقیاس تجاری همچنان به چند محصول قابل عرضه در بازار محدود گردیده است.

از آن جایی که محصولات ساخته شده از طریق تکنولوژی نانو دارای مشخصات منحصر به فردی هستند، این تکنولوژی می‌تواند در بسیاری از فرآیندهای ساخت و طراحی به کار برده شود. این مشخصات منحصر به فرد قادر هستند که مشکلات کنونی در ساختمان‌سازی را حل کرده و در فرآیند ساخت تغییراتی را به وجود آورند. پیشرفت علم در حوزه نانو ذرات فلزی و دستاوردهای بزرگ در این زمینه باعث بهبود ویژگی های فلزات ساختمانی از جمله فولاد شده است. اضافه کردن نانو ذراتی مانند مس، مولیبدن و وانادیم باعث بهبود خواص مکانیکی فولاد و کاهش هزینه‌های ساخت شده است. ساخت نانو کابل‌ها، نانو پوشش‌هایی نظیر دی اکسید تیتانیوم و استفاده از فناوری نانو در ساخت و تولید پیچ و مهره‌ها تحول عظیمی را در سازه‌ها ایجاد کرده است [۶]. از کاربردهای نانوتکنولوژی در صنعت ساخت شیشه می‌توان به محصولاتی مانند شیشه‌های خودتمیز شونده، شیشه‌های کنترل کننده انرژی و شیشه‌های محافظ در برابر آتش اشاره کرد. در ساخت شیشه‌های خود تمیز شونده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم استفاده می‌شود. این شیشه‌ها دارای خاصیت ضدلک و ضدعفونی کنندگی هستند. ساخت شیشه‌های خود تمیزشونده که حتی مشکل

یکسان، نانوذرات اکسید روی به کار برده شده قابلیت جداسازی کامل هیدروژن سولفید را در مدت ۱۵ دقیقه از سیال حفاری پایه آبی دارا هستند، در حالی که ذرات بالک در مدت ۹۰ دقیقه تنها قادر به جداسازی ۲.۵٪ از آلودگی هیدروژن سولفید هستند [12].

نتیجه گیری

همان طور که به طور اجمال اشاره شد، فناوری نانو کاربردهای فراوانی در زمینه های مختلف پیدا کرده است. مطلبی که در این راستا می توان به آن رسید انقلابی است که در زمینه فناوری مواد و دستگاه ها می توان انتظار داشت. انقلابی که می تواند حتی چهره کنونی تمامی فعالیت ها و کارها را به کلی متحول سازد.

به فناوری نانو می توان به عنوان یک مقوله بلند مدت نگریست، به طوری که حداقل نیمه اول قرن بیست و یکم را به طور مداوم تحت تاثیر قرار می دهد. صاحب نظران جهان، دورنمای نسبتاً شفافی را از مسایل و دستاوردهای کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت این فناوری ارایه کرده اند. در پایان ذکر این نکته ضروری است که فناوری نانو همانند سایر فناوری ها می تواند علاوه بر سوددهی و مفید واقع شدن، خطرات و ریسک هایی را داشته باشد که باید به همراه پیشرفت و تحقیق، به این موضوع نیز توجه کافی شود.

منابع

- [۱] سایت کمیته مطالعات نانو تکنولوژی www.irannano.org
- [2] Kim, J. E., Shin, J. Y. & Cho, M. H. "Magnetic nanoparticles: an update of application for drug delivery and possible toxic effects". Archives of Toxicology 86, 685-700, (2012)
- [3] Veisheh, O., Gunn, J. W. & Zhang, M. "Design and fabrication of magnetic nanoparticles for targeted drug delivery and imaging". Advanced Drug Delivery Reviews 62, (2010).
- [۴] محسن نهاوندی، کاربرد فناوری نانو در لاستیک خودرو، سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- [5] Perumalsamy Balaguru, Ken Chong, "Nanotechnology and concrete research oppotunities", Proceedings of ACI Session on "Nanotechnology of Concrete: Recent Developments and Future Perspectives" Denver, USA, pp 15-28, (2006)
- [۶] فرشته ملک پور، محمد حسین توکلی دستجردی، کاربرد نانو فناوری در سازه های فلزی، سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- [۷] بیژن سرخوش، محمد حسین توکلی دستجردی، شیشه و نانوتکنولوژی، سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- [۸] علی احمدپور، هادی پیرمرادی، مروری بر کاربردهای فناوری نانو در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، ماهنامه تخصصی فرآیند نو، شماره ۱۸
- [۹] فایزه تار، مهدی عطاپور، کاربرد نانوفناوری در حفظ محیط زیست در فعالیت های صنایع بالا دستی نفت و گاز، سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

