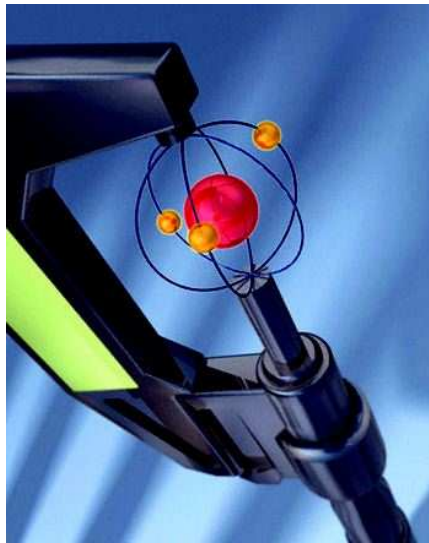


روي ديگرسکه نانوفناوري

بابک مختاري*



هر چند که گفته مي شود نانوفناوري قابليت توليد و کاربرد فناوري هاي تميزتر را دارا است؛ اما در کاربرد نانومواد يا ريزمواد بايد احتياط لازم را به عمل آورد. مطالعات نشان مي دهد افراي که در معرض انتشار نانومواد قرار دارند ممکن است به عارضه هايي دچار شوند و همچنين تخليه نانوذرات به آب نيز سبب آلودگي هاي سمی زيست محيطي مي شود. در اين نوشتار جهت آشنايي بيشتر خوانندگان گرامي با ساير جنبه هاي علم و فناوري رو به رشد نانو يکي از کامل ترين و جديدترين مطالعاتي که در زمينه خطرات نانوذرات انجام شده و هم اکنون در مجله **Journal of Cleaner Production** زير چاپ است؛ به صورت خلاصه ترجمه و ارائه شده است.

•••

ويژگي بارز نانوفناوري استفاده آن از ذرات بسيار کوچکي است که حداقل يکي از ابعاد آنها کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد. گفته شده است که نانوفناوري مي تواند مواد زائد و آلودگي ها را از محيط حذف کند حتي مي تواند به طور فزاينده اي از مصرف و هدر رفتن منابع جلوگيري کند که اين خود مي تواند سبب شود قيمت تمام شده بسياري از محصولات و فرايندها کاهش يابد. از سوي ديگر نانوفناوري اين قابليت را دارد که با فراهم آوردن امکان انتخاب گري بالا در واکنش هاي شيميايي، بهره وري در مصرف انرژي و کاهش توليد مواد زائد را موجب شود. با اين وجود مطالعات نشان مي دهد که اين فناوري نوظهور آنچنان که گفته مي شود بي خطر نيست.

اصولاً ما با سه دسته نانومواد سروکار داريم. دسته اول که مهم ترين و قديمي ترين آنها کربن سياه يا کربن بلاک است که در ساختن لاستيک و نيز در صنايع چاپ به کار مي رود. کاربردهاي جديد اين نانوماده در صنايع ديگري چون صنايع پوششي، نساجي، سراميک، شيشه و... گزارش شده است. تنها افراي که در اين صنايع کار مي کنند مي توانند در معرض اين دسته از نانومواد قرار بگيرند. دسته دوم شامل نانوذراتي است که در مواد دارويي و آرايشي بهداشتي به کار مي روند که بالنسبه عموم افراد ممکن است از آنها استفاده کنند. دسته سوم نانوذراتي هستند که به صورت ناخواسته به عنوان محصول فرعي بعضي از فرايندها-مانند سوختن سوخت هاي ديزلي، گداختن فلزات و حرارت دادن پليمرها توليد مي شوند، که به اين دسته نانوذرات غيرتوليدي نيز گفته مي شود. امروزه بيشتر نانوذرات توليدي از اکسيدهاي فلزي، سيلکون و کربن ساخته مي شوند. بيشتر نانوذرات دارو رسان از چربي ها و ساختارهايي با پايه پلي اتيلن گليکول ساخته شده اند. يکي از راه هاي ورود نانومواد به داخل بدن موجودات زنده استنشاق است. اين امر يکي از موضوعاتي بوده است که بسيار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. مدارک معتبري وجود دارد که ثابت مي کند ذرات پايدار با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر پس از استنشاق مي توانند مسموميت اساسي ايجاد کنند. ذرات استنشاق شده تمايل زيادي به رسوب کردن در مجاري تنفسي و ريه ها دارند که اين تمايل در افراد مبتلا به آسم و ساير عارضه هاي تنفسي بيشتر است. التهاب ريه که از استنشاق نانوذرات حاصل مي شود در حيواناتي مانند موش مشاهده شده و اثر آن در حيوانات پير بيشتر است. مطالعه اثر نانوذرات کربن و اکسيد تيتانيوم با اندازه هاي بين ۲۲۰-۱۲ نانومتر روي موش ها نشان داده است که قدرت دفاعي را در شش هاي آنها پايين مي آورد. تماس مداوم و زياد با نانوذرات ممکن است سبب تصلب بافت ها شود. کار در مکان هايي که در آنجا از کربن سياه استفاده مي شود به مرور زمان سبب بروز بيماري هاي تنفسي از قبيل برونشيت و يا حتي سرطان ريه مي شود. اين بيماري ها در حيواناتي که در تماس دائم با نانوذرات بوده اند مشاهده شده است. شواهد زيادي وجود دارد که نشان مي دهد سطح فعال و تعداد نانوذرات استنشاق شده در اثرات مخربي که ايجاد مي کنند نقش تعيين کننده دارند. طبيعت شيميايي و بار الکتریکي نانوذرات نيز از ديگر عوامل تعيين کننده در ميزان خطرناک بودن آنها در صورت استنشاق است. نانوذرات علاوه بر بيماري هاي تنفسي که ايجاد مي کنند، مي توانند بروز بيماري هايي را در سيستم قلبي عروقي انسان ايجاد کنند. اثر مخرب اين ذرات روي سيستم قلبي حيوانات با آزمايشاتي که انجام شده به اثبات رسیده است. اين بيماري هاي قلبي ممکن است از تغيير در عملکرد شش ها نشأت گرفته باشد و يا به نفوذ نانوذرات به بافت ريه مرتبط باشد. در مورد احتمال دوم شواهد نشان داده اند که نانوذرات جامد توانايي جابه جا شدن در مخاط و بافت هاي تنفسي انسان و ساير پستانداران را دارا هستند. حضور نانوذرات استنشاقی در سيستم گردش خون و در کبد مشاهده شده است. از سوي ديگر مطالعات نشان داده که تماس دائم و

