

نانوتکنولوژی راهکاری برای حفاظت محیط زیست و پایداری کشاورزی

بهمن خسروی پور

دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

بهمن خسروی پور

b.khosravipour@gmail.com

چکیده

فناوری نانو در کنار فناوری زیستی و فناوری اطلاعات موج دیگری از انقلاب صنعتی را در جهان رقم خواهد زد. زمانی که تجهیزات ساخته شده بر پایه فناوری نانو جایگزین تجهیزات معمول می‌شوند، ساز و کارها تغییر یافته و گاه چندین عملکرد کاملاً جدید در خصوص مخصوص مورد انتظار است. همچنین بسیاری از ترکیباتی که با فناوری نانو ارائه می‌شوند، خصوصیات بسیار مطلوبی را نمایان می‌سازند که به نوبه‌ی خود منحصر به فرد است. شواهد نشان می‌دهد که درصد بسیار بالایی از محصولات آینده متکی بر فناوری نانو خواهد بود. یکی از کاربردهای فناوری نانو در بخش کشاورزی به منظور حفاظت محیط زیست و افزایش تولید و پایداری کشاورزی است. فناوری نانو با بهینه کردن مصرف نهاده‌های کشاورزی همچون آب، کود، سم و کاهش پساب و آلودگی‌ها، می‌تواند سهم بسزایی در رونق روزافزون این صنعت داشته باشد. این فناوری قابلیت متحول ساختن صنعت کشاورزی را از طریق تهیه فرمولاسیونی جدید برای سوموم و کود، شناسایی و تشخیص بیماری‌های گیاهی، تامین آب مورد نیاز کشاورزی، مدیریت و اصلاح خاک و بهداشت دام و اصلاح نژاد دارد. همچنین این فناوری سهم بسزایی در کاهش آلودگی حاصل از بخش کشاورزی سهم بسزایی دارد. درین مطالعه مروری نانوتکنولوژی به عنوان راهکاری برای حفاظت محیط زیست و پایداری کشاورزی معرفی می‌شود.

وازگان کلیدی: نانوتکنولوژی، پایداری کشاورزی، حفاظت محیط زیست.

مقدمه

فناوری نانو به مجموعه فناوری‌های مربوط به ساخت و دستکاری مواد در ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر، روش‌های شناسایی و جداسازی آنها و همچنین کاربرد آنها در زمینه‌های گوناگون اطلاق می‌شود. زمانی که مواد برای داشتن حداقل یک بعد در مقیاس نانو دستکاری می‌شوند، خواص متفاوت با خواص فیزیکی و شیمیایی معمول خود پیدا می‌کنند. زمانی که تجهیزات ساخته شده بر پایه فناوری نانو جایگزین تجهیزات معمول می‌شوند، ساز و کارها تغییر یافته و گاه چندین عملکرد کاملاً جدید در خصوص محصول مورد انتظار است. همچنین بسیاری از ترکیباتی که با فناوری نانو ارائه می‌شوند، خصوصیات بسیار مطلوبی را نمایان می‌سازند که به نوبه خود منحصر به فرد است. شواهد نشان می‌دهد که درصد بسیار بالایی از محصولات آینده متکی بر فناوری نانو خواهد بود. این فناوری می‌تواند کیفیت زندگی انسان را تا حدود زیادی بهبود بخشد (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۴).

در حال حاضر با افزایش جمعیت، رشد مناطق شهری و مهاجرت از روستاهای بزرگ، تغییر در انتخاب مواد غذایی که وابسته به شرایط شهرنشینی است و بالاخره از بین رفتن منابع طبیعی مانند خاک و آب و گسترش فقر، روشهای سنتی برای تأمین مواد غذایی پاسخگو نمی‌باشد، در این راستا استفاده از فناوری‌های نوین امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (رهایی، ۱۳۸۲). سازمان خوار و بار جهانی (FAO) پیش‌بینی کرده است که با افزایش روز افزون جمعیت در سال ۲۰۵۰، سالانه ۲۰۰ میلیون تن غذا و محصولات کشاورزی مورد نیاز است (بهای پیندار^۱، ۲۰۱۴) با توجه به استفاده زیاد سموم آفت‌کش و کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی و آلوده شدن محیط زیست ضرورت ایجاد راهکاری که بتواند این آلودگی‌ها را کاهش دهد، اثبات می‌شود. همچنین این راهکار باید بتواند ضمن کاهش آلودگی همچنان میزان تولید در بخش کشاورزی را حفظ کند.

اهمیت فناوری نانو

نانوتکنولوژی در کنار بیوتکنولوژی، فناوری هسته‌ای و فناوری اطلاعات به عنوان تکنولوژی قرن ۲۱ محسوب می‌شود و توانسته است سایر علوم را تحت تاثیر خود قرار دهد. نانوتکنولوژی در بخش کشاورزی آمریکا در سال ۲۰۰۴ نسبت به سال ۲۰۰۳ از رشدی ۹۰۰ درصدی برخوردار بوده است. همچنین فناوری نانو توانایی به فعل رساندن پتانسیل های بالقوه کشاورزی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را دارد (محمدی، ۱۳۸۹).

فناوری نانو با کمک ابزارهای جدید، توانایی دگرگون سازی صنایع غذایی و کشاورزی را دارد و می‌تواند از این ابزارها برای تشخیص رفتارهای مولکولی بیماری‌ها، کشف سریع بیماری و افزایش توانایی گیاهان برای جذب مواد غذایی استفاده کند. همچنین در صنایع کشاورزی می‌توان از حسگرها و سیستم‌های رسانش هوشمند برای مبارزه با ویروس‌ها و پاتوژن‌های محصولات کشاورزی بهره جست. در آینده نزدیک با بهره‌گیری از کاتالیست‌های نانوساختار، افزایش کارایی آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، امکان کاهش حجم استفاده از این مواد را خواهیم داشت (آردین، ۱۳۸۵).

با توجه به این اهمیت، فناوری نانو توانایی به فعل رساندن پتانسیلهای بالقوه کشاورزی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را دارد. در زیر به تعدادی از مزایای استفاده از فناوری نانو اشاره می‌شود:

- ✓ ممانعت از واردآمدن میلیاردها دلار خسارت ناشی از فعالیت میکرووارگانیزمها، ویروسها، قارچها، باکتریها و میکروبها در صنایع همچون نفت، کشاورزی، صنایع غذایی، دامداری، طیور، محیط زیست؛
- ✓ جلوگیری از خروج میلیونها دلار ارز جهت واردات مواد مختلف شیمیایی، ضدغذونی، تجهیزات، دارو و سموم؛
- ✓ بالا بردن عمر مفید تولیدات محصولات کشاورزی؛
- ✓ حفظ منابع طبیعی و محیط زیست و جلوگیری از اتلاف انرژی؛
- ✓ بالا بردن کیفیت زندگی انسانی و افزایش ثروت، قدرت، آسایش و امنیت (گزارش ستاد ویژه فناوری نانو، ۱۳۸۳ و رزاقی پور، ۱۳۸۹).

نقش فناوری نانو در ایران

ایران اکنون در زمینه تولید علوم نانو در رتبه هفتم جهان قرار دارد و جزء ۱۵ کشور برتر دنیا در حوزه فناوری نانو است. همچنین در ایران طی ۱۰ سال گذشته ۱۶۳ شرکت تولید کننده محصولات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو تاسیس شده‌اند. ایران طی سالهای اخیر رشد چشمگیری در حوزه فناوری نانو داشته است که نقطه عطف این پیشرفت افزایش تولید علم نانو در کشور است. تاسیس

شرکتهای مختلف نشان دهنده این حقیقت است که در برخی حوزه‌ها این فناوری از مرحله تولید علم و فناوری خارج و وارد صنعت نیز شده است (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۴).

در کشور ما نیز برای بروخوداری از فن آوری‌های نوین تلاش هایی صورت پذیرفته است. در چند سال اخیر برنامه ریزان کشور بنا بر اهمیت بسیار زیاد نانو تکنولوژی، سیاست‌های تشویقی خوبی را برای حمایت از تحقیقات در این بخش بکار بردند. شاید آخرین اقدام دولت برای حمایت از نانو تکنولوژی اختصاص بودجه‌ای برای تشویق محققان این بخش باشد، در جشنواره‌های خوارزمی نیز به خوبی دیده می‌شود که برخی مواقع تحقیقات بسیار موثری در این زمینه در ایران صورت می‌گیرد که البته با توجه به نقش این فن آوری نوین در توسعه یافتن کشورها بسیار اهمیت خواهد داشت. به نظر می‌رسد که محققان ایرانی پاسخ مناسبی به سرمایه‌گذاری دولت در بخش نانو تکنولوژی داده اند (معیاری). شکل (۱) نشان دهنده ۱۰ کشور برتر دنیا در تولید مقالات نانوتکنولوژی است که ایران در رتبه هفتم قرار دارد.

رتبه ۱۰ کشور برتر تولید کننده مقالات نانو در سال ۲۰۱۵

رتبه	نام کشور	تعداد مقالات
۱	چین	۴۹۳ هزار و ۴۴
۲	آمریکا	۸۵۰ هزار و ۲۱
۳	هندوستان	۸۶۷ هزار و ۹
۴	کره جنوبی	۸۹۶ هزار و ۸
۵	آلمان	۹۰۲ هزار و ۷
۶	ژاپن	۷۹۹ هزار و ۶
۷	ایران	۱۶۰ هزار و ۶
۸	فرانسه	۱۶۹ هزار و ۵
۹	انگلستان	۴۲۴ هزار و ۴
۱۰	روسیه	۸۴۲ هزار و ۳

شکل ۱- رتبه ۱۰ کشور برتر تولید کننده مقالات نانو در سال ۲۰۱۵ (<http://khatabshekan.ir>)

نقش نانوتکنولوژی در حفاظت محیط زیست و پایداری کشاورزی

یکی از اهداف حفاظت و پاکسازی محیط زیست حذف مواد آلاینده و سمی از چرخه طبیعت است. مواد سمی معمولاً از اتم‌های تشکیل شده‌اند که خود به خود مضر نیستند، بلکه نحوه اتصال این اتم‌ها به یکدیگر مواد سمی را به وجود می‌آورد. اگر بتوان وسیله‌ای ساخت که مشابه ریز جاندارانی مانند ویروس‌ها در مقیاس اتمی قادر به تغییر اتصالات اتم‌ها در مولکول باشد، می‌توان به سهولت و با قیمت ارزان مواد سمی را خنثی کرد، یا حتی با اندکی تغییر، از آنها محصولات مفید به دست آورد. برخی مواد سمی، حاوی عناصر مضری از قبیل جیوه، سرب، آرسنیک و کادمیوم هستند. این عناصر معمولاً حین استخراج مواد معدنی مختلف تولید می‌شوند. با بهره‌گیری از دانش و فناوری نانو در فرآیند استخراج، می‌توان از خروج این عناصر از محیط طبیعی آنها (خاک) جلوگیری کرد (<http://edu.nano.ir/paper/566>).

فناوری نانو از دانش‌ها و فناوری‌های گوناگونی مانند فیزیک، شیمی، بیولوژی و مهندسی بهره می‌گیرد. علی‌رغم اینکه فناوری نانو تاکنون در زمینه‌ی محیط زیست کاربرد صنعتی نداشته است، اما بسیاری معتقدند که این فناوری می‌تواند راه‌های جدیدی برای بهبود و ارتقاء فناوری‌های زیست‌محیطی ارائه کند. از سوی دیگر، برخی عقیده دارند که استفاده از فناوری نانو خود می‌تواند منجر به مشکلات جدید زیست‌محیطی از قبیل مواد سمی جدید و خطرات زیستی مربوط به آن شود (<http://edu.nano.ir/paper/566>).

تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم فناوری نانو بر محیط زیست، از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است. در حال حاضر، می‌توان موارد متعددی از کاربرد مواد نانوساختاری در حفظ محیط زیست، از قبیل نانوفیلترها (برای تصفیه‌ی پساب‌های صنعتی)، نانوپودرها (برای تصفیه‌ی گازهای آلاینده‌ی خروجی از خودروها و واحدهای صنعتی) و نانولله‌ها (برای ذخیره‌سازی سوخت کاملاً تمیز هیدروژن) را بشمرد، اما دورنمای استفاده از این فناوری نوین بسیار گسترده‌تر از این‌گونه کاربردهای جزئی و مقطعی است (گزارش ستاد ویژه فناوری نانو، ۱۳۸۳).

رشد روز افزون جمعیت و کمبود مواد غذایی از یک سو و نابودی بخش مهمی از منابع زیست محیطی کره زمین بدلیل استفاده بی رویه از سوی دیگر، لزوم تغییر نگرش جدی نسبت به مدیریت بخش کشاورزی در سطح جهانی را نمایان می سازد. توسعه پایدار فرایندی است که طی آن مردم یک کشور نیازهای خود را تأمین می کنند و سطح زندگی خود را ارتقا می بخشنند بدون اینکه از منابعی که به نسلهای آینده تعلق دارد مصرف کنند (کنی^۲ و گراهام^۳). تا به امروز راهکارهای مختلفی برای حصول به اهداف کشاورزی پایدار و مواجهه با چالشهای پیشروی آن بیان شده است. در سالهای اخیر فناوری نانو به عنوان رویکردی نوین توانسته است با نفوذ به عرصه های مختلف کشاورزی، زمینه را برای حصول اهداف کشاورزی پایدار فراهم نماید. فناوری نانو امکان تولید فراورده هایی با کیفیت بالا، هزینه کم و سرعت زیاد را فراهم کرده است. دانشمندان معتقدند فناوری نانو می تواند انقلابی عظیم را در زمینه تولید محصولات غذایی و کشاورزی ایجاد نماید. بکی از زمینه های مهم کاربرد فناوری نانو در کشاورزی و محیط زیست رדיابی و حذف یا پاکسازی آلاینده های شیمیایی موجود در منابع آب، خاک و هوا می باشد (نعمتاللهی و کریمی پور فرد، ۱۳۸۵).

در آینده ای نزدیک فناوری نانو با ساخت و طراحی نانو کاتالیستها موجب کارایی بیشتر آفتكشها و علف کش ها می شود که این امر موجب استفاده از مقادیر کم این سموم شده و تا حد امکان از بروز آلودگی خاک و محیط زیست و حتی خود محصول جلوگیری می کند. فناوری نانو همچنین با استفاده از منابع انژی تجدیدپذیر و قابل بازیافت مثل نانو فیلترها و نانو کاتالیستها ضمن کاهش آلودگی محیط زیست باعث از بین بردن آلودگی هایی که از قبل شکل گرفته اند نیز می شود. در واقع فناوری نانو با تمهداتی از جمله سامانه های پایش در سطح مزارع و زمین های کشاورزی، امکان تعیین و تخمین بهترین زمان برداشت محصول، قدرت نامیه محصول و ایمنی غذایی از جمله آلودگی های میکروبی و شیمیایی را برای کشاورزان و باغداران فراهم می کند (طاهری گراوند، ۱۳۸۸).

با توجه به کاربردهای فراوان نانوتکنولوژی، این فناوری هم اکنون انقلابی را در همه علوم و از جمله صنعت کشاورزی ایجاد نموده و در آینده ای نزدیک نقش آن در برنامه های اقتصادی دنیا بسیار تاثیر گذار خواهد شد. با توجه به نوپا بودن این علم فاصله ایران از سایر کشورهای توسعه یافته بسیار کمتر از علوم دیگر است. بنابراین با در نظر گرفتن پتانسیل های فراوان صنعت کشاورزی در ایران، تردیدی نیست که با سرمایه گذاری و برنامه ریزی درجهت کاربرد این فناوری می توان در مسیر توسعه و پیشرفت کشور گام برداشت (محمدی، ۱۳۸۹). در زیر به تعدادی از فناوری های نانوتکنولوژی در زمینه توسعه پایداری کشاورزی اشاره شده است (مجموعه گزارش های صنعتی ستاد وزیر فناوری نانو، ۱۳۹۴ و ماهنامه فناوری نانو، ۱۳۹۵):

- ✓ تغییر دادن فرمولاسیون می توان کودهای هوشمند تولید کرد، به طور یکه سرعت رهاسازی عناصر غذایی کود مطابق با الگوی جذب گیاه باشد.
- ✓ تولید کودهایی حاوی عناصر غذایی که مصرف در اندازه نانومتری، باعث می شود احلال پذیری و پراکنده گی این عناصر غذایی در خاک افزایش یافته و بازده جذب این عناصر توسط گیاه بهبود یابد.
- ✓ تولید نانوزئولیت ها که باعث جذب عناصر سنگین، اصلاح خاک از طریق افزایش تخلخل ، قابلیت جذب بالای آب و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می شود.
- ✓ تولید نانو بیوچار که باعث افزایش جذب عناصر غذایی، تهویه پذیری، اصلاح خاک و جذب آلاینده های آلی و معدنی می شود.
- ✓ تولید نانوهیدروژل که باعث افزایش قابلیت جذب آب، افزایش ذخیره آب و نگهداری آب در خاک، قابلیت ذخیره مواد غذایی و رهاسازی تدریجی آن در خاک می باشد.
- ✓ تولید نانوحسگرها که قادر به شناسایی پایش میزان درجه حرارت خاک، کنترل و پایش میزان رطوبت تشخیص میزان آلودگی خاک، تشخیص میزان هورمون های رشد گیاهی می شود.
- ✓ تسویه آب و پساب بوسیله غشای نانوفیلترها، اولترافیلترها، نانو کمپوزیتی آلی / معدنی، نانو لوله کربنی، نانولوله نیترید بور بهبود تکنیک های انتقال ژن و کمک به فرآیند تولید گیاهان تاریخت
- ✓ کنترل فعالیت سلول های گیاهی افزایش جوانه زنی و رشد گیاه
- ✓ مدیریت پس از برداشت شامل: حذف اتیلن از محیط، پوشش های نانویی قابل اعمال روی میوه ها، بسته بندی نانو کمپوزیتی.
- ✓ در بخش گیاه پژوهی: کنترل آفات، حفاظت از اثرات نامطلوب زیست محیطی آفت کش ها، افزایش پایداری در شرایط انبارداری، رديابی پاتوژن های بیماری زای گیاهی، کنترل علف های هرز و آفات بوسیله نانو کپسول ها

². Conney³. Graham

✓ در بخش ماشین‌های کشاورزی: تولید قطعات مکانیکی مستحکم‌تر با استفاده از نانوروکش‌ها، استفاده از حسگرهای زیستی جهت مبارزه با علف‌های هرز، تولید روکش‌های نانویی یاتاقان‌ها برای کاهش اصطحکاک، تولید سوخت‌های جایگزین و آلودگی کمتر محیط زیست.

✓ در بخش علوم دام: تولید نانوذرات نقره جهت ضدغوفونی کردن جایگاههای نگهداری دام و طیور و جلوگیری از رشد باکتری‌ها، تهویه نمودن هوا، استفاده از حسگرهای تشخیص دهنده بیماری در بدن دام.

نتیجه گیری

نانوتکنولوژی علمی میان رشته‌ای بوده و کاربرد گسترده‌ای در حذف آلاینده‌ها و کاهش خطرات زیست محیطی به همراه توسعه پایدار کشاورزی دارد. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها در زمین‌های کشاورزی و همچنین تصفیه نامناسب فاضلاب‌ها صنعتی و شهری موجب آلودگی طبیعت می‌شود، از این‌رو با استفاده از فناوری نانو می‌توان مواد تجزیه‌پذیر جهت کاهش تولید زباله‌های آلوده کننده خاک به مرحله تولید رساند. فناوری نانو برای ارتقاء بخش‌های مختلف در حوزه کشاورزی و دامداری، توانمندیهای بی‌نظیری از خود نشان داده است. امکان افزایش تولید، کاهش ضایعات، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، افزودن خواص بهتر به محصولات کشاورزی، سهولت در فرآوری و ایمنی بالاتر محصولات غذایی، تامین آب و تضمین کیفیت و سلامت آن و افزایش عمر ماشین آلات از خدمات فناوری نانو به این حوزه وسیع از فعالیت‌های بشری است.

منابع و مراجع

- [۱] آردین، م.۱۳۸۵. کاربرد نانوتکنولوژی در علوم غذا و صنایع غذایی. قابل دسترسی در سایت www.nano.org.uk/reports
- [۲] رزاقی پورخانی، فاطمه، ۱۳۸۹، کاربرد نانو تکنولوژی در حفاظت از محیط زیست، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست، http://www.civilica.com/Paper-CEE04-CEE04_673.html
- [۳] رهابی، م.۱۳۸۲. نقاط ضعف و قوت فناوری زیستی در کشور. شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران (ITAN).
- [۴] ستاد ویژه توسعه فناوری نانو. ۱۳۹۴. محصولات فناوری نانو در حوزه محیط زیست. چاپ اول. nano.ir/environment
- [۵] نعمت اللهی، محمدرضا و هادی کریمی پور فرد. ۱۳۸۵. کاربرد فناوری نانو در رویانی و پاکسازی آلاینده های شیمیایی در محیط زیست. اولین کنفرانس فناوری نانو در محیط زیست.
- [۶] طاهری گراوند، ا. و همکاران. ۱۳۸۸. کاربرد نانو تکنولوژی در توسعه کشاورزی پاک، مجموعه مقالات همایش کشاورزی پاک.
- [۷] گزارش ستاد ویژه فناوری نانو. ۱۳۸۳. نانوتکنولوژی در کشاورزی. خبرنامه نانوتکنولوژی، سال سوم، شماره ۶۴-۳۱. ۲۸
- [۸] ماهنامه فناوری نانو. ۱۳۹۵. فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی. شماره ۲. شماره پیاپی ۲۲۳.
- [۹] مجموعه گزارش های صنعتی ستاد ویژه فناوری نانو. ۱۳۹۴. فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی. شماره ۴۵.
- [۱۰] محمدی، البرز، ۱۳۸۹، نقش نانو تکنولوژی در صنعت کشاورزی، سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغنهاخی خوارکی، تهران، کانون هماهنگی دانش و صنعت دانه های روغنی، صفحه ۴۲۹.
- [۱۱] معیاری، ع. کاربرد نانو در کشاورزی. <http://khavaresabz.ir>
- [12] Bhupinder Singh Sekhon. 2014. Nanotechnology in agri-food production: an overview. Nanotechnology, Science and Application. India. www.dovepress.com. 23 p.
- [13] Conney, J. & Graham, S. 1999. Politics & the Environment, From theory to Practice. Routledge. London, New York.
- [14] <http://edu.nano.ir/paper/566>.
- [15] <http://khatabshekan.ir>