زیست بسیار خطرناک می باشد. در اولین دوره های حیات صنعت نفت، اهمیت کمی به مقوله مدیریت ضایعات حفاری داده می شد ولی با افزایش تقاضای جهانی انرژی و روند رو به رشد حفاری های پیشرفته، مسئله حفاظت از محیط زیست بیشتر مورد توجه قرار گرفت. بنابراین امروزه دانستن چگونگی تولید ضایعات حفاری و مدیریت آن ها به بهترین روش که کمترین اثرات سوء زیست محیطی را به همراه داشته باشد بسیار حائز اهمیت است. برای مثال یکی از مهم ترین مواردی که در حفاری های دریایی و عملیات تولید و استخراج باید مد نظر قرار گیرد، حفظ اکوسیستم و تنوع زیستی موجود در خاک و نیز آب ها و اقیانوس هاست که همواره در حین عملیات تولید و برداشت در معرض خطر قرار می گیرد. زیرا مسلماً تخلیه و یا نشت ضایعات ناشی از عملیات حفاری و بهره برداری در آب های آزاد و دریاها اثرات سوء زیست محیطی را در بر خواهد داشت که باید به حداقل برسد [۹]. در این راستا محصولات نانوفناوری زیست محیطی را می توان به گونه وسیعی در فرآیندهای بازسازی و حفظ محیط زیست استفاده نمود [۱۰]. برای مثال از آن جایی که نانوفناوری علمی است که به کاهش مصرف مواد (کاهش ضایعات) و همچنین اصلاح ساختار و بهبود فرآیندها کمک شایانی می نماید، محققان به این نتیجه رسیده اند که استفاده از نانومواد در ساختار سیالات حفاری می تواند آن ها را تبدیل به موادی با مضرات بسیار پایین زیست محیطی گرداند [11]. هیدروژن سولفید گازی بسیار خطرناک، سمی و خورنده است که می تواند در حین عملیات حفاری از درون سازند به داخل سیال حفاری نفوذ کرده و باعث آلودگی محیط زیست گردد. به منظور حفاظت از محیط زیست، ایمنی کارکنان و نیز جلوگیری از خوردگی خط لوله و تجهیزات نیاز است تا این ماده از سیال حفاری جدا گردد. در گذشته جاذب های متنوعی جهت زدودن این گاز از سیال حفاری استفاده شده است که متداول ترین آن ها ترکیبات فلز روی مانند اکسید روی و کربنات روی می باشند. اکسید روی مورد استفاده در این عملیات نیز به عنوان پسماند جامد، بی خطر می باشد. در این راستا گروهی از محققان به بررسی پاکسازی سیال حفاری از هیدروژن سولفید با استفاده از نانوذرات اکسید روی پرداخته اند. از آن جایی که نانوذرات سطح ویژه بالائی دارند، بسیار واکنش پذیر می باشند. آن ها توانستند نشان دهند که استفاده از نانوذرات اکسید روی در جداسازی هیدروژن سولفید از سیال حفاری پایه آبی می تواند بسیار موثر باشد. همچنین کارآئی این نانوذرات با ذرات بالک اکسید روی نیز مقایسه گردید و نتایج حاصل بیانگر آن است که در شرایط عملیاتی

- [10] Bhawana, P., Fulekar, M.H. "Nanotechnology: Remediation Technologies to clean up the Environmental pollutants". Res.J.Chem.Sci, Vol. 2, pp. 90-96, (2012).
- [11] Amanullah, M., Al-Arfaj, M., Al-Abdullatif, Z. "Primary Test Results of Nano-based Drilling Fluids for Oil and Gas Field Application". SPE/IADC 139534, (2011).
- [12] Sayyadnejad, M.A., Ghaffarian, H.R., Saeidi, M. "Removal of hydrogen sulfide by zinc oxide nanoparticles in drilling fluid". Int. J. Environ. Sci. Tech, Vol. 5, pp. 565-569, (2008).