مجله ایمنی زیستی
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

مکانیسم تاثیر نانوذرات فلزی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی آبزیان

فاطمه دارابی تبار[1*]، سید علی اکبر هدایتی[2]

۱- دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

Darabitabar@gmail.com

چکیده

در حال حاضر فناوری نانو، پیشرفته‌ترین و جدیدترین فن آوری بشری است که از هم‌گرایی علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی به وجود آمده است. مطالعه بیولوژیکی و اکولوژیکی گونه‌های مختلف آبزیان در یک اکوسیستم آبی، منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می‌شود، که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد. توسعه قابل‌توجه نانوتکنولوژی و استفاده گسترده نانومواد در زمینه‌های مختلف صنعتی، باعث ضرورت بررسی اثرات تخریبی آن‌ها بر سیستم بیولوژیک می‌باشد. از این‌رو در استفاده از نانوذرات، باید به سمیت آن‌ها توجه نمود. زیرا می‌تواند با پاسخ‌هایی چون التهاب مزمن و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن همراه باشد. نانوذرات طبقه‌ای از مواد با ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که دارای ویژگی‌های خاص شیمیایی و فیزیکی از نظر اندازه، شکل و نسبت بالای سطح به حجم می‌باشند. همچنین ویژگی‌های جدید مانند انحلال‌پذیری، تحرک بسیار زیاد در بدن انسان و توانایی نفوذ به غشا سلولی را می‌توان نام برد، که این امر سبب شده مقیاس نانو، بیش از مقیاس‌های دیگر مورد توجه قرار گیرد. با توجه به نوظهور بودن فناوری نانو، هنوز از خطرات احتمالی این ذرات برای محیط زیست ارزیابی دقیقی صورت نگرفته است.

کلمات کلیدی: نانو ذرات، سمیت، رادیکال آزاد، آبزیان

مقدمه

مطالعه بیولوژیکی و اکولوژیکی گونه‌های مختلف آبزیان در یک اکوسیستم آبی، منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می‌شود که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد (۱۵). آلودگی اکوسیستم آبی، به یکی از معضلات امروز جوامع بشری در سراسر جهان تبدیل شده است، چرا که این منابع دارای کاربری‌های متنوعی هستند (۱). در محیط‌های آبی، ماهی به‌عنوان یک آبزی، برای ارزیابی اثر آلاینده‌های محیطی در بوم سامانه‌های آبی در نظر گرفته می‌شود. ماهیان در بالاترین نقطه زنجیره غذایی آبی قرار گرفته‌اند و

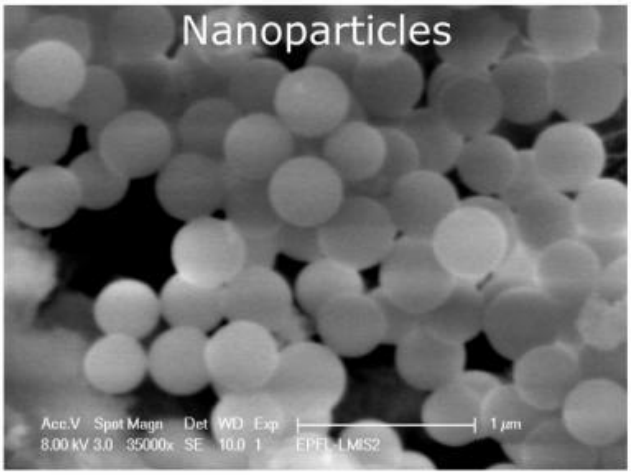
[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

توانایی بزرگ‌نمایی زیستی آلاینده‌ها، حتی در غلظت‌های پایین موجود در محیط را دارند (۵).

کاربرد نانوذرات

در حال حاضر، فناوری نانو پیشرفته‌ترین و جدیدترین فن آوری بشری است که از همگرایی علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی به وجود آمده است. توسعه قابل توجه نانوتکنولوژی و استفاده گسترده نانومواد در زمینه‌های مختلف صنعتی، باعث ضرورت بررسی اثرات تخریبی آن‌ها بر سیستم بیولوژیک می‌باشد. از این رو در استفاده از نانوذرات، باید به سمیت آن‌ها توجه نمود. زیرا می‌تواند با پاسخ‌هایی چون التهاب مزمن و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن همراه باشد. نانوذرات، طبقه‌ای از مواد با ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که دارای ویژگی‌های بسیار خاص شیمیایی و فیزیکی از نظر اندازه، شکل و نسبت بالای سطح به حجم می‌باشند. گاهی اندازه آن‌ها کوچکتر و یا در حد ساختارهای سلولی، ویروس، پروتئین و یا یک ژن می‌باشند. همچنین ویژگی‌های جدید مانند انحلال پذیری، تحرک بسیار زیاد در بدن انسان و توانایی نفوذ به غشا سلولی را می‌توان نام برد، که این امر سبب شده مقیاس نانو، بیش از مقیاس‌های دیگر مورد توجه قرار گیرد (شکل ۱). همان‌طور که گفته شد، نانوتکنولوژی در صنایع مختلفی جای باز کرده است. در حال حاضر، توجه ویژه‌ای به استفاده از محصولات و علم نانوتکنولوژی در پرورش و صید آبزیان معطوف شده است. امروزه برای صید آبزیان، بحث استفاده از قلاب‌های خاصی که با رنگ‌های نانویی پلی‌ایمیدی (Polyimide) پوشیده شده‌اند و با انعکاس نور در جهت‌های مختلف، منجر به جذب ماهیان می‌شوند، بسیار مطرح است. این قلاب‌های پوشیده شده با نانوپلی‌ایمید، باعث افزایش جذب و صید ماهیان، تا سه برابر قلاب‌های معمولی می‌شوند و می‌توانند صید ماهی را بسیار افزایش دهند (Rather et al., 2011).



شکل۱- ساختار نانو ذرات فلزی

در بحث آبزی‌پروری، میزان رشد آبزیان از مهم‌ترین مسائل محسوب می‌شود، زیرا با افزایش رشد ماهی، مدت نگهداری آن کاهش می‌یابد و منتبع آن، هزینه نگهداری هم کاهش می‌یابد. برخی از عناصر غذایی،

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

محدودکننده رشد هستند و درصورت وجود آن‌ها در جیره غذایی آبزی، میزان رشد هم افزایش می‌یابد. در این راستا، محققان آکادمی علوم روسیه گزارش داده‌اند که وقتی که ماهیان جوان کپور و تاس‌ماهی را با نانوذرات آهن تغذیه کردند، رشد آن‌ها تا ۳۰ درصد در کپور و ٢٤ درصد در تاس‌ماهی افزایش پیدا کرد (۱۲). همچنین نشان داده شده که نانوذرات سلنیوم (Nano-Se) موجود در جیره‌غذایی، می‌تواند منجر به افزایش وزن نهایی ماهی، افزایش سطح آنتی‌اکسیدان و افزایش غلظت سلنیوم در ماهیچه‌ها شوند (۲۳).

سمیت و خطرات احتمالی نانو مواد

با توجه به خصوصیات منحصر به فرد فیزیکوشیمیایی نانوذرات، ممکن است نوع سمیت آن‌ها با موادی که از نظر ساختمان شیمیایی با آن‌ها یکسان، اما اندازه متفاوت دارند، فرق داشته باشد. حتی امکان دارد که نانوذره‌ها، سمیت بیشتری در مقایسه با ذرات بزرگتر ایجاد کنند. نانوذرات اکسید فلزی می‌توانند وارد رگ‌ها و بافت‌های مغز شده و از این طریق می‌توانند قابلیت دسترسی زیستی را افزایش دهند. این مساله ممکن است منجر به تاثیرات سمی و پاسخ‌های التهابی در مغز و تخریب سیستم عصبی مرکزی شود (۹).

با گذر از میکروذرات به نانوذرات، با تغییر برخی از خواص فیزیکی روبرو می‌شویم. افزایش نسبت مساحت سطحی، به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی، دو مورد مهم از این خواص هستند. افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم که به‌تدریج با کاهش اندازه ذره رخ می‌دهد، باعث غلبه یافتن رفتار اتم‌های واقع در سطح ذره، نسبت به رفتار اتم‌های درونی می‌شود. این پدیده بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ذره اثر می‌گذارد. به محض آن‌که ذرات به اندازه کافی کوچک شوند، شروع به رفتار مکانیک کوانتومی و خواص جدید می‌کنند. امروزه پیشرفت تکنولوژی و دستیابی انسان به روش‌های نوین، برای استفاده از منابع طبیعی، دستاوردهایی را به همراه دارد که علاوه بر تاثیرات فراوان در زندگی بشر، اثرات منفی نیز برای طبیعت در پی خواهد داشت (٦).

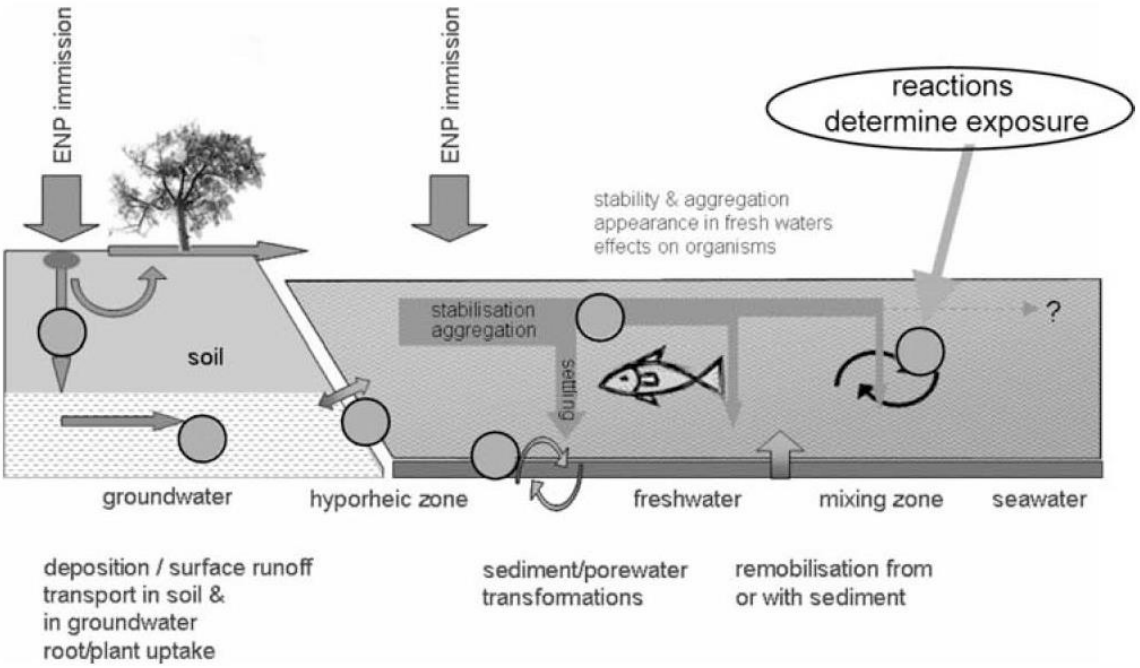
در سال‌های اخیر، نانوتکنولوژی تبدیل به یکی از مهم‌ترین و مهیج‌ترین حوزه‌های رو به پیشرفت در فیزیک، شیمی، علوم مهندسی و زیست‌شناسی شده است (۲). ذرات نانو، به خاطر خصوصیت‌های غیر معمول نوری، شیمیایی، فوتوالکتروشیمیایی و الکتریکی، مورد توجه دانشمندان هستند. فن‌آوری نانو توانایی ساخت، کنترل و استفاده ماده در ابعاد نانومتری است. اندازه ذرات در فن‌آوری نانو بسیار مهم است، چرا که در مقیاس نانویی، ابعاد ماده در خصوصیات آن بسیار تاثیرگذار است و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک‌تک اتم‌ها و مولکول‌ها با خواص توده ماده متفاوت است. این اندازه در مواد مختلف متفاوت است، اما به‌طور معمول مواد نانو به موادی که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها کوچک تر از ۱۰۰ نانومتر باشد اطلاق می‌شود (١٦).

بطور کلی آبزیان از طریق آب و غذا ممکن است در معرض نانو ذرات قرار گیرند. مطالعات زیادی در رابطه با در معرض قرارگیری آبزیان با نانو مواد انجام شده است و تا پایان دسامبر ۲۰۱۱، تعداد ۱۳۷ مقاله در رابطه با سم‌شناسی نانومواد مختلف بر روی ١٤

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

گونه‌ی مختلف ماهی منتشر شده است (۱٤). با توجه به نوظهور بودن فناوری نانو، هنوز از خطرات احتمالی این ذرات برای محیط زیست ارزیابی دقیقی صورت نگرفته است. نانوذرات به طور طبیعی از ابتدا در کره زمین وجود داشته‌اند و موجودات زنده در طی تکامل، با نانوذرات طبیعی سازگار شده‌اند، با این حال از آن‌جا که نانوذرات مصنوعی تولید بشر هستند و در فرآیند تکامل وجود نداشته‌اند، در حال حاضر نگرانی زیادی پیرامون آلودگی موجودات زنده با آن‌ها وجود دارد (۳) (شکل ۲).



