استفاده از فناوری نانو آفت کشها در جهت هوشمندسازی و حفظ محیط زیست

نرگس کریمی [۱]، مهدی خانی[۲]، سیدسعید احمدی[۳]،امیرحسین خسروی[٤]،محمد علیجانی[٥]

چکیده

در کشاورزی سنتی، طیف وسیعی از آفت‌کش‌های شیمیایی و بیولوژیکی برای کنترل قارچ ها، ویروس ها، حشرات، نماتدها و انگل ها استفاده می شود که استفاده نادرست از آنها منجر به مقاومت پاتوژن‌ها و آلودگی محیط‌زیست می شود. بنابراین باید آفت کش ها یا مواد جدیدی تولید شود که بتواند آلودگی محیط و مقاومت پاتوژن‌های ناشی از آفت‌کش‌های سنتی را کاهش دهد. نانوتکنولوژی در دهه های اخیر در زمینه های مختلف از جمله صنایع غذایی، داروسازی، آفت کشها و..... رشد قابل توجهی داشته است. نانو آفت کش ها به دلیل سطح بالاتر، تحرک و حلالیت بیشتر و همچنین سمیت کم که منجر به امکان حذف حلال آلی می شود، موثرتر از آفت کش های معمولی هستند. همچنین باعث کنترل رهایش آفت کش ها از نانو ذرات، حفاظت آفت کش ها در برابر عوامل محیطی مانند نور و گرما، کاهش غلظت مصرفی وعدم بروز مقاومت آفات به آفت کش ها می شود . نانوفرمولاسیون ها، نانوامولسیون ها و نانو کپسول ها تکنیک های مختلفی مبتنی بر فناوری نانو هستند که برای کنترل آفات استفاده می شوند. در این مقاله به استفاده از فن آوری نانو در ساخت آفت کش و اثرات بهینه آن در مقایسه با نوع معمولی آن می پردازیم.

کلمات کلیدی: آفت‌کش، نانو کپسول، محیط زیست

[1] narges_karimi3000@yahoo.com.au

مقدمه:

کلمه نانو به معنی کوچک و از نظر تکنیکی به اندازه معادل 10^{-9} گفته می شود. ذرات نانودر نانو تکنولوژی باید دارای ابعادی بین ۰/۱ تا ۱۰۰ باشند. ذرات نانو را میتوان یا با کوچک کردن ذرات بزرگ یا دستکاری تک تک اتمها و ملکولها جهت تولید ساختار نانو به دست آورد (۱). احیاء بیولوژیکی محیط زیست آلوده، آزادسازی و رهاسازی کنترل شده، خوشبوکننده ها، مواد ضد میکروب و مواد ضد قارچ روی پارچه و الیاف، مصارف هوا- فضا، نظامی، صنعتی، دارویی، بهداشتی و پزشکی از موارد استفاده نانوتکنولوژی هستند(۲). مواد نانو به روش شیمیایی و گیاهی ساخته میشوند و تعیین ساختار ذرات نانو با دو میکروسکوپ الکترونی STM وTEM انجام میشود. فعالیتها وفعل وانفعالات درون سلولها و بافتهای بدن موجودات زنده توسط موادی مثل پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک انجام می شود که ساختاری نانو دارند(۲). ذرات نانو داخل بدن حشرات خود میتواند به عنوان تکنولوژی مجانی نانو مورد استفاده قرار گیرد؛ همانطوریکه حشرات از خاصیت نانو ذرات آهن که به عنوان گیرنده آهن ربایی عمل میکنند، در زندگی خود بهره می برند. به خصوص حشرات از این خاصیت در جهت یابی و پیدا کردن لانه و تغذیه استفاده می کنند و در زندگی حشرات اجتماعی نقش اساسی بازی می کند. همچنین این ذرات نانو در چشم، سر و آنتن ها بیشتر دیده می شود. متأسفانه از انواع ذرات نانو که با تکنولوژی رایگان در بدن موجودات زنده وجود دارد بهره برداری کافی صورت نمیگیرد(۱). با توجه به مشکلات زیست محیطی وهزینه بالای مصرف آفت کشها و سازگاری و مقاومت آفات به آنها، تحقیق در زمینه آفت کش های نانو به عنوان یک ضرورت احساس می شود.

