

نانوتکنولوژی در کشاورزی

رقیه رازقی جدید

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن

چکیده

بالا رفتن میزان تولید و بهره برداری محصولات کشاورزی به کمک اصلاح ارقام، مدیریت گیاهان زراعی و حفاظت در برابر آفات و بیماری ها از گذشته تا به امروز در میان کشاورزان امری ضروری بوده است. امروزه با وجود تکنولوژی های جدید و فناوریهای مرسوم در بخش کشاورزی معضلات و مشکلاتی رواج دارد. فناوری نانو در واقع دانش استفاده از ذرات بسیار کوچک است که سبب رفع مشکلات در بخش کشاورزی می شود. با این وجود کاربرد این علم جدید در بخش کشاورزی بیشتر به صورت تحقیقات و آزمایشات از جانب محققین بوده است و در آینده پیشرفت بیشتری خواهد داشت.

دانشمندان اثبات کردند که می توان از نانو ذرات که خاصیت ضد میکروبی دارند به منظور تولید بسته بندی های غذایی ایمن تر و سالم تر استفاده کرد. این دانشمندان متوجه شدند که نانو ذراتی مانند اکسید روی و اکسید منیزیم از عملکرد مطلوب و خوبی برای از بین بردن ریز جانداران بیماری زا برخوردار هستند و نسبت به دیگر نانو ذرات فلزی بسیار ارزان تر و قابل دسترس تر هستند.

در ایران بخش کشاورزی و تولید مواد اولیه در دسته اقتصاد ملی به حساب میاید به کمک این تکنولوژی مشخص می شود که مثلاً در هر قسمت مزرعه به چه مقدار عناصر غذایی و سم وجود دارد و میتوان به مقدار زیادی از آلودگیهای محیطی جلوگیری و سبب افزایش سلامت محصولات و کیفیت آنها در نتیجه بالا بردن راندمان اقتصادی شد. همچنین به کمک این تکنولوژی میتوان تا مقدار زیادی بر بازار پسندی محصولات تاثیر گذاشت مثلاً در تایلند با تغییر ساختمان دی ان ای برنج سبب تغییر رنگ و بهبود بازار پسندی آن شده اند. همچنین با این فناوری می توان تولید کود سازگار با محیط زیست برای استفاده گیاهان و حفاظت از آنها در برابر حشرات تولید کرد.

واژگان کلیدی: فناوری نانو، نانو ذرات، خاصیت ضد میکروبی

مقدمه

نانو فناوری در تعریفی بسیار ساده یعنی تکنولوژی هایی که در ابعاد نانومتری عمل میکنند. نانومتری واحد اندازه گیری است و برابر یک میلیاردم متر یا ۱۰ به توان ۹ متر است. (یک میکرون برابر است با ۱۰۰۰ نانو) اندازه اتمها و مولکول ها در این محدوده قرار دارد، بنابراین با ورود به این فضای کوچک بشر میتواند در نحوه چینش و آرایش اتمها و مولکول ها دخالت کند و به ساخت مواد جدید و ساختارهایی متفاوت با آنچه تاکنون وجود داشته است بپردازد. برای نانو تکنولوژی کاربردهایی را در حوزه های مختلف از جمله: غذا، دارو، پزشکی، بیوتکنولوژی، الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد هوا فضا و امنیت ملی برشمرد (اند(سالاری و همکاران، ۱۳۸۷).

در سراسر دنیا مصرف کنندگان مواد غذایی خواهان نگهداری مواد غذایی به مدت زمان طولانی به صورت تازه و سالم باقی بمانند هستند. در این راستا نیازمند آن هستند که حمل و نقل مواد مورد استفاده برای بسته بندی محصولات غذایی راحت و آسان باشد و این مواد از نظر بهداشتی سالم و ایمن باشد و خطری برای سلامتی انسان ایجاد نکند. شرکت بایر که وظیفه بسته بندی با استفاده از فناوری نانو ذرات است موفق به گسترش نوعی بسته بندی پلاستیکی سرشار از نانو ذرات سیلیکات شدند که نسبت به هوا و رطوبت نفوذ ناپذیری زیادی دارد و می تواند در مقایسه با بسته بندی های پلاستیکی معمولی، مواد غذایی را برای مدت زمان طولانی تری به صورت تازه و سالم نگهداری نماید (عبداللهی، ۱۳۹۵).