شکل ۲ – نانوذرات در محیط‌های آبی (۸)

فرضیه‌های مطرح شده نسبت به آسیب‌های احتمالی حاصل از فناوری نانو، به‌طرز تهدیدآمیزی باعث کندی روند رشد و توسعه فناوری نانو خواهد شد. مگر آن‌که اطلاعات صحیح، بی‌طرفانه و قانونمند در باره چیستی خطرها و چگونگی پرهیز از آن‌ها منتشر شود. به‌منظور برآورده کردن این نیازها، علم سم‌شناسی نانو مواد، نقش بسیار مهمی در توسعه و گسترش نانو فناوری پایدار و ایمن خواهد داشت. اگر چه هم‌اکنون، اطلاعات کمی در ارتباط با اثر سم‌شناسی زیست محیطی و اثر سم‌شناسی انسانی نانومواد در دسترس است، با این وجود، با توجه به ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی نانومواد، پیش‌بینی می‌شود که این مواد با اجزای زیستی برهمکنش داشته باشند و اثرات زیادی بر رفتار و خصوصیات ماکرومولکول، سلول و بدن موجود زنده به جای بگذارند. نانومواد به دلیل گوناگونی زیاد در مقایسه با دیگر مواد شیمیایی معمول، ویژگی‌های فراوان و بی‌نظیری دارند. ویژگی‌های فیزیکی (از جمله اندازه‌ی ذره، ریخت‌شناسی و حلالیت‌پذیری) و ویژگی‌های شیمیایی (ترکیب و ساختار شیمیایی نوع روکش نانو ذره) دارای اهمیت هستند و با تغییر هریک از این ویژگی‌ها، پیش‌بینی می‌شود نوع و میزان اثر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

بیولوژیکی متفاوت باشد. همچنین عوامل دیگری از جمله نسبت سطح به حجم، انتقال فاز، ثبات شیمیایی و تمایل به تشکیل توده نیز، ممکن است به‌همین اندازه اهمیت داشته باشد. به‌طور کلی با توجه به کاربردهای زیاد نانو مواد در صنایع مختلف و وجود فرضیه‌های زیادی بر تاثیرات مخرب نانو ذرات بر روی موجودات زنده، بررسی و پژوهش در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۰).

تاثیر نانوذرات در In vitro (آزمایشگاه)

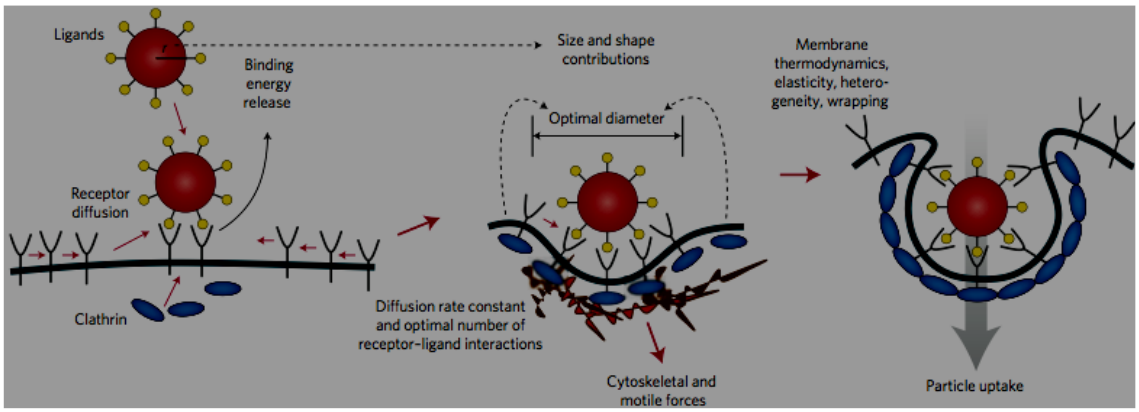
مکانیسم اصلی عملکرد نانوذرات، هنوز شناخته نشده است. اما مطالعات مختلف در محیط‌های in vivo و in vitro، پیشنهاد می‌کنند که آن‌ها قادرند گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را تولید کنند و بنابراین روی غلظت کلسیم درون سلولی، فعال نمودن فاکتورهای رونویسی و ایجاد تغییر در سایتوکین‌ها می‌توانند نقش داشته باشند. ROS از روش‌های مختلفی نظیر: آسیب سلولی، تغییر در روند رونویسی ژن‌ها و غیره می‌توانند به سلول‌ها آسیب وارد کنند (۱۰). رادیکال‌های آزاد، ترکیبات شیمیایی حد واسط با طول عمر کوتاه بوده که دارای یک یا چندین الکترن جفت نشده در لایه آخر الکترونی خود هستند. به همین علت بسیار واکنش‌پذیر بوده و برای بدست آوردن الکترون به مولکول‌های پایدار مجاور خود حمله کرده و سبب اکسایش آن‌ها می‌شوند. اکسیژن برای بقا لازم است، اما متابولیت‌های آن مانند ROS باید به صورت مداوم، غیرفعال شوند تا فقط میزان کم آن که برای عملکرد نرمال سلول ضروری است، باقی بماند. بنابراین یک‌سری از انواع مختلف آنتی‌اکسیدان‌ها بر علیه اکسیدان‌ها، عمل حفاظت را انجام می‌دهند (۲۱).