کامل با نانوذرات سبب ورود این مواد به مغز حیوانات شده است. نفوذ نانوذرات کربنی به قسمت بویایی مغز موش از طریق عبور از مخاط بویایی و عصب بویایی به اثبات رسیده است.

در بعضی از موارد ممکن است اثر یک ماده ویژه اثر منفی نانوذرات را تشدید کند. به عنوان مثال حضور ذرات بزرگ نیکل در کنار نانوذرات این ماده صدمات ریوی و التهاب آن را افزایش می دهد. این مطالعه نشان می دهد که نه تنها سطح ویژه نانوذرات نیکل در اثرات مخرب آن نقش دارد بلکه یون های نیکل نیز اثر مهمی در ایجاد مسمومیت در سلول های موش دارند. سرطان ریه در انسان با در معرض نانوذرات نیکل قرار گرفتن ارتباط دارد. این اثر در حضور مواد محلولی که حاوی نیکل هستند بیشتر خود را می نمایاند. از دیگر موادی که اثر تشدید کننده آنها روی فعالیت مخرب نانوذرات اثبات شده است می توان آهن و دوده را نام برد. یکی دیگر از راه های نفوذ نانوذرات به داخل بدن حیوانات و انسان، نفوذ از راه پوست است. این مسئله در انسان اهمیت بیشتری دارد زیرا در مواد حاجب نور خورشید یا همان کرم های ضدآفتاب، از نانوذرات اکسید تیتانیوم و اکسید روی استفاده می شود. هم اینک مهم ترین استفاده از نانوذرات در مواد آرایشی بهداشتی استفاده از همین ذرات بسیار ریز اکسیدهای فلزی است. مطالعات نشان داده است که نانوذرات تشکیل دهنده این مواد هشت ساعت پس از مصرف می تواند از طریق غشای سلول وارد سلول شود. این مسئله در مورد خرگوش و موش به اثبات رسیده است. این نانوذرات با ورود به درون سلول و انجام واکنش های کاتالیز شده نوری می توانند سبب از بین رفتن اسیدهای نوکلئیک و سایر اجزای سلولی شوند. راه دیگر نفوذ پوستی نانوذرات به درون سلول های انسان از طریق نقل و انتقال و کار کردن با این مواد در آزمایشگاه ها و صنایع است. مطالعات در مورد نفوذ نانولوله های کربنی به بدن کسانی که در آزمایشگاه های مربوطه کار می کنند موید این مسئله است. راه دیگر در معرض نانوذرات قرار گرفتن ورود آنها به زنجیره غذایی است که منشأ آن آلودگی های زیست محیطی است. اما یکی از آسان ترین و مهم ترین راه های ورود نانوذرات به درون بدن انسان استفاده از سیستم های دارورسان است. تعداد زیادی از مواد نانو به عنوان ترکیبات دارورسان مورد مطالعه قرار گرفته اند هم اینک استفاده از این سیستم ها به عنوان یکی از کاربردهای مهم نانوفناوری مطرح است. یک اثر جانبی معمول بعد از استفاده از این مواد ایجاد حساسیت شدید است. از سوی دیگر هنگامی که از نانوذرات ترکیبات آلی فلزی یا پلیمری استفاده می شود خطر تجزیه ترکیبات وجود دارد که مواد حاصل از این تجزیه ممکن است اثرات زیان آوری را موجب شوند. به عنوان مثال ترکیب پلیمری پلی آلکیل سیانو اکریلات که در بعضی از داروها استفاده می شود در صورت داشتن شاخه آلکیلی کوچک به راحتی تجزیه شده و مواد سمی تولید می کند اما این پلیمر اگر حاوی شاخه های آلکیلی بزرگ باشد تجزیه شدن آن کمتر اتفاق می افتد. استفاده از نانوذرات به جای رنگ های فلورسنتی در تصویربرداری از سیستم های زنده از کاربردهای جدید نانو مواد است. یکی از موادی که مطالعات زیادی در مورد آن انجام شده نیمه هادی نقاط کوانتومی است که از کادمیم و سلنیم ساخته شده است. این ماده به خاطر آزاد شدن یون کادمیم سمیت زیادی از خود نشان می دهد. در پایان با توجه به مطالب فوق می توان گفت که خطر کلی نانوذرات به پایداری آنها در مواد زیستی مرتبط است. نانوذراتی که به راحتی به مواد با سمیت کم تجزیه می شوند نسبت به نانوذرات مقاوم در مقابل تجزیه زیستی از زیان آوری کمتری برخوردارند. شکل و طبیعت سطح نانوذرات در زیان آور بودن آن نقش مهمی دارد. با توجه به این مطالعات و مشخص شدن اثرات جانبی منفی نانوذرات دارورسان، باید در جهت رفع این مشکل تدابیری اندیشیده شود و همچنین کاربرد اکسید روی و اکسید تیتانیوم در مواد ضدآفتاب باید مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.

*عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز