



بررسی فرصت‌ها و چالش‌های زیست‌محیطی فناوری نانو

بهمن خسروی پور^{۱*}، حامد صفاری

۱- استاد گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- دکترای ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه جامع علمی کاربردی، تهران

*ایمیل نویسنده مسئول: b.khosravipour@gmail.com , khosravipour@asnruk.ac.i

چکیده

امروزه جهان با چالش‌های زیست‌محیطی بزرگی از جمله تخریب خاک، تغییرات آب و هوایی و افزایش آلودگی آب اقیانوس‌ها مواجه است که این تغییرات ناشی از رشد جمعیت، فشار صنعتی شدن و غیره است. در کنار این تغییرات فناوری نقش دوجانبه‌ای دارد که هم باعث بخش بزرگی از مشکلات زیست‌محیطی کنونی است و به‌صورت هم‌زمان، پتانسیل بالقوه‌ای برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی دارد. به نظر می‌رسد فناوری نانو به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و جدیدترین زمینه‌های فناوری و نوآوری قرن ۲۱ شناخته شده است و مختص یک رشته خاص نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته هاست. برای فناوری نانو کاربردهای مختلف در حوزه هایی از جمله علوم غذایی، مهندسی ژنتیک، پزشکی، کشاورزی، فیزیک کاربردی، محیط زیست، انرژی، دارو، علم مواد و ... تاثیرگذار است و هرکدام از این زمینه‌ها، چالش‌های زیست‌محیطی خاص خود را به وجود آورده‌اند. کاربردهای وسیع این فناوری با پیامدهای اجتماعی، سیاسی، و حقوقی که دارد، به عنوان یک زمینه ی فرارشته ای مطرح است. دورنمای استفاده و کاربردهای فناوری نانو بسیار گسترده تر از بعضی کاربردهای جزئی و مقطعی است و باید تلاش شود کالا و خدمات تولید شده توسط این فناوری کمترین اثرات مضر را در محیط زیست و یا بر مصرف کنندگان داشته باشد. پژوهش حاضر که به روش مروری و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی تهیه شده، تلاش دارد فرصت‌ها و چالش‌های زیست‌محیطی فناوری نانو را بررسی و و پیشنهادهای لازم را ارائه ی نماید.

واژه‌های کلیدی: فناوری نانو، محیط زیست، پایداری زیست‌محیطی، نانوذرات

۱- مقدمه

امروزه جهان با چالش‌های بزرگ زیست‌محیطی و اجتماعی مربوط به رشد جمعیت، فشار صنعتی شدن و افزایش رفاه مادی روبرو است که این عوامل خود، محرک خارجی تغییرات جهانی محسوب می‌شوند [۱]. از جمله این تغییرات و چالش‌های زیست محیطی می‌توان به گرم شدن کره زمین، تغییرات اقلیمی، کمبود آب شیرین، بیابان زایی و کمبود خاک مرغوب، آلودگی هوا، جنگل زدایی و نابودی تنوع زیستی اشاره نمود [۲]. امروزه جوامع بشری در نقطه ی اوج انقلاب فناوری‌های نوین قرار دارند که تغییرات بسیار شگرفی را در شیوه‌ی فعالیت‌های کشاورزی، صنعت و سایر زمینه ها به ارمغان آورده اند. در این میان بسیاری از دانشمندان و محققان، فناوری نانو را مساوی آینده دانسته و بر این باورند که متخصصان رشته های مختلف بدون گرایش به مباحث نانو، در دهه های آتی فرصتی برای رشد نخواهند داشت [۳]. فناوری نانو به عنوان یک موج فناوری جدید از پتانسیل فراوانی برای متحول نمودن صنایع مختلف برخوردار است. بسیاری از صاحب‌نظران و دانشمندان از فناوری نانو به عنوان انقلاب صنعتی آتی یاد می‌کنند که تمام علوم را تحت تاثیر قرار خواهند داد [۴].