تاثیر نانوذرات بر سلول‌ها در محیط In vivo (بدن موجود)

استرس اکسیداتیو می‌تواند به‌عنوان پاسخی برای آسیب سلولی در نظر گرفته شود. استرس اکسیداتیو که در اثر نانوذرات ایجاد می‌شود، می‌تواند چندین علت داشته باشد: ۱- ROS می‌تواند مستقیما در زمانی که هم اکسیدان‌ها و هم رادیکال‌های آزاد روی سطح ذرات حضور دارند، از سطح نانوذرات ایجاد شوند ۲- از طریق ورود به میتوکندری. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که نانوذراتِ خیلی کوچک قادرند تا به میتوکندری وارد شوند و آسیب‌های فیزیکی را که منجر به استرس اکسیداتیو می‌شود، ایجاد نمایند. ۳- فعال نمودن سلول‌های التهابی مانند ماکروفاژها و نوتروفیل‌های کیسه‌های هوایی که در روند فاگوسیتوز نانوذرات دخالت دارند. این کار می‌تواند به تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن منجر شود. ٤- نانوذرات فلزی (روی، آهن، مس، کروم، وانادیوم و ...) می‌توانند باعث تولید ROS شوند (۱۷) (شکل۳).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]



شکل ۳- نحوه اتصال نانوذرات به گیرنده‌ها و تحریک‌پذیری آن‌ها (۱۹)

نانومواد تولید شده از مسیرهای مختلف، وارد اکوسیستم آب، خاک و هوا می‌شوند و نهایتا موجودات زنده، به دلیل تعامل با این اکوسیستم‌ها در معرض نانو مواد قرار می‌گیرند (۱۳). با افزایش توجه به سمیت بالقوه آن‌ها، اثرات مضر نانوذرات مهندسی شده، به میزان زیادی در آزمایشگاه و در محیط طبیعی مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات آزمایشگاهی نیز پاسخ‌های فیزیولوژیکی شناخته شده در اکثر نمونه‌های جانوری را حمایت کرده است و به‌علاوه اطلاعاتی را فراهم نموده که بیانگر افزایش وقوع استرس اکسیداتیو در سلول‌های در معرض قرار گرفته با نانوذرات گوناگون می‌باشد (۲۲). فن‌آوری نانو در سال‌های آینده باعث تغییرات شگرفی در تمام جنبه‌های زندگی بشر خواهد شد و کاربردهایی را برای ما فراهم خواهد کرد که امروزه حتی قابل تصور هم نیستند. بر اساس تعریف مصوب کمیسیون اروپا (۱۸ اکتبر ۲۰۱۱)، نانومواد عبارتند از مواد طبیعی، تولید شده به صورت اتفاقی و یا ساخته شده بدست بشر که حاوی ذراتی به صورت آزاد، تجمع یافته و یا کلوخه شده بوده و از نظر توزیع اندازه، حداقل ۵۰ درصد ذرات آن، حداقل در یک بعد، دارای اندازه‌ای بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشند. در موارد ویژه، همچون مسائل مربوط به بهداشت و سلامت، ایمنی و محیط زیست، از نظر شرط توزیع اندازه، حتی موادی که ۱ تا ۵۰ درصد آن‌ها، بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشند، نیز در حیطه نانو مواد قرار می‌گیرند.

نانوذرات اکسید فلزی

نانوذرات در محیط یافت می‌شوند و به‌صورت گسترده‌ای در علم پزشکی کاربرد دارند. اما قرارگرفتن در معرض نانو ذرات و ارتباط آن‌ها با دیگر اجزا و میکرومولکول‌ها، منجر به ایجاد پیامدهای منفی بر سلول‌ها می‌شود. سمی بودن نانوذرات، می‌تواند راهی موثر برای درمان سرطان تلقی شود، ولی همچنین به نظر می‌رسد که بر روی سلول‌های غیرسرطانی نیز تاثیر منفی بگذارد. تحقیقات اخیر نشان داده است که نانوذرات می‌توانند باعث تغییرات ژنی شوند که این عامل، خود به عنوان محرکی برای رشد سرطان تلقی می‌شود. نانو ذرات اکسید فلزی می‌توانند وارد رگ‌ها و بافت‌های مغز شوند و از این طریق می‌توانند قابلیت دسترسی زیستی را افزایش دهند. این مساله ممکن

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

است منجر به تاثیرات سمی و پاسخ‌های التهابی در مغز و تخریب سیستم عصبی مرکزی شود. مطالعات نشان داده است که املاح روی از طریق استنشاق، پوست و دستگاه گوارش وارد بدن می‌شوند و می‌توانند موجب تهوع، مسمومیت، استفراغ و آسیب‌های پوستی و ریوی شوند. استفاده از نانوذرات اکسید روی در محصولات آرایشی و بهداشتی، سبب ایجاد رادیکال‌های آزاد در پوست شده و بنابراین می‌توانند به DNA و پروتئین‌های این سلول‌ها آسیب زده و ممکن است در نهایت منجر به سرطان شوند (۷).

