سرمقاله

مروری بر فناوری نانو و سم شناسی نانوذرات

شهناز باکند[۱]، علی اصغر فرشاد[۲]

مقدمه

باگسترش روزافزون نانوتکنولوژی (Nanotechnology) یا فناوری نانو استفاده از نانوذرات (Nanoparticles) و ریزمواد (Nanomaterials) نیز در تکنولوژیهای مدرن افزایش یافته است. اما علی رغم این گسترش روزافزون، تاکنون تحقیقات بسیار اندکی در زمینه شناسایی پتانسیل اثرات سوء این مواد بر سلامتی انسان و محیط صورت گرفته است. مطالعات اولیه سم شناسی نشان داده‌اند که ریزمواد می‌توانند سلامتی انسان را تحت تاثیر قرار داده و اثرات زیست محیطی نیز به همراه داشته باشند. این مقاله بطور فشرده به بررسی اثرات تماس با نانوذرات برسلامتی انسان می‌پردازد.

با گسترش نانوتکنولوژی و مهندسی مواد، نانو ذرات مختلفی با خصوصیات تازه و نوظهور ساخته شده و علی رغم اینکه پتانسیل اثرات سمی آنها در بسیاری از موارد ناشناخته است، این مواد کاربردهای روزافزون نیز یافته‌اند. باید به خاطر داشت هم اکنون، سالیانه حدود ۲۰۰۰ کارگر در انگلستان، و کم و بیش در برخی کشورهای دیگر، جان خود را از دست میدهند، خیلی ساده فقط بدلیل بعضی از خواص نوظهور ماده آزبست که در زمان خود این ماده را بسیار قابل استفاده نموده بود، بدون آگاهی و درک این نکته که همین ساختار نوظهور منجر به ایجاد اثرات فیبروتیک و سرطان زایی در افراد در معرض خواهد گردید(۱). بنابراین برای اجتناب از تکرار تجربیات ناخوشایند گذشته، باید اثرات سمی و عوارض ریز مواد، نانوذرات و نانوالیاف مورد بررسی قرار گرفته و تماس با این گروه جدید مواد کنترل شده و قانونمند شوند.

نانوتکنولوژی

نانوتکنولوژی عبارتست از دستکاری دقیق و کنترل شده ساختار اتمی یا مولکولی مواد در مقیاس نانو به منظور تهیه ریزذراتی با خصوصیات نوظهور و کاربردهای خاص. ذرات نانو عبارتند از ذرات اولیه ای که حداقل یکی از ابعاد آنها کمتر از ۱۰۰nm باشد(۲). برحسب منبع تولید، ریزمواد را می‌توان در دو گروه مهم تقسیم نمود:

- ریزذراتی که بطور تصادفی یا ناخواسته تولید می‌شوند مانند ذرات احتراقی ناشی از موتورهای دیزلی،
- و ریزذراتی که بطور غیرتصادفی و یا به دلخواه ساخته می‌شوند مانند نانوذرات تیتانیوم دی اکسید.

۱- (نویسنده مسئول) استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران (bakand183@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

امروزه ریزذرات گروه دوم که بطور دلخواه ساخته می شوند در عرصه های مختلف پزشکی، داروسازی، بیوتکنولوژی، تولید انرژی، مهندسی، حمل ونقل و الکترونیک کاربرد دارند(۳). نانوذرات می توانند از مواد مختلف و در شکلهای مختلف مانند کروی، میله ای، سیمی و لوله ای ساخته شوند. دی اکسید تیتانیوم، اکسید روی، نانوذرات نقره، نانوفیبرهای کربن و کاتالیست های صنعتی نمونه هایی از ریزموادی هستند که امروزه در تکنولوژیهای مدرن بکارگرفته میشوند.

سم شناسی نانو

سم شناسی نانو (Nanotoxicology) یکی از جدیدترین شاخه های سم شناسی است که به مطالعه و بررسی پتانسیل سمیت ریزمواد و ریزذرات می پردازد. در حال حاضر تحقیقات بسیار اندکی در زمینه سمیت نانوذرات صورت گرفته است. با این وجود تحقیقات اولیه سم شناسی نشان داده است که سمیت نانوذرات بطور معنی داری با خصوصیات نوظهور فیزیکوشیمیایی این مواد ارتباط دارد. این خصوصیات که در مقیاس نانو مطرح است، موجب بروز رفتارهای جدید شده و سبب می شودکه نه تنها شیمی و فیزیک این ذرات تغییر کند بلکه باعث میگردد این ذرات در سیستمهای بیولوژیکی نیز بطور متفاوتی عمل نمایند.