در کنار این تغییرات، فناوری نقش دوجانبه‌ای دارد. درحالی‌که پیشرفت‌های فناوری به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم باعث بخش بزرگی از مشکلات زیست‌محیطی کنونی است، به‌صورت هم‌زمان، پتانسیل بالقوه‌ای برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی



دارد. به‌ویژه در کشورهای صنعتی تعداد زیادی از فناوری‌ها برای کنترل آلودگی‌ها، تصفیه فاضلاب و مدیریت زباله و غیره پدید آمده است [۵].

نانو فناوری یک‌رشته نسبتاً جدیدی است که استفاده از خواص منحصر به فرد ذرات در مقیاس نانو انجام می‌گیرد. در حال حاضر فناوری نانو بخش گسترده‌ای در زمینه‌هایی از جمله علوم غذایی، مهندسی ژنتیک، محصولات آرایشی، فیزیک کاربردی، بهداشت، نساجی، علم مواد و غیره را شامل می‌شود و در تولید انرژی‌های شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی و الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در سال‌های اخیر نیز زیررشته‌هایی مانند نانو پزشکی، نانو لیتوگرافی، نانو فناوری DNA، فناوری نانو مولکولی، الکترونیک مولکولی و نانو روباتیک را در بر می‌گیرد [۶].

فناوری نانو بنابر تعریف، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در سطوح آن ظاهر می‌شود. فناوری نانو مختص یک رشته نیست، بلکه تمام رشته‌ها از جمله غذا، دارو، پزشکی، الکترونیک، کامپیوتر، انرژی و محیط زیست می‌تواند متأثر از این فناوری‌ها گردد [۷]. بنیاد نانو تکنولوژی آمریکا، واژه ی نانو تکنولوژی را اینگونه تعریف می‌کند: تحقیق و توسعه ی هدفمند، برای درک، دستکاری و اندازه گیریهای مورد نیاز در سطح مواد با ابعاد در حد اتم [۸]. به نظر می‌رسد فناوری نانو در سراسر جهان به‌عنوان یکی از مسائل کلیدی در علم و فناوری در قرن ۲۱ شناخته شده است [۹]. و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زمینه‌های نوآوری و فناوری امروز جهت تولید مواد یا محصولات دارای خواص و عملکرد فیزیک و شیمیایی و یا بیولوژیکی جدید دیده می‌شود [۱۰].

باوجود پیشرفت‌های برجسته در فناوری نانو، موضوعات زیست‌محیطی آن به‌اندازه کمی قابل‌درک هستند. هرچند سازمان‌های دولتی، بین‌المللی و دانشمندان در سراسر جهان پژوهش‌هایی را روی اثرات نانو ذرات و محصولات نانو انجام داده‌اند [۱۱].

۲- تأثیرات زیست‌محیطی فناوری نانو در کشاورزی

اژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (۲۰۰۲) در مقاله ای با عنوان نانو تکنولوژی و محیط زیست بیان داشته که چالش‌های زیست محیطی بسیاری در قرن ۲۱ وجود دارد و فناوری نانو در بهبود تشخیص و روش سنجش و حذف مهم‌ترین آلاینده‌ها از هوا، آب و خاک و کشف فرایندهای صنعتی سبز جدید که مواد زاید را کاهش می‌دهند، می‌تواند نقش موثری ایفا کند [۱۲].

در میان آلاینده‌ها سموم کشاورزی با ورود خود به سیستم‌های آبی و غذایی هم باعث آلودگی‌های شدید زیست محیطی شده [۱۳] و هم از طرف دیگر می‌توانند روی سیستم‌های غدد درون‌ریز و آنزیمی موجودات غیر هدف مانند انسان تأثیر نامطلوبی گذارند [۱۴].