یکی از مهم‌ترین نانوذرات اکسید فلزی، نانوذرات اکسید روی می‌باشد. همچنین اکسید روی بالاترین غلظت عنصر روی را در خود دارد و جذب آن در بدن بالا بوده و توسط دستگاه گوارش نیز بهتر تحمل می‌شود و به این دلایل نیز استفاده از آن ترجیح داده می‌شود (۱۱). این نانوذرات در صنایع مختلف می‌توانند جانشین اکسید روی ماکرومولکول شوند و خواص ویژه‌ای به محصول نهایی دهند. نانوذرات اکسید روی دارای ساختار کروی شکل می‌باشند. اکسید روی دارای مزایای قابل‌توجهی است و استفاده از آن، در فرآیندهای فتوکاتالیتیک، نظیر استفاده در تصفیه آب به عنوان ترکیبی مفید و مناسب از جایگاه ممتازی برخوردار است. آنتی‌باکتریایی نانوذرات اکسید روی، در مطالعات مختلف اثبات شده است. در نتیجه این ترکیب پتانسیل تحریک‌پذیری و کاربرد به عنوان عامل ضد باکتریایی در حضور نور مرئی و فرابنفش را دارا می‌باشد. دانشمندان با بررسی‌هایی که بر روی نانوذرات اکسید روی انجام داده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که این نانوذرات در برابر نور UV با تولید رادیکال‌های آزاد، موجب آسیب DNA در سلول‌های پوست می‌شوند. همچنین نتایج برخی از پژوهش‌ها، نشان دهنده اثرات منفی نانو ذرات اکسید روی بر روی موجودات و سلول‌های هدف است. به‌طوری که در اثر تماس با نانو ذرات اکسید روی، با دوز ۵ گرم بر کیلوگرم وزن بدن، موش‌ها دچار علایمی نظیر بی‌حالی، اسهال و استفراغ و حتی مرگ شدند. بر اساس نتایج حاصل شده، سمیت نانوذرات اکسید روی با افزایش زمان تماس، افزایش می‌یابد (۱۸).

گزارشات اخیر نیز مطرح می‌کنند که نانوذرات اکسید روی، زیست ایمن و زیست سازگار بوده و می‌توانند در مواد زیست پزشکی به‌کار برده شوند. با این حال برخی مطالعات سمیت شناسی نشان می‌دهند که نانو ذرات از جمله نانوذرات اکسید روی، می‌توانند عوارض جانبی نیز بر روی سلامتی انسان و گونه‌های زنده داشته باشند. لذا با توجه به آن‌که ایمنی زیستی این نانو ذرات هنوز یک مساله بحث برانگیز است، این نانو ذرات (اکسید روی) به میزان فراوان به روش صنعتی تولید و می‌توانند از مسیرهای گوناگون وارد بدن انسان شوند (٤). حتی این امکان وجود دارد که نانوذره‌ها سمیت بیشتری در مقایسه با ذرات بزرگتر ایجاد کنند. تولید نانوذرات مهندسی شده در مقیاس وسیع ممکن است منجر به مواجهه ناخواسته این ترکیبات با انسان‌ها و محیط زیست شود. علاوه بر افزایش درک ما نسبت به سمیت نانوذرات، مطالعه مناسب ویژگی‌های نانوذرات اکسید فلزی، ضروری است. نیاز مبرمی به درک سمیت آن‌ها بر موجودات زنده و محیط زیست از نظر فرآیندهای جذب، توزیع زیستی، متابولیسم و دفع نانومواد در موجود زنده

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

وجود دارد. اخیرا در مورد نانوذرات اکسید مس (CuO) و اکسید روی (ZnO)، به عنوان نماینده کاربرد صنعتی و خانگی، نشان داده شده است که تاثیرات منفی بر بقاء و رشد موجودات زنده دارند. برخی از مطالعات نشان دادند که نانوذرات اکسید روی توابعی از بافتهای سازگاری نسجی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به طور مثال می‌توان به کبد، طحال، قلب، پانکراس و استخوان اندام‌های هدف، برای قرار گرفتن در معرض اکسید روی ۱۲۰-۲۰ نانومتر اشاره نمود (۹). برخی از نانو ذرات، بسته به ترکیب و اندازه آن‌ها، می‌توانند رادیکال آزاد و استرس اکسیداتیو ایجاد کنند و با مکانیسم استرس اکسایشی، یعنی حمله رادیکال‌های آزاد به بافت‌ها، می‌توانند به اندام‌ها، بافت‌ها و اندامک‌های مختلف آسیب رسانند. نانو ذرات قادر به عبور از غشاهای زیستی بوده و به سلول‌ها، بافت‌ها و اعضایی که اجازه عبور مواد در اندازه‌های معمول را نمی‌دهند، وارد می‌شوند. نانوذرات ممکن است به مدت طولانی در بدن باقی بمانند و از این رو بررسی سمیت آن‌ها از موارد مهم و قابل مطالعه به شمار می‌رود. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که برخی از نانوذرات ساخته شده از اکسیدهای فلزی، مانند نانوذره اکسید روی، سمیت انتخابی به باکتری و تنها اثر کمی بر روی سلول‌های انسان نشان می‌دهد، که استفاده بالقوه آن‌ها در صنایع کشاورزی و مواد غذایی توصیه می‌شود. استفاده رو به رشد نانوذرات مصنوعی در جوامع انسانی، بی‌شک منجر به آزادسازی چنین موادی به انواع محیط‌ها و اکوسیستم‌ها خواهد شد. با این وجود، تحقیقات کمی در مورد رفتار محیطی، میزان آزادسازی در محیط‌های آبی و خطرناک ناشی از نانوذرات صورت گرفته است و امنیت این ترکیب برای بشر هنوز هم نامشخص است. از این رو و با توجه به این که پژوهش‌ها در مورد اثرات روی بر بافت‌های بدن اندک و در مواردی نیز متناقض است، بررسی سمیت آن‌ها از موارد مهم و قابل مطالعه به شمار می‌رود (٦).

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده، می‌توان استنباط نمود که اثرات منفی نانودرات نسبت به اثرات مثبت آن چشم‌گیرتر است. ولی به‌طورکلی صرف‌نظر از تاثیرات دوگانه، مکانیسم عملکرد آن‌ها تا حدودی مشابه هستند. در جنبه‌های منفی نانوذرات، سطح رادیکال-های آزاد را در داخل سلول بالا برده و در بعد مثبت، نانو به‌عنوان کاهش دهنده رادیکال‌ها عمل می‌کند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

فهرست منابع References

۱- پیربیگی، ع.، پورباقر، ه. ایگدری، س و میروافقی، ع. ۱۳۹۲. تاثیر دیازینون در پارامترهای هماتولوژیک خون سیاه ماهی. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ٤: دوره ٦٦، ص ٤١٢-٣٩٩.

۲- فرحبخش، ا.، نعیمی، ا.، موحدی، ع.، احرار، ا.، مظفری، م.، صحتی، ن. ۱۳۸۵. مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی. ۵۰۳ صفحه.

٤- شبه‌رنگ هره‌دشت، م. و میروافقی، ع.ر. ۱۳۹۱. کاربردهای فناوری نانو در شیلات. ماهنامه فناوری نانو، ۱۱ (٦): ۱۳-۱۵.

4- Afkhami-Ardakani, M., Shirband, A., Golzade, J., Asadi-Samani, M., Latifi, E., Kheylapour, M. and Jafari, N., 2013. The effect of iron oxide nanoparticles on liver enzymes (ALT, AST and ALP), thyroid hormones (T3 and T4) and TSH in rats. *Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences*, *14*.

5- Bhagwant, S. and Bhikajee, M., 2000. Induction of hypochromic macrocytic anaemia in Oreochromis hybrid (Cichlidae) exposed to 100mg/l (sublethal dose) of aluminium. *University of Mauritius Research Journal*, *5*(1), pp.9-20.

6- Buzea, C., Pacheco, I.I. and Robbie, K., 2007. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, *2*(4), pp.MR17-MR71.

7- Batra, N., Nehru, B. and Bansal, M.P., 2001. Influence of lead and zinc on rat male reproduction at 'biochemical and histopathological levels'. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal*, *21*(6), pp.507-512.

8- Christian, P., Von der Kammer, F., Baalousha, M. and Hofmann, T., 2008. Nanoparticles: structure, properties, preparation and behaviour in environmental media. *Ecotoxicology*, *17*(5), pp.326-343.

9- Chang, Y.N., Zhang, M., Xia, L., Zhang, J. and Xing, G., 2012. The toxic effects and mechanisms of CuO and ZnO nanoparticles. *Materials*, *5*(12), pp.2850-2871.

10- Buzea, C., Pacheco, I.I. and Robbie, K., 2007. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, *2*(4), pp.MR17-MR71.

11- Diaz, M., Rosado, J.L., Salas, R., Munoz, E.C. and Westcott, J.E., 2001, March. Bioavailability of zinc sulfate and zinc oxide added to corn tortilla. A study using stable isotopes. In *FASEB JOURNAL* (Vol. 15, No. 5, pp. A732-A732). 9650 ROCKVILLE PIKE, BETHESDA, MD 20814-3998 USA: FEDERATION AMER SOC EXP BIOL.

12- ETC Group, 2004. Down on the farm: the impact of nanoscale technologies on food and agriculture. November 2004. *On the Internet: http: www. etcgroup. org*, pp.46-49.

13- Heinlaan, M., Ivask, A., Blinova, I., Dubourguier, H.C. and Kahru, A., 2008. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO2 to bacteria Vibrio fischeri and crustaceans Daphnia magna and Thamnocephalus platyurus. *Chemosphere*, *71*(7), pp.1308-1316.

14- Johari, S.A., Kalbassi, M.R., Soltani, M. and Yu, I.J., 2013. Toxicity comparison of colloidal silver nanoparticles in various life stages of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *12*(1), pp.76-95.

15- Kazancheev, E.N., 1981. Fishes of the Caspian Sea. *Food Industry Publication, Moscow*, *166*.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]

16- Li, M.H. and Robinson, E.H., 1999. Dietary ascorbic acid requirement for growth and health in fish. *Journal of applied aquaculture*, *9*(2), pp.53-80.

17- Uusitalo, L.M. and Hempel, N., 2012. Recent advances in intracellular and in vivo ROS sensing: focus on nanoparticle and nanotube applications. *International journal of molecular sciences*, *13*(9), pp.10660-10679.

18- Mortimer, M., Kasemets, K. and Kahru, A., 2010. Toxicity of ZnO and CuO nanoparticles to ciliated protozoa Tetrahymena thermophila. *Toxicology*, *269*(2-3), pp.182-189.

19- Nel, A.E., Mädler, L., Velegol, D., Xia, T., Hoek, E.M., Somasundaran, P., Klaessig, F., Castranova, V. and Thompson, M., 2009. Understanding biophysicochemical interactions at the nano–bio interface. *Nature materials*, *8*(7), p.543.

20- Revell, PA. 2006. The biological effects of nanoparticles. Nanotechnology Perceptions. 2: 283-98.

21- Urata, K., Narahara, H., Tanaka, Y., Egashira, T., Takayama, F. and Miyakawa, I., 2001. Effect of endotoxin-induced reactive oxygen species on sperm motility. *Fertility and sterility*, *76*(1), pp.163-166.

22- Yang, H., Liu, C., Yang, D., Zhang, H. and Xi, Z., 2009. Comparative study of cytotoxicity, oxidative stress and genotoxicity induced by four typical nanomaterials: the role of particle size, shape and composition. *Journal of applied Toxicology*, *29*(1), pp.69-78.

23- Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (Carassius auratus gibelio). *Aquaculture*, *291*(1-2), pp.78-81.

The affect mechanism of nanoparticles on physiological responses of aquatic animals

Fatemeh Darabitabar[1*], Seyyed Aliakbar Hedayati[2]

1- Ph.D. student of Fisheries, Marine and Ocean Sciences Faculty, Marine Science and Technology University of Khorramshahr, Khorramshahr, Iran

2- Assistant Profosor, Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environment, Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan University, Gorgan, Iran.

Darabitabar@gmail.com

Abstract

Nanotechnology is currently the most advanced and latest technology that converges human physics, chemistry and biology there. Biological and ecological study of fish in an aquatic ecosystem leading to the identification and analysis of ecological food chain ecosystem. This would apply sound management of fisheries and the widespread use widely significant development of nano-technology in various fields of industrial Nano materials necessity its harmful effects on health is exposure of the use of nanoparticles should be considered toxic because they can be answered, such as chronic inflammation and the production of oxygen free radicals associated nanoparticles of materials with dimensions of class 1 and 100 Nanometers has very specific physical and chemical characteristics of size, shape and high surface to volume ratios. Also are new features like Solubility, mobility and ability to penetrate the cell membrane is very much in the human body can be named which makes nanoscale over other measures to be considered. According to the emerging nanotechnology has the potential risks of these particles to the environment is not an accurate assessment.

Keywords: Nanoparticle, toxicity, free radicals, fish

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1395.9.1.4.6]