یکی از کاربردهای ویژه نانومواد در کشاورزی به کاهش کاربردهای محصولات محافظت از گیاهان، به حداقل رساندن اتلاف مواد مغذی در کود دهی و افزایش بازده از طریق مدیریت بهینه مواد مغذی منجر می شود. با وجود ویژگی های دستگاه ها و ابزارهای فناوری نانو مانند نانو کپسول ها، ذرات نانو و حتی کپسیدهای ویروسی، نمونه هایی از موارد استفاده نانوفناوری برای کشف و درمان بیماری ها، افزایش جذب مواد مغذی توسط گیاهان، رساندن مواد فعال به مکان های تصفیه آب است. استفاده از نانو ذرات اختصاصی و هدفمند میتواند آسیب به بافت های گیاهی مفید و میزان مواد شیمیایی آزاد شده در محیط را کاهش دهد. دستگاه های مشتق از فناوری نانو همچنین در زمینه اصلاح نباتات و تحول ژنتیکی مورد استفاده قرار میگیرند. نانو ذرات مشتق شده از زیست پلیمر ها مانند پروتئین ها و کربوهیدرات ها با تاثیر کم بر سلامت انسان و محیط زیست به مرور در حال رایج شدن هستند و بر کاربرد های آنها افزوده شده است. به عنوان مثال نانو ذرات پایه نشاسته ای، به عنوان واسطه های غیر سمی به عنوان محرک زیستی به طور گسترده مورد استفاده قرار میگیرند (Pérez-de-Luque & Rubiales, ۲۰۰۹) (هدی محمدی، ۱۳۹۷).

کاربرد فناوری نانو در صنعت

یکی دیگر از عرصه های استفاده از علم نانو تکنولوژی در زمینه رسیدن پنبه می باشد که روشهای فعلی دارای اشکالات بسیاری می باشند. به طوری که از زمان جمع آوری محصول تا تولید نخ حدود ۲۵٪ کل محصول خراب و زایل می گردد. اما محققین علم ریسندگی در دانشگاه Cornell روشی به نام رسیدن الکتریکی ابداع کرده اند که حتی رشته های کوچک پنبه نیز حین رسیدن مورد استفاده قرار میگیرند. در حالی که در روش موجود این رشته ها غیرقابل استفاده بود و یا حداکثر برای تولید محصولات کم ارزش، مانند پنبه بالش، نخ های پنبه ای و یا پنبه معمولی استفاده میشوند. دانشمندان پلیمر دانشگاه Cornell از این تکنیک برای رسیدن نخ های نانو از سلولز $(C_6H_{10}O_5)_n$ که ۹۰٪ رشته های پنبه را تشکیل میدهد، استفاده کرده اند. (Rutzke et al, 2003) (Opara, 2004) در این روش به جای استفاده از نیروی مکانیکی از نیروی الکتریکی برای تشکیل رشته ها استفاده میگردد. بنابراین باید خصوصیات خاصی در محلول پلیمر برای انتقال الکترون وجود داشته باشد. کاتالیزورهای نوری یکی دیگر از نانو ذرات میباشد که در اثر نور واکنش نشان داده ولی خود آنها در حین واکنش از بین نمی روند. در حضور نور ماوراء بنفش محل الکترون نانوذرات تغییر کرده و بحالت برانگیخته در می آیند. این قطبی شدن باعث حالت بسیار بالای اکسیداسیون می گردد. وقتی ملکول های خطرناک (آفت کش ها) به قسمتهای مثبت این نوع ملکولها وصل میشوند، میتوان آنها را به عنوان یک ملکول مضر متمایز نمود. این ذرات با نفوذ به درون باکتری ها قادرند به صورت یک عامل ضد عفونی عمل کنند. این نوع فعالیت برای بسته بندی میوه ها و صنایع غذایی کاربرد دارد (Opara, ۲۰۰۴). کاتالیزورهای نوری همچنین در جریان تصفیه فاضلاب بطور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند. از کاتالیزور های نوری برای خالص سازی، تمیز کردن و بی بو کردن هوا استفاد می شود. از این کاتالیزورهای نوری برای از بین بردن مواد آلی، تخریب سلولهای سرطانی، باکتری ها و ویروس ها استفاده می شود. (Warad & Dutta, ۲۰۰۵) اکسید فلزاتی مانند TiO_3 ، ZnO ، SnO_2 و نیز سولفید ها مانند ZnS برای ساختن کاتالیزور های نوری استفاده شده اند (Opara, 2004).

کاربرد فناوری نانو در کشاورزی

مقاله های مختلفی وجود دارد ولی استفاده از کودهای شیمیایی نقش مهمی در بالا بردن میزان تولید محصولات در کشورهای در حال توسعه به خصوص پس از وقوع انقلاب سبز ایفا کرده اند. استفاده بیش از اندازه کودهای شیمیایی نیتروژنه، آب های زیر زمینی و منابع آب دنیا را تحت تأثیر قرار داده و سبب ایجاد پر غذایی و فرآیند مردابی شدن در اکوسیستم های آبی شده است (صابر و همکاران، ۱۳۹۱).

با کمک نانو حسگرها شرایط غذایی، رطوبت و فیزیولوژی گیاهان در سریعترین زمان ممکن مشخص میشود و سبب تسهیل در اتخاذ اقدامات اصلاحی مناسب و به موقع می شود. در واقع مواد نانو آزمایشگاه های کوچکی هستند که توانایی کنترل و تنظیم دقیق تغییرات زودگذر در سیستم خاک را دارند. یکی از اصلی ترین اهداف کشاورزی دقیق مدیریت درست و اصولی عناصر غذایی و آب مورد نیاز گیاهان است که به کمک نانو تکنولوژی می توان با دقت بسیار زیاد اقدام به تعیین میزان عناصر غذایی و آب در دسترس گیاه قرار داد (صابر و همکاران، ۱۳۹۱).

در تمام کشورهای دنیا بیشتر آفت کش ها سنتز و با هدف کنترل آفت در بخش کشاورزی تولید میشوند. استفاده از این آفت کش ها و طریقه مصرف آن ها سبب ایجاد آلودگی در محیط زیست میشود. به کمک نانو تکنولوژی و ایجاد فرمولهای جدید برای آفت کش ها سبب بالا بردن عملکرد و کاهش میزان مصرف آفت کشها را را به همراه خواهد داشت (صدروی، ۱۳۹۲)، مصرف بی رویه آفت کش ها، محصولات کشاورزی را نیز به منبع ذخیره سم تبدیل کرده است. مهمترین سوال در زمینه ی استفاده از آفت کش ها این است که چقدر از این سموم استفاده کنیم؟ استفاده از سموم هوشمند در ابعاد نانو میتواند راه حل مناسبی باشد.

تولید علف کشهای جذبی به شکل کپسول نانو (Nanoencapsulation) باعث اصابت بهتر آنها به گیاه انگل و پرهیز از گیاه سوزی محصول کشاورزی، نفوذ و تاثیر بیشتر و سریع تر علف کش و اجتناب از آلودگی محیط زیست می گردد. از کپسول های نانو به عنوان گلوله های جادویی برای انتقال مواد شیمیایی، اسیدهای نوکتیک و آنزیم ها به داخل بافت های گیاهی نیز میتوان استفاده کرد (Joel et al., ۲۰۰۷; Pérez-de-Luque & Rubiales, ۲۰۰۹).

کاربرد فناوری نانو در صنایع غذایی

ایجاد مسمومیت های غذایی در هر سال جان میلیون ها انسان را به خطر می اندازد و هزینه های درمانی زیادی را ایجاد می کند که باعث اتلاف سرمایه های مالی و و ضرر دهی اقتصادی کشورهای مختلف نیز می گردد. به کمک قرار دادن نانو حسگرهایی که با چسبیدن به عوامل بیماری زا قادر به شناسایی تمامی انواع پاتوژنهای غذایی مانند اشرشیا کولای و سالمونلا هستند که ممکن است در داخل مواد غذایی و حتی بسته بندی آنها نیز رشد و تکثیر پیدا کنند. نانو حسگرها شامل هزاران نانو ذره هستند که این نانو ذرات توانایی تشخیص سریع و دقیق وجود هر گونه و هر تعداد عامل بیماری زا در محصولات غذایی را دارند. این نانو حسگرها به شکل های مختلف رفتار می کنند. مثلا نانو حسگرها می توانند در تماس با پاتوژن های مختلف به رنگهای گوناگون درآیند و یا اینکه قادر به ردیابی مواد مغناطیسی باشند (Al-Samarrai, ۲۰۱۲).

حضور اکسیژن در صنایع غذایی و بسته بندی یکی از مشکل ساز ترین عناصر برای مهندسين شاغل در بخش بسته بندی محصولات غذایی است چون این عنصر سبب فساد چربی موجود در گوشت و پنیر شده و آن ها را بی رنگ میکند. مشخص شده است که مخلوط کردن نانو ذرات رس کوپلیمر اتیلن و الکل باعث بالا بردن نفوذ ناپذیری بسته بندی محصولات غذایی نسبت به

گاز اکسیژن می شود. نانو ذرات پلیمری و سیلیکاتی باعث بهبود نفوذ ناپذیری بسته بندی غذا نسبت به گاز اکسیژن و بالا بردن مقاومت مکانیکی و ثابت ماندن حرارتی آن می شوند (Opara, ۲۰۰۴).

کاربرد نانو در به حداقل رساندن ضایعات پس از برداشت میوه

یکی از مهمترین موادی که توسط تکنولوژی نانو تولید شده است، جاذب های اتیلن میباشند. مواد نانوجاذب اتیلن گاز اتیلن را که توسط میوه ها تولید می شود و موجب فساد و خرابی میوه می گردد را جذب میکند و ماندگاری میوه را تا زمان زیادی افزایش می دهد. با استفاده از جاذب های اتیلن نانویی می توان میزان ماندگاری میوه هایی نظیر کیوی تا ۵۰٪، خرمالو تا ۲۰٪ و سیب تا ۳۰٪ را افزایش داد. جاذبهای اتیلن در تمام مراحل پس از برداشت میوه می توانند مورد استفاده قرار گیرند. این جاذب ها میتوانند در زمانی که میوه ها در داخل سبدها یا در زمان ورود به سردخانه برای نگهداری طولانی مدت و همچنین در کانتینرهای حمل میوه برای صادرات مورد استفاده قرار گیرند که در این زمینه تولید کنندگان و صادر کنندگان میوه در حال حاضر از این شیوه ها استفاده می کنند. اخیراً پوشش های نانویی میوه نیز تولید شده است. که این پوششها به گونه ای هستند که میوه ها را بصورت کامل پوشش می دهند و کار عمده ی آنها این است که مانع از کاهش وزن و چروکیدگی میوه ها میشوند و این امر در سطح تولید کلان بسیار با اهمیت می باشد که میوه ها وزن و بافت اصلی خود را حفظ کنند. کارنوبا واکس پوشش خوراکی بوده به دلیل این که پایه گیاهی دارد. از گیاهی به نام کارنوبا که بومی برزیل است برای تولید آن استفاده می شود، هیچ اثر جانبی ندارد و از کارایی بالایی برخوردار است. خاصیت نانویی این پوشش ها به گونه ای است که روی طعم و مزه میوه ها هیچ گونه تاثیری نخواهند داشت و طعم و مزه میوه تغییری نخواهد کرد. امروزه نیز کشور ایران در این زمینه هم فعالیت های خوبی انجام داده است و بسیاری از میوه های تولید داخلی را بدین صورت به کشور های مختلف جهان صادر می کند (Liu, ۲۰۰۶; Jha et al., ۲۰۱۱).

نتیجه گیری

همانگونه که در این مقاله به طور مختصر بیان شد، فناوری نانو برای ارتقاء بخش های مختلف در حوزه کشاورزی و تغذیه، توانمندی های بی نظیری 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 فعالیت های بشری است. با توجه به مزایای استفاده از فناوری نانو در این حوزه، به نظر می رسد در آینده نزدیک حجم بازار قابل توجهی در این حوزه نصیب محصولات و خدمات مبتنی بر فناوری نانو شود. گرچه علیرغم تنوع محصولات وارد شده به بازار این فناوری و البته مانند هر فناوری جدید دیگری، علنی شدن نقش فناوری نانو در توسعه کشاورزی و پذیرش آن در بین مصرف کنندگان و همچنین مشخص شدن اثرات جانبی استفاده از آن، نیاز به تکمیل بررسی های علمی و صنعتی بیشتر دارد. در ایران نیز شرکت ها و مراکز تحقیقاتی بسیاری بر استفاده از فناوری نانو برای تولید یا توسعه محصولات مختلف مرتبط با این حوزه تمرکز کرده اند و دستاوردهای مناسبی در این زمینه داشته اند. فن آوری نانو برای کمک به استقرار یک کشاورزی پایدار توانایی های فراوانی دارد. این فن آوری به دانش بیماری شناسی گیاهی با تولید حسگرهای زیستی نانو، سیستم های حمل هوشمند سموم شیمیایی و نانو فیلترها جهت تهیه آب فاقد عوامل بیماری زای گیاهی و تولید نانو ذرات فلزی با خاصیت ضد قارچی و باکتریایی کمک نموده است. از آنجا که هدف کشاورزی امروز تولید محصول زیاد و با کیفیت بالا، عاری از بیماری و بدون باقی مانده سموم و کودهای شیمیایی است، محققین به دنبال یافتن مواد نانو در جانداران هستند که ضمن داشتن خاصیت بازدارندگی برای بیمارگرهای گیاهی، چون برگرفته از طبیعت هستند، هیچ اثر سوء و باقیمانده ای در محصولات کشاورزی و محیط زیست ندارند. به همین منظور وجود و تولید مواد نانو در قارچ ها، باکتری ها و گیاهان مورد تحقیق قرار گرفته است و وجود نانو ذرات نقره، نیکل، کبالت، روی و مه در بوته های یونجه، آفتابگردان، خردل

هندی به شکل مواد ترپنوئیدی، فلاونوئیدی، کتونی، آلدئیدی، آمیدی و اسیدهای کربوکسیلیک تشخیص داده شده است. از عصاره برگ گیاهان *Magnolia kobus* DC و خرما لوی ژاپنی (*Diospyros kaki* Thunb) برای ساختن نانو ذرات طلا نیز استفاده شده است. بنابراین هر چند که با استفاده از بعضی قارچ ها، مانند: *Fusarium oxysporum* و باکتری ها مانند *Pseudomonas statzeri*، نانو ذرات تولید شده اند. ولی از آنجا که قارچ ها و باکتری ها برای احیای یونهای فلزی احتیاج به زمان زیادی دارند، که این عمل در گیاهان در زمان بسیار کمتری صورت می گیرد گیاهان، جانداران مناسبتری برای تولید نانو ذرات هستند و میتوان از طریق فن آوری کشت بافت گیاهان مناسب در شرایط آزمایشگاهی و صنعتی و در مدت زمان کوتاهی مقدار زیادی نانو ذرات فلزی تولید کرد (Al-Samarrai, ۲۰۱۲).