شکسته شدن ماده جامد و تبدیل شدن آن به ذرات ریز موجب کوچک شدن ذرات و افزوده شدن سطح کلی آن شده و می تواند خصوصیات سم شناسی ماده را تغییر دهد. موادی که حتی به آنها مواد بی اثر اطلاق می شود، مانند TiO_2، در مقیاس نانو به ذرات ریزتری تبدیل شده و به همین خاطر فعال می شوند. در مقیاس نانومتر، خصوصاً کمتر از 10-20 nm، خصوصیات ذرات بطور معنی داری تغییر می کند. مقایسه ذرات معمولی یک ماده شیمیایی با ذرات همان ماده در مقیاس نانو نشان داده است که در مقیاس نانومتر بسیاری از خصوصیات ماده مانند خواص مکانیکی، نوری، مغناطیسی و الکتریکی و فعالیت شیمیایی تغییر نموده و در نتیجه موجب بروز اثرات شگفت آور و پیش بینی نشده می شود. بدلیل سایز کوچک، نانوذرات سطح بسیار وسیعی دارند که آمادگی برای جذب سطحی یا واکنش را داشته و باعث افزایش فعالیت شیمیایی ماده میگردد. بنابراین یک ماده در مقیاس نانو بسیار فعالتر از ذرات معمولی همان ماده و در نتیجه با سمیت بیشتر خواهد بود.

مکانیسم های سمیت نانوذرات

می توان انتظار داشت که سایز بسیار کوچک نانوذرات نقش مهمی در سمیت این مواد داشته باشد، خصوصاً اگر سایز این ذرات (<100 nm) با سایر اجزا بیولوژیکی بدن انسان مانند گلبولهای قرمز (7000 nm) مورد مقایسه قرار گیرد. نانوذارت توانایی این را دارند که غشاء سلولی را پشت سر گذاشته و وارد سلولها شوند(۴). با استفاده از روشهای میکروسکوپی انتقال الکترون (TEM) مشخص شده است که نانوذرات اکسیدهای فلزی مانند Fe_2O_3، Y_2O_3، ZnO می توانند وارد سلولهای آندوتلیال عروقی انسان شده و دوز انتقال یافته بدرون سلولها نیز متناسب به غلظت نانوذرات در محیط کشت بوده است (۵). علاوه براین، سایز کوچک نانوپارتیکل ها می تواند بطور مستقیم باعث آسیب سلولی شود(۶). مکانیسم های دفاعی بدن انسان ممکن است نتوانند بطور مناسبی با اینگونه مواد بسیار ریز مقابله کنند. به عنوان مثال، مدارکی وجود دارد مبنی براینکه سلولهای ماکروفاژ ریه انسان که وظیفه برداشتن ذرات استنشاق شده را به عهده دارند نمی توانند با ریزموادی کوچکتر از 70 nm مقابله نموده و در نتیجه این مواد می توانند به اعماق ریه نفوذ کرده و حتی خود را به جریان خون برسانند. بطور مثال گزارش شده است که نانوذرات ناشی از فرآیندهای احتراقی (CDNP) و اجزاء آنها می توانند از محل نشست خود در ریه ها مهاجرت نموده و خود را به سایر ارگانها برسانند(۲).

بدلیل افزایش قابل ملاحظه سطح نسبت به جرم ماده، در مقیاس نانو مواد سمی تر هستند. بطور مثال یک نانو ذره کروی با شعاع ۲/۵ nm و دانسیته ۵ g/cm^3 دارای سطحی برابر با ۲۴۰ m^2/g خواهد بود(۷). افزایش میزان سطح باعث افزایش فعالیت شیمیایی و در نتیجه خواص سمی آن ماده خواهد شد.