نانو آفت کش ها انقلاب سبز در مبارزه با آفات کشاورزی و ناقلین بیماریها:

از تکنولوزی نانو می توان برای ساخت نانو کپسول استفاده کرد که حاوی ملکول هایی با اندازه نانو بوده که با جذب آسانتر و سریعتر آفت کش به داخل گیاه می گردد. مکانیسم عمل این نانوکپسول های حاوی حشره کش شامل انتشار، انحلال، تجزیه بیولوژیکی وفشاراسمزی است(۳). لوله های نانو با محتوی مواد حشره کش وقتی به بافت گیاه می چسبند مواد داخل خودرا به بدن حشراتی که در تماس با آن ها قرار میگیرند انتقال می دهد. که با این روش آفات گیاهی و حیوانی به خوبی کنترل می شود و بخاطر همین اثر بخشی میزان مصرف آنها کمتراز سموم عادی است که این خود باعث کاهش اثرات بد آن بر دیگر موجودات است(۴). از طرفی برای ساخت آفت کش های معمولی از مواد آلی استفاده می شود که برای محیط زیست خطرناک است(۳و۵) و غلظت بالا و مصرف زیاد آن باعث افزایش غلظت آنها در آب و خاک و نیزبدن موجودات زنده غیرهدف می شود که این مسئله نگران کننده است.

یکی از راهکارهای کنترل مقاومت به آفت کشها در آفات گیاهی و ناقلین بیماری ها استفاده از مبارزه تلفیقی است که در آن از روشهای مختلف فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و محیطی برای مبارزه با آفات استفاده می شود تا اثر سوء بر محیط زیست کم شده و بروز مقاومت آفات به آفت کشها کاهش یابد(۶). راه دیگر استفاده از فرمولاسیونهای مناسب است. یکی از روشهای موفق در این زمینه تکنیک میکروکپسول است که آفتکش را در کپسولهای بسیار کوچکی از جنسهای

مختلف قرار میدهند. این روش باعث جذب سریعتر و بیشتر آن در آفت هدف شده همچنین با کاهش مقدار مصرف و نیز جلوگیری از تماس با محیط باعث افزایش اثر بر آفات و کاهش اثرات سوء زیست محیطی می شود(۶).

نانوسیلیکا آفت کش معدنی:

سیلیکا یک ماده بسیار فراوان در زمین است. ماسه کوارتز، صخره ها و رس از سیلیکاهای طبیعی هستند که درساختمان سازی به کار می روند.البته این مواد با مواد شیمیایی ترکیب می شوند.از این مواد در تولید داروهای ضد سرطان نیز استفاده می شود(۱و۲).

با توجه به بار سطحی و قابلیت آبگریزی تغییریافته(آب گریز یا چربی دوست) نانو سلیکاها بعد از استفاده طیف وسیعی از آفات گیاهی و انگل های خارجی جانوران از بین می رود. در واقع نانوسلیکا با جذب کلسترول (که مورد استفاده انگل خونی است) در درمان بیماری موثر است. در مبارزه با حشرات خانگی، مگسها و انگلهای داخلی و خارجی جانوران، قارچ ها، کرمها و ...نانو سلیکا به خوبی جواب داده است. نانو ذرات سیلیکا با روش سل-ژل تهیه و با حشره کش های دلتامترین, پایری پروکسی فن و کلروپایریفوس بطور جداگانه بارگذاری می شود(۲۰). یکی دیگر از مواد رطوبت زدا سیلیکا ژل است که در کنترل آفاتی مثل کنه ها، ساس تختخواب و ....که در درز و شکاف خانه، زیرشیروانی و وسایل منزل لانه می کنند، کاربرد دارد(۲). آفات در برابر از دست دادن آب بدن خود از چربی های کوتیکولی به عنوان یک سد استفاده می کنند.که نانو سلیکا در این سد چربی نفوذ کرده و باعث مرگ حشره می شوند. این درحالی است که تماس ذرات نانو با برگ و ساقه باعث کاهش فتوسنتز نمی شود. همچنین این ذرات باعث تغییربیان ژن در بدن حشرات نمیشوند، بنابراین به عنوان آفت کشهای بیولوژیکی نانو نیز مورد استفاده و تایید قرار می گیرند (۲).

نانو تیتانها (فتوکاتالیست):

TiO2 یک فتوکاتالیست است که ارزان، پایدار، غیرسمی و مؤثر بوده، در تحقیقی نشان داده شد این ماده به وسیله استئاریک از حالت آبدوست به آبگریز تغییر داده شد. در واقع TiO2/Ag در ترکیب با کلروفناپیر یک حشره کش نانوی کلروفناپیر تولید می کند که اثرات سمی کمتری در مقایسه با کلروفناپیر به تنهایی (معمولی) است و در تاریکی کاملا پایدار است ولی در مقابل با پرتو فرابنفش ناپایدارتر از نوع معمولی است(۶). کلروفناپیریک حشره کش و کنه کش است که بر علیه بسیاری از حشرات و کنه ها به خصوص آنهایی که به حشره کشهای کاربامات، ارگانوفسفات و پیروتروئید مقاوم هستند کاربرد دارد. در واقع این ماده یک پیش حشره کش است که بر اثر تجزیه در معده حشره تبدیل به حشره کش اصلی میشود این حشره کش با ایجاد اختلال در جریان انتقال پروتون در غشاء میتوکندری و مهار تولید ATP از ADP سبب مرگ سلولی میشود. کلروفناپیر گزینه خوبی برای تولید فرمولاسیون نانو میباشد و چون بر مایتهای شکارچی اثر ندارد اثرات سوء کمتری بر محیط میگذارد یا ذرات نانوی حشره کش ایمیداکلوپرید نسبت به ایمیداکلوپرید معمولی دارای خاصیت تجزیه پذیری بالاتری است (۷). هرچند در آزمایشی که درموش انجام شد به DNA لنفوسیتهای خون محیطی و کروموزوم در سلولهای مغز استخوان آسیب رساند اما این تفاوت معنی دارنبود(۸). حشره کش پریمیفوس متیل همراه با TiO_2 نانو خوب جواب داده و در تاریکی پایدار است اما در مقابل نورUV تجزیه می شود.از طرف سازمان بهداشت

جهانی (WHO) در مورد آفت کشهای نانو بدلیل جذب زیاد در بدن پستانداران از جمله انسان نگرانی هایی وجود دارد ولی معیار سنجشی برای آلودگی های احتمالی آفتکشهای نانو یا کنترل آن پیشنهاد نشده است (۹).

نانوذرات استخراج شده از عصاره گیاهان:

عصاره گیاهانی نظیر سنبل هندی، ریحان پرمو و خسخس با اندازه متوسط ذره 150- 220 نانومتر اثرات دور کنندگی در پشه آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس داشتند(۱۰). در مطالعه دیگری ذرات نانوی نقره عصاره گیاه دانه ماه دل برگی(Heartleaf moonseed) دارای اثرات بسیار خوبی علیه شپش سر و لارو پشه های ناقل مالاریا بود. همچنین اثرات لاروکشی فرمولاسیون ذرات نانوی نقره عصاره گیاه برروی ناقلین مالاریا و فیلاریا ده برابر عصاره معمولی بود(۱۱). نانوذرات نقره بدست آمده از عصاره برگ گیاه آنونا اسکوآموس روی لارو آئدس اجیپتی، آنوفل استفنسی اثرات خوبی داشتند (۱۱). همچنین نانو ذرات نقره بدست آمده از عصاره گیاه اکلیپتا پروستاتا و گیاه میموسا پادیکا در مقایسه با عصاره معمولی این گیاه اثرات بیشتری علیه ناقلین مالاریا و فیلاریا داشت(۱۲و۱۳).

نانوذرات ساخته شده از میکروارگانیسمها:

برخی باکتریها و قارچها در مبارزه بیولوژیک علیه حشرات استفاده می شود.حال با استفاده از تکنولوژی نانو با استفاده از نانوتکنولوژی میتوان ورود این عوامل به بدن حشرات را تسهیل کرد. نانو ذرات نقره ساخته شده از عصاره قارچ کوکلیبولوس اثرات ضد لاروی قوی علیه پشه آنوفل لاناتوس استفنسی و آئدس اجیپتی است(۱۴). ذرات نانوی طلا و نقره ساخته شده از کریسوسپوریوم تریوپیکوم در از بین بردن لارو آئدس اجیپتی اثرات خوبی داشت. این نانوذرات حاوی قارچ از طریق کوتیکول وارد بدن حشرات شده موجب کشته شدن آنها میگردد (۱۵).

مزایای استفاده از نانو آفت کش ها:

یکی از مزیتهای آنها این است که با مقادیر کمتر تاثیر بالاتری دارند در نتیجه بخاطر مصرف کمتر اثرات مخرب زیست محیطی کمتری دارند. برای کاهش نگرانیها باید فرمولاسیون مناسبتر و تکنیکهای بهتری را جستجو کرد و یا با افزودن سینرزیستها به فرمولاسیون آفت کش ها نتیجه را بهتر نمود. برخی حشره کشها مانند پیرتروئید به وسیله آنزیمهای اکسیداز تجزیه می شوند بنابراین با استفاده از سنیرژیستهایی مثل پیپرونیل بوتوکسید (PBO) که باعث مهار آنزیم های اکسیداز می شود، (۱۶و۱۷و۱۸) مولکولهای حشره کشها در بدن حشره هدف تجزیه نمیشوند. همچنین در مقاومت به آفات نیز این مسئله می تواند صادق باشد.حشرات مقاوم به پیروتروئیدها، یکی از مکانیسم ها افزایش در بیان ژن آنزیم های مختلف از جمله اکسیدازها است. بنابراین تهیه فرمولاسیون نانویی آفت کش و سنیرژیست می تواند با مهار آنزیمهای تجزیه کننده حشره کشها باعث برقراری اثربخشی آنها در حشرات مقاوم شود.

نگرانیهای زیست محیطی آفت کشها و بهینه سازی با فرمولاسیون نانو:

آفت کشهای معمولی محلول در چربی در محلولهای سمی به صورت فرمولاسیونهای امولسیون غلیظ وسوسپانسیون غلیظ در می آیند که اندازه یک میکرون دارند بنابراین برای اثر بر حشره مقدار زیادی از آنها را بکار برد که اثرات بدی روی محیط زیست می گذارند. فرمولاسیون در ابعاد نانو بخاطر ابعاد کوچک سطح وسیعی را در برمی گیرد. هرچند نگرانیهای زیست محیطی و بیولوژیکی به دلیل افزایش نفوذپذیری ناشی از اندازه نانو وجود دارد که باید مورد مطالعه

و مدیریت قرار گیرد(۴). اما تاثیرات آن در مورد نانوپرمترین در کنترل لارو پشه ها نسبت به نوع معمولی آن به خوبی دیده شده(۴) و بخاطر استفاده در میزان کمتر ، در کنترل و مدیریت عدم مقاومت آفات به آفت کش نقش مهمی ایفا می کند(۱۹). از میان ترکیبات نانو (معدنی)، TiO_2و SiO_2 بسیارمورد توجه قرار گرفته اند. این مواد در آب حل نمی شوند بنابراین در مقایسه با ZnO که در آب حل می شود دارای سمیت پائینتری هستند. علاوه بر این روی یکی از عناصر مورد نیاز بدن موجودات زنده است. لذا از این نظر سمیت آن برای انسان ودام کمتربه نظرمیرسد(۱۹). ذرات نانوی روی به دو روش اثر سمی خود را اعمال میکنند یکی با آزادسازی یونهای سمی و دیگری ایجاد استرس یا تحریک که به خاطر سطح کوچک آن (در نانو شدن) بوجود می آید. این تحریکات میتواند باعث مهار فر ایندهای بیولوژیک شود و یا این که در فرم نانوی خود با محیط بیولوژیکی درون سلولی تعامل مهارکننده داشته باشد.

تولید نانو ذرات:

روشهای مختلفی برای تولید نانو ذرات وجود دارد که برروی ساختار، ترکیب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها اثرگذار است. انتخاب روش تهیه بستگی به مادهٔ حامل مورد استفاده (که باید زیست سازگار و زیست تخریب پذیر باشد) و خصوصیات حلالیت مادهٔ فعال مورد استفاده دارد.

روشهای تهیه نانو ذرات:

-پلیمریزاسیون (به روش امولسیفیکاسیون در فازپیوسته آلی و آبی و دیسپرسیون)

-تشکیل امولسیون – تبخیر حلال

-نانو پرسیپیتاسیون(روش رسوب پیوسته یا روش ته نشینی)

تکنیک استفاده از سیالات فوق بحرانی (مضرات زیست محیطی کمتر نسبت به سایر فرآیندها دارد)

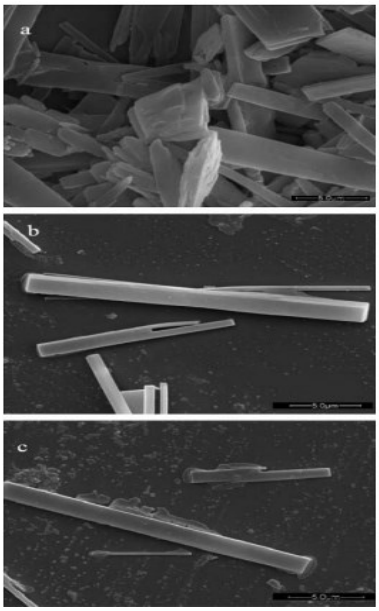
-کوآسرواسیون (جداسازی فازها) وتشکیل ژل یونی

-روش سل-ژل

سنتز نانو ذرات آفت‌کش‌ها:

برای تهیه آفت کش ها روش تولید نانو کپسول حاوی آفت کش و روش تبخیر حلال میکروامولسیون روغنی در آب (مخلوط فاز آبی و آلی) بیشترین استفاده را دارد. حشره کش ایمیداکولوپرید به عنوان یک آفت کش چربی دوست را می توان به روش نانو پرسیپیتاسیون (ته نشینی) و تبخیر حلال میکروامولسیون روغنی با استفاده از کیتوسان تولید کرد(۵)

کریستالهای ایمیداکولوپرید به طور مستقیم به وسیله پلی ساکارید کیتوسان به همراه آلجینات لایه به لایه در کپسول قرار می گیرد . کپسول کردن ذرات نانوی حشره کش باعث انتقال آسان ، هدفمند و محافظت محیط میشود همچنین اثر حشره کشی را افزایش میدهد. تصویر شماره ۱ میکروکریستال ایمیداکولوپرید را در حالات مختلف نشان میدهد(۳)



تـصویرمیکروسـکپ الکترونیکـی میکروکریـستال حـشره کـش ایمیداکولوپرایـد: a .انـدود نـشده، : bاندود شده با ۵ لایه کیتوسان و آلجینـات و: c انـدود شـده بـا ۱۰ لایه کیتوسان و آلجینات.

نتیجه گیری:

در حال حاضر تحقیقات گسترده ای صورت گرفته و اسـتفاده از نانوذرات در زمینه هـای مختلـف در حال انجام است که آینده روشنی را برای این تکنولوژی ترسیم می کند هر چند این تحقیقات بیشتر برای سـاخت و تعیـین خـصوصیات مـواد دارویـی و صنعتی انجام شـده اسـت، و در زمینه نانوآفت کش ها تحقیقات کمتر انجام شده است.مواد نانو در اکثر موارد اثربخشی بیشتری از نظر اقتصادی نسبت به نوع معمولی خود دارند. با توجه به مقاوم شدن آفات نسبت به حشره کشها تکنولوژی نانو با مصرف کمتر و عدم مقاومت به آفات اهمیت بالایی دارد.با تمام این موارد اثرات زیست محیطی سموم نانو و محصولات از این دست باید بیشتر مورد تحقیق و مطالعه قرار گیرد.

منابع:

- اثر حشره‌کشی نانو سیلیکای بارگذاری شده با چند حشره‌کش برای کنترل لارو لمبه‌گندم, Trogoderma granarium روی سطح‌های موزائیک و استیل گالوانیزه ، معصومه ضیائی,اصغر بابامیرساطحی, ، گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی) ، ۰۷/۰۸/۱۳۹۹ ، ۳۵-۴۷ ، ایران - خوزستان - اهواز
- Anjali CH, Sudheer Khan S, MargulisGoshen K, Magdassi S, Mukherjee, Amitava Chandrasekaran N. Formulation of waterdispersible nanopermethrin for larvicidal applications. Ecotoxicology and Environmental Safety 2010; 73(8): 1932-1936.
- Arjunan NK, Murugan K, Rejeeth C, Madhiyazhagan P, Barnard DR. Green Synthesis of Silver Nanoparticles for the Control of Mosquito Vectors of Malaria, Filariasis, and Dengue. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 2012; 12(3): 262-268.
- Barik T, Sahu B, Swain V. Nanosilica-from medicine to pest control. Parasitol Res 2008; 103(2): 253-258.
- Bergeson LL. Nanosilver: US EPA's pesticide office considers how best to proceed. Environmental Quality Management 2010; 19(3): 79-85.
- Bhattacharyya A, Bhaumik A, Usha Rani P, Mandal S, Timothy T. Nano-particles-A recent approach to insect pest control. African Journal of Biotechnology 2010; 9(24): 3489- 3493.
- Enayati A, Lines J, Maharaj R, Hemingway J. Suppressing the vector. In Shrinking the Malaria Map: A Prospectus on Malaria Elimination. Feachem RGM, Phillips AA, Targett GA, Editors. The San Francisco: Global Health Group; 2009. p. 140-154.
- Enayati AA, Asgarian F, Sharif M, Boujhmehrani H, Amouei A. Propetamphos resistance in Rhipicephalus bursa (Acari, Ixodidae). Veterinary Parasitology 2009; 162 (1-2): 135-141.
- Feng BH, Zhang ZY. Carboxymethy Chitosan Grafted Ricinoleic Acid Group for Nanopesticide Carriers. Advanced Materials Research 2011; 236-238: 1783-1788.
- Guan Ch, Yu J. Dynamics of residues from a novel nano-imidacloprid formulation in soyabean fields. Crop Protection 2010; 29(9): 942-946.
- Guan H, Chi D, Yu J, Li X. A novel photodegradable insecticide: Preparation, characterization and properties evaluation of nano-Imidacloprid. Pestic Biochem Phys 2008; 92(2): 83-91.
- Li M, Huang Q, Wu Y. A novel chitosanpoly(lactide) copolymer and its submicron particles as imidacloprid carriers. Pest Manag Sci 2011; 67(7): 831-836.
- Marimuthu S, AbdulRahuman A, Rajakumar G, Santhoshkumar T, Vishnu Kirthi A, Jayaseelan C, et al. Evaluation of green synthesized silver nanoparticles against parasites. Parasitol Res 2010; 108(6): 1541-1549.
- Rajakumar G, Abdul Rahuman A. Larvicidal activity of synthesized silver nanoparticles using Eclipta prostrata leaf extract against filariasis and malaria vectors. Acta Tropica 2011; 118(3): 196-203.
- Salunkhe RB, Patil SV, Patil CD, Salunke BK. Larvicidal potential of silver nanoparticles synthesized using fungus Cochliobolus lunatus against Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) and AnophelesstephensiListon (Diptera; Culicidae). Parasitol Res 2011; 109(3): 823-831.
- SanthoshkumarT,Rahuman AA, Rajakumar G, Marimuthu S, Bagavan A, Jayaseelan C, et al. Synthesis