منابع

سالاری، م و همکاران، ۱۳۸۷، نانوتکنولوژی و کاربرد آن در گیاه پزشکی، ترویج گیاه پزشکی (گیاه پزشکی و غذا) دوره ۲، شماره ۳، صابر، س، قسیم حق، ز، مصطفوی، ش، بداغی، ح و علیلو، ع، ۱۳۹۱. اثرات نانو مواد بر جوانه زنی و رشد بذر گل کلم. اولین کنفرانس ملی نانو فناوری و کاربرد آن در کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
صدری، م و خردمند مطلق، ق. ۱۳۹۲- کاربرد های فناوری نانو در بیماری شناسی گیاهی. دانش بیماری شناسی گیاهی ۲(۲): ۴۴-۳۸
عبداللهی، علی اصغر، ۱۳۹۵، مقدمه ای درباره نانو تکنولوژی و استفاده آن در کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، موسسه پژوهش های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.
محمدی، هدی و جوادی، احمد - ۱۳۹۷. معرفی جنبه هایی از کاربرد فناوری نانو در صنعت بذر. اولین همایش ملی ایده های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی

- Al-Samarrai, A. M. (2012). Nanoparticles as Alternative to Pesticides in Management Plant Diseases-A Review.
- Jha, Z., Behar, N., Sharma, S. N., Chandel, G., Sharma, D., Pandey, M., Gandhi, A. I., Vishwavidyalaya, K., & Raipur, C. (2011). Nanotechnology: Prospects of Agricultural Advancement.
- Joel, D., Hershenhorn, J., Eizenberg, H., Aly, R., Ejeta, G., Rich, P., Ransom, J., Sauerborn, J., & Rubiales, D. (2007). Biology and Management of Weedy Root Parasites. In (Vol. 33, pp. 267-349). <https://doi.org/10.1002/9780470168011.ch4>
- Liu, W.-T. (2006). Nanoparticles and their biological and environmental applications. *Journal of bioscience and bioengineering*, 102, 1-7. <https://doi.org/10.1263/jbb.102.1>
- Opara, U. (2004). Emerging Technological Innovation Triad for Smart Agriculture in the 21st Century. Part I. Prospects and Impacts of Nanotechnology in Agriculture. *Agricultural Engineering International : The CIGR e-journal*.
- Pérez-de-Luque, A., & Rubiales, D. (2009). Nanotechnology for parasitic plant control. *Pest Manag Sci*, 65(5), 540-545. <https://doi.org/10.1002/ps.1732>
- Rutzke, J., Scott, N. and chen H. 2003 Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems, National Planning Workshop, November 18-19, 2002 Washington, DC 1-68
- Warad, H., & Dutta, J. (2005). *Nanotechnology for agriculture and food systems--a view* (Vol. 11).

Abstract

Increasing the production and exploitation of agricultural products through cultivar breeding, crop management, and pest and disease protection has been essential for farmers historically. Despite advancements in both new and conventional agricultural technologies, prevalent issues persist. Nanotechnology, the science of utilizing very small particles, addresses these agricultural challenges. Currently, its application in agriculture is primarily experimental, but it is expected to advance significantly.

Research has demonstrated that nanoparticles with antimicrobial properties can enhance food packaging safety and health. Specifically, nanoparticles like zinc oxide and magnesium oxide effectively kill pathogenic microorganisms and are more cost-effective and accessible than other metal nanoparticles. In Iran, agriculture and raw material production are integral to the national economy. This technology enables precise measurement of nutrients and toxins in various farm sections, reducing environmental pollution and enhancing product health, quality, and economic efficiency. Additionally, nanotechnology can improve product marketability, as seen in Thailand, where DNA modification of rice has enhanced its color and market appeal. Environmentally friendly fertilizers can also be produced to protect plants from insects.

Keywords: Nanotechnology, Nanoparticle, Antimicrobial effect