ریزمواد در مقایسه با مواد اولیه خود بهتر می توانند در ارگانیسم های زنده حرکت کرده و جابجا شوند. با در نظر گرفتن توانایی برخی از نانوپارتیکل ها برای انتقال داروها

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

در بدن انسان، می‌توان انتظار داشت که نانوذرات با مواد شیمیایی و آلاینده ها نیز باند شده و موجب انتقال این مواد سمی به نقاط مختلف بدن شوند. داشتن سطح پرانرژی و وجود نیروهای چسبندگی باعث میشود نانوذرات نسبت به مولکولهای کوچک مانند ذغال فعال عمل نمایند. در مقیاس نانو، ریز ذرات هوابرد می‌توانند مانند وسیله نقلیه ای برای انتقال مواد سمی بداخل سیستم تنفسی انسان عمل کنند.

بسیاری از ریزمواد غیرقابل حل در آب هستند و در نتیجه قابلیت تجمع این مواد در مواد بیولوژیکی و سیستمهای زنده افزایش می یابد. به عنوان مثال ریز ذرات نامحلول قابلیت این را دارند که سالها در سیستم تنفسی باقی بمانند. بعلاوه مطالعات مختلف نشان داده است که بعد از استنشاق نانو پارتیکل ها و نانوفیبرها قابلیت فاگوسیتوز ماکروفاژها کاهش می یابد. برای مثال، نانوتیوبها مانند نانوالیاف کربن ظریفتر از الیاف آزبست بوده، بسیار محکم هستند و انتظار میرود که در ریه ها ابقا شوند، بنابراین می توان پیش بینی نمود چنانچه در مقادیر کافی استنشاق شوند، احتمالاً خواهند توانست موجب بیماریهایی مانند مزوتلیوما شوند(۱).

نتیجه گیری

درک فعلی از خواص و اثرات نانوذرات درارتباط با ارزیابی خطر این مواد بسیار محدود بوده و تاکنون هیچگونه استانداردی در این زمینه تدوین نشده است. گرچه ممکن است در حال حاضر گروههای در معرض تماس با نانو پارتکیل ها محدود به کارکنان آزمایشگاههای تحقیقاتی و یا کارگران کارخانجات سازنده باشند ولی با گسترش روزافزون نانوتکنولوژی طبیعتاً روز به روز بر تعداد افراد در معرض افزوده خواهد شد. بنابراین تدوین دستورالعلها، استانداردها و مقررات در زمینه نانوتکنولوژی بسیار ضروری و حیاتی به نظر می‌رسد (۷). در حال حاضر، براساس ترکیبی از مطالعات سم شناسی موجود و همچنین معلومات و تجربیات قبلی انسان در زمینه سم شناسی ذرات، مقررات و کنترلهای شدید باید بکار گرفته شود تااز هرگونه عوارض سوء و جبران ناپذیر احتمالی ناشی از تماس با نانوذرات درآینده پیشگیری به عمل آید. همانطور که گفته شد مواد در مقیاس نانو با مواد اولیه خود با ذرات درشت تر از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تفاوتهای فاحشی داشته، بنابراین باید به عنوان مواد جدید در نظر گرفته شده و تماس با آنها مستلزم مقررات و استانداردهای جدید می‌باشد.

منابع

1. Seaton, A. Nanotechnology and the occupational physician. Occupational Medicine , 56: 312- 316, 2006.

2. Donaldson, K., Tran, L., Jimenez, L. A., Duffin, R., Newby, D. E., Mills, N., MacNee, W. and Stone, V. Combustion-derived nanoparticles: A review of their toxicology following inhalation exposure. Particle and Fibre Toxicology, 2:10, 2005.

3. Karn, B., Masciangioli, T., Zhang, W., Colvin, V. and Alivisatos, P. (Eds). Nanotechnology and the Environment; Applications and Implications. American Chemical Society, Washington, DC, 2005.

4. Tolstoshev, A. Nanotechnology, Assessing the Environmental Risks for Australia, Earth Policy Centre, University of Melbourne, Australia, 2006.

5. Gojova, A., Guo, B., Kota, R. S., Rutledge, J. C., Kennedy, I. M., and Barakat, A. I. Induction of inflammation in vascular endothelial cells by metal oxide nanoparticles: Effects of particle composition. Environmental Health Perspectives, 115: 3, 403- 409, 2007.

6. Dechsakulthorn, F., Hayes, A., Bakand, S., Joeng, L., and Winder, C. Invtro cytotoxity assessment of selected nanoparticles using human skin fibroblasts. Altrernatives to Animal Experimentation, Special Issue. 14:397-400,2008.

7. Borm, P. JA. Particle toxicology: From coal mining to nanotechnology. Inhalation Toxicology, 14: 311- 324, 2002.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]