به‌عنوان مثال پاراکوات یک علف‌کش تماسی غیرانتخابی است که امروزه در بیش از ۱۰۰ کشور در مزارع توتون، پنبه، برنج، قهوه، نیشکر، لوبیا، سیب، سویا، انگور و سایر محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد و حد مجازی از آن درون آب آشامیدنی و همچنین برای موجودات آبرزی در نظر گرفته شده است و در طبقه‌بندی سم‌شناسی نیز از نوع بسیار سمی است [۱۵]. نانو ذرات آلژینات-کیتوزان به‌عنوان یک سیستم حامل برای پاراکوات به شمار می‌روند. فرمول پاراکوات با نانو ذرات مذکور نشان می‌دهد که ضمن افزایش پیدا کردن طول اثر مواد شیمیایی بر روی اهداف خاص، سمیت زیست‌محیطی آن نیز کاهش می‌یابد [۱۶].

فناوری نانو در افزایش بهره‌وری کشاورزی (برنامه‌های کاربردی فناوری نانو در بهبود محصولات کشاورزی در هر منطقه، زمان و مواد اولیه) و بهبود کیفیت زیست‌محیطی (برنامه‌های کاربردی فناوری نانو که به‌طور فعالی در کاهش آلودگی هوا، آب و خاک مفید هستند)، مؤثر است [۱۷]. ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی، متضمن افزایش میزان تولیدات کشاورزی و کیفیت آنها، در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره ی زمین می‌باشد. از طرف دیگر فناوری نانو با قابلیت‌هایی که در بخشهای مختلف کشاورزی دارد، می‌تواند در تأمین و امنیت مواد غذایی و رفع نیازهای متنوع مصرف کنندگان نقش بسزایی داشته باشد. بطوری که از این فناوری به عنوان منشا تحولات فناورانه و انقلاب صنعتی آینده یاد می‌شود [۱۸]. گرچه سلیمانپور



(۲۰۱۱) [۱۹] در پژوهش خود نشان داد که کمبود دانش فنی لازم در کشاورزی، کمبود کارشناسان و مدیران ماهر، متخصص و باتجربه در زمینه ی فناوری نانو و عدم آشنایی کافی سیاست گذاران به عنوان شاخص های تاثیر گذار بر عدم کاربرد فناوری نانو عمل می کنند که باید مورد ملاحظه و دقت کافی قرار گیرد.

فناوری نانو قابلیت متحول ساختن کشاورزی را با ابزارهای جدید برای درمان مولکولی بیماریها، شناسایی سریع امراض، افزایش توانایی گیاهان در جذب مواد مغذی و موارد دیگری از این دست را دارد [۲۰]. در هر صورت تماس بشر با نانوذرات یا مواد موجود که در حال حاضر نانو مهندسی شده اند، اجتناب ناپذیر است [۲۱]. لذا آنچه مشهود است باید ضرر و زیان نانو مواد استفاده شده را نیز در نظر بگیریم.

چالش عمده ذرات نانو سمیت بالقوه آنهاست. بیشتر ترکیبات در ذرات نانو مانند اسیدهای نوکلئیک، قطعات آنتی بادی، پپتیدها و پروتئین ها می تواند به عنوان آنتی ژن ها عمل می کند و منجر به افزایش سمیت می شود. حلالیت کم، ثبات، فراهمی زیستی همراه با عوارض جانبی کاربرد ذرات نانو را محدود کرده است. علاوه بر این آنها می توانند حلالیت و ثبات فیتوشیمیایی و جذب مواد را افزایش دهند و مانع از تخریب زودرس آنها شده و در نتیجه باعث طولانی شدن زمان گردش آنها می شوند [۲۲]. لازم به ذکر است که بسیاری از مواد غذایی، آلودگی ها، مواد آلی، فلزات سنگین، در مقیاس نانو و یا به صورت ذرات کوچک حمل و نقل می شوند [۲۳]. لذا با خصوصیات ذکر شده از ذرات نانو می توان اذعان نمود. ترکیب سموم شیمیایی با ذرات نانو به صورت فرمول جدید، باعث بروز مشکلات زیست محیطی خواهد شد.

یکی دیگر از موضوعات اثرات نانو مواد مهندسی شده (ENMs)^۱ با کاربردهای زیست محیطی بر روی گونه های آبرزی هست، در نهایت دو موضوع مهم به وجود می آیند اول، نیاز به ایجاد یک سیستم قابل اعتماد و استاندارد برای روشن شدن وضعیت های واقعی از اثرات نانو مواد مهندسی شده مورد هدف در محیط زیست و دوم، نیاز به یک مطالعات دقیق سم شناسی ذرات نانو با استفاده از یک رویکرد جامع.

۳- تأثیرات زیست محیطی فناوری نانو در تولید انرژی

در خصوص اثرات زیست محیطی می توان گفت، تاثیر بسیاری از نانومواد مهندسی شده بر سلامت انسان و محیط زیست هنوز بخوبی درک نشده است. همه ی نانوموادها دارای خواص خطرناکی نیستند. برخی مطالعات نشانگر سازگاری زیستی آنهاست، در حالیکه برخی دیگر ماهیت بالقوه خطرناک آنها را اثبات می کنند (مثلا نانولوله های کربنی). خطرات بالقوه ی این مواد به حلالیت، اندازه، شکل و تراکم آنها در بین سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی بستگی دارد [۲۴].

به نظر می رسد، فرایندهای تولید انرژی پاک از منابع تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی، باد، زمین گرمایی، حرارت و جزر و مد اقیانوس ها مناسب باشند. با این وجود، جایگزین های تولید انرژی هنوز به دلیل هزینه های بالا (هزینه های تولید در مقابل بهره وری) و مفاهیم زیست محیطی (به خطر انداختن تنوع زیستی، زباله های خطرناک و غیره) مقرون به صرفه نیستند [۲۵]. در مقابل امروزه، منابع اصلی انرژی برای فعالیت های انسانی سوخت های فسیلی، معدنی و منابع هسته ای، هستند و به دلایلی از قبیل کاهش لایه ازن، تخریب زیست کره (بیوسفر) باعث نابودی محیط زیست می شوند. در نتیجه، تولید انرژی واقعی را می توان از نظر تولید آلودگی و اثرات زیست محیطی از انقلاب صنعتی در قرن ۱۸ تاکنون مضر دانست. حدود ۸۰ درصد از تولید گازهای گلخانه ای CO₂ نیز در جهان با بخش انرژی تولید شده است؛ و با توجه به افزایش جمعیت جهان تولید، انتقال و استفاده از انرژی پایدار از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لذا فناوری نانو با ویژگی های خاص خود به منظور تولید مواد چندمنظوره جدید برای غلبه بر برخی محدودیت های فناوری، جایگزین های مناسبی برای انرژی غیر قابل تجدید با حداقل تأثیر مضر برای محیط زیست به شمار می روند [۲۶].

¹ Engineered nanomaterials



۴- اثرات نانوذرات بر محیط زیست:

اثر نانوذرات بر محیط زیست شامل دو بخش است: فواید و کاربردها و خطرات و ریسک‌های زیست محیطی. در حال حاضر می‌توان موارد متعددی از کاربرد نانوذرات در محیط زیست، از قبیل حذف آلودگی‌های آب، فاضلاب، هوا و استفاده در وسایل زیست محیطی مانند سنسورها و نانوفناوری سبز مانند کاهش گازهای گلخانه‌ای و غیره را برشمرد. اما نانوذرات جدای از مفید بودن می‌توانند از بدو تولید تا دورریزش و پسماند مخاطراتی برای محیط زیست ایجاد کنند. بنابراین ارزیابی ریسک‌های زیست محیطی نانوذرات در طول چرخه‌ی عمر نانوذرات امری لازم و ضروری است [۸].

۵- بررسی خطرات زیست محیطی محصولات نانو

با توجه به محدودیت‌های ابزارهای نظارتی و سیاست‌های موجود، سه طرح مجزا برای تولید محصولات نانو ضروری و مورد نیاز هستند: اول، افزایش تحقیقات در زمینه خطرات محصولات نانو تولید شده. دوم، توسعه سریع و اجرای داوطلبانه استانداردهای حفاظتی و سوم، توسعه سیاست‌های نظارتی کافی در مدیریت خطرات ناشی از استفاده ذرات نانو. لذا تمام ذینفعان از جمله گروه‌های کارگری و جامعه، سازمان‌های بهداشتی و زیست محیطی، مصرف‌کنندگان، کسب و کارهای بزرگ و کوچک و جامعه دانشگاهی باید باهم مشارکت نمایند [۲۷]. برخی از پژوهشگران عقیده دارند که استفاده از فناوری نانو خود می‌تواند منجر به مشکلات جدید زیست محیطی از قبیل مواد سمی جدید و خطرات زیستی مربوط به آن شود. پیش از انجام هرگونه قانونگذاری در زمینه نانو مواد، باید اطلاعات بسیار زیادی راجع به اثرات فرآیندها و محصولات نانو، بر روی سلامتی انسان و همچنین محیط زیست بدست آید [۲۸]. لذا محصولاتی تولید شوند که قبل از آن موارد زیر در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته باشد:

- توزیع محصولات نانو در محیط زیست (به عنوان مثال اثرات سمیت روی موجودات آبرزی)؛
- خطرات بالقوه ذرات نانو روی سلامتی انسان، به خصوص از طریق ذرات بسیار ریز قابل استنشاق.
- خطرات بالقوه محصولات نانو در پایان چرخه زندگی (بازیافت و دفع)؛
- اثرات روی سلامت محیط زیست و انسان در ارتباط با فرایند تولید محصولات نانو (به عنوان مثال افزایش نیاز به انرژی و یا ضرر ایجاد شده توسط محصولات) [۲۹].

به منظور توسعه فناوری نانو در زمینه پایداری زیست محیطی، باید به چالش‌های اصلی زیر رسیدگی شود:

- پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که نانو ذرات ممکن است یک واکنش سمی در یک‌زمان و با یک مقدار مصرف مشخص پس از رسیدن به ریه‌ها ایجاد کند؛ بنابراین، حلقه چرخه محصول باید به صورتی طراحی شود تا تماس زیست محیطی ذرات نانو به حداقل کاهش یابد.
- این گزینه که فناوری نانو نقش کلیدی در جایگزینی آلاینده‌ها یا فناوری خطرناک بازی می‌کند، مورد بررسی قرار گیرد.
- سیاست‌های توسعه یافته برای تولید محصولات نانو جهت شکل‌گیری خودتنظیمی (خود نظارتی) صنعتی که یک تعهدی در صنایع مورد نظر ایجاد شود تا قبل از تولید محصولات خطرات آن را مدنظر قرار دهند (کاستنهورلز و هلند، ۲۰۰۸).

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هر چند مزایای فناوری نانو بالقوه انقلابی در طبیعت است و در این ارتباط می‌توان مواردی از جمله کاربرد مواد نانو ساختاری در حفظ محیط زیست و کاربردهای مهم آن در تمام رشته‌ها از جمله پزشکی، کشاورزی، انرژی، محیط زیست و ... را ذکر نمود. با این حال لازم است با توجه به چنדרشته‌ای بودن فناوری نانو همکاری دانشمندان و متخصصان همه حوزه‌های علمی بعلاوه حمایت‌های دولت و بخش خصوصی در این زمینه تسریع گردد. با عنایت به مزایای کاربرد فناوری نانو به نظر می‌رسد دورنمای استفاده از این فناوری نوین بسیار گسترده‌تر از این گونه کاربردهاست و بای تمام تلاش دست اندرکاران در راستای تولید کالا و خدماتی توسط این فناوری باشد که کمترین اثرات مضر را بر محیط زیست و مصرف‌کنندگان داشته باشد. در راستای تحقق اهداف مورد نظر پیشنهادها زیر ارائه می‌گردد:



- برگزاری همایشها و کارگاه های آموزشی در سطح ملی و بین المللی راجع به فناوری و محصولات نانو به صورت کاربردی
- مدیریت و نظارت کافی دانش فناوری نانو، با تأکید بر کنترل اثرات مضر زیست محیطی آن
- بکارگیری روشهای مناسب برای ترویج و توسعه فناوری نانو در کشور (افزایش دانش و اطلاعات عمومی، بهبود نگرش افراد در زمینه این فناوری و حمایت از ایجاد رشته های تحصیلی در مراکز آموزش عالی و تحقیقاتی)
- فراهم کردن زیرساخت های لازم برای ایجاد و گسترش فناوری نانو در راستای حفاظت از محیط زیست
- حمایت از توسعه تحقیقات و پژوهش های مربوط به پتانسیل های فناوری نانو با تأکید بر سازگاری و حفاظت از محیط زیست
- آموزش مدیران، کارشناسان و آحاد مردم جهت آشنایی و تطبیق خود با مضرات و مزایای فناوری نانو
- تصویب قوانین ملی باتوجه به استانداردهای بین المللی لازم جهت ارزیابی و کنترل خطرات محصولات نانو قبل از تولید.

منابع

- [1]. Williams, R.S..(2000). A modern Earth Narrative: what will be the fate of the biosphere? Technology in Society 22 , pp: 303–339.
- [۲] یزدان پناه خرمشاهی، حمیدرضا.(۱۳۹۳). مهمترین مسائل زیست محیطی جهانی موجود در: Asman-abi.blog.ir.
- [۳] رضایی، روح اله. توحیدلو، شادعلی و عربیون، ابوالقاسم.(۱۳۹۲). بررسی موانع توسعه کارآفرینی فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران. مجله توسعه کارآفرینی (JED)، ش ۶، شماره ۱، شماره ۱۹، صص: ۱۰۵-۱۲۴.
- [۴] خسروی پور، بهمن.(۱۳۹۷). نانوتکنولوژی، گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی صنعتی. دومین همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فنی و حرفه ای کشاورزی دماوند، تهران.
- [5] Weinberger, N; Jörissen, J & Schippl, J.(2012). Foresight on environmental technologies: options for the prioritisation of future research funding e lessons learned from the project “Roadmap Environmental Technologies 2020+”. Journal of Cleaner Production, 27(2), pp: 32-41. DOI:10.1016/j.jclepro.2011.12.038.
- [6] Chang, Ch.(2010). The immune effects of naturally occurring and synthetic nanoparticles, Journal of Autoimmun, may, 34(3), doi: 10.1016/j.jaut.2009.11.009.
- [۷] هوشیار، مینا و امینی، فاطمه.(۱۳۹۴). استفاده از فناوری نانو در ساخت تجهیزات محیطی. کنفرانس بین المللی مهندسی و علوم کاربردی، دبی، مارس ۲۰۱۴.
- [۸] عبیدادی، زینب.(۱۳۹۱). فناوری نانو و چالش های زیست محیطی پیش رو. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، اداره کل پدافند غیر عامل، تهران.
- [9] Takemura, M.(2008). Japan’s engagement in health, environmental and societal aspects of nanotechnology. Journal of Cleaner Production, vol 16, issues 8-9, pp: 1003-1005. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.011>.
- [10] Zhao, F; Zhao, Y & Wang, Ch.(2008). Activities related to health, environmental and societal aspects of nanotechnology in China. Journal of Cleaner Production, vol 16, issues 8-9, pp: 1000-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.010>.
- [11] Figueirêdo, M, C, B, D.(2012). Life cycle assessment of cellulose nanowhiskers. Journal of Cleaner Production, vol 35, pp: 130-139.
- [۱۲] لشکری زاده، مریم و اسحق، مریم.(۱۳۹۶). بررسی تاثیر فناوری نانو بر محیط زیست. مجله علوم و فنون محیطی (JEST)، ش ۱۹، شماره ۱، شماره ۱، صص: ۴۹-۶۱.
- [13] Abbassy, M, A. et al.(2014). Adverse biochemical effects of various pesticides on sprayers of cotton fields in El-Behira Governorate, Egypt. Biomedicine & Aging Pathology, Vol 4, Issue 3, PP: 251-256.



- [14] Wasim Aktar, M.d; Sengupta, D & Chowdhury, A.(2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, Vol. 2(1), pp 1–12. doi: 10.2478/v10102-009-0001-7.
- [15] Almeida, G, L et al.(2007). The risks and injuries in the paraquat intoxication in domestic animal. *Cienc. Rural* vol.37 no.5 Santa Maria Sept./Oct.
- [16] Silva, M, D, S. et al.(2011). Paraquat-loaded alginate/chitosan nanoparticles: Preparation, characterization and soil sorption studies. *Journal of Hazardous Materials* 190 , pp 366–374.
- [17] Wiek, A, J; Lang, D & Siegrist, M.(2008). Qualitative system analysis as a means for sustainable governance of emerging technologies: the case of nanotechnology. *Journal of Cleaner Production*, vol 16, issues 8-9, pp: 988-999. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.009>.
- [۱۸] مجردی، غلام رضا. گلباز، شیرین و آویزه، فاطمه. (۱۳۹۵). بررسی نگرش دانشجویان کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان نسبت به کاربرد فناوری نانو در بخش کشاورزی. ششمین کنگره ترویج و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایران، ۱۴ آبان ۱۳۹۴، دانشگاه شیراز.
- [۱۹] سلیمانپور، م. (۱۳۹۰). شناسایی عوامل موثر بر توسعه کارآفرینی فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران. پایان نامه دکتری، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- [۲۰] محمدی یزدی، سعید. (۱۳۹۲). کاربردهای نانو تکنولوژی در صنایع ماهنامه فناوری نانو، سال دوازدهم، شماره ۷.
- [21] Powell, J.J et al.(2010). Origin and fate of dietary nanoparticles and microparticles in the gastrointestinal tract. *Journal of Autoimmun*, 34(3), doi: 10.1016/j.jaut.2009.11.006.
- [22] Wang, S et al. (2014). Application of nanotechnology in improving bioavailability and bioactivity of diet-derived phytochemicals. *Journal of Nutritional Biochemistry*, vol 25, issue 4, pp: 363–376. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.10.002>.
- [23] Navrotsky, A. (2003). Materials and nanotechnology. *Journal of the Franklin Institute*, vol 340, issues 3-4, pp: 263–268. [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(03\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(03)00044-9).
- [24] Kolodziejczk, B.(2016). Nanotechnology, nanowaste and their effects on ecosystems: a need for efficient monitoring, disposal and recycling. *Carnegie mellon university and IUCN CEM*.
- [25] Gilliam, R., (2002). Revisiting the Winning of the West. *Bulletin of Science Technology Society*, vol 22 issue 2, <https://doi.org/10.1177/02704676022002008>.
- [26] Serrano, E; Rus, G & Garcia-Martinez, J.(2009). Nanotechnology for sustainable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol 13, issue 9, pp: 2373–2384, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.003>.
- [27] Walsh, S, et al.(2008). Nanotechnology: getting it right the first time. *Journal of Cleaner Production*, vol 16, issues 8-9, pp: 1018-1020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.015>.
- [28] Zeidivand, S & movahed, S.(2022). Applications of nanotechnology in agriculture, food industry and environment. The 7th Annual National Congress of New Findings in Agricultural Sciences and Natural Resources, Environment and Tourism, Saravan Higher Education Complex, December 1401. [in Persian].
- [29] Zweck, A et al.(2008). Nanotechnology in Germany: from forecasting to technological assessment to sustainability studies. *Journal of Cleaner Production*, vol16, issues 8-9, pp: 977-987. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.016>.



Darya Shilan Dez Co.
Specialized in the production and distribution of aquatic products

همایش ملی فناوری و نوآوری در آبیاری پروری امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



021250-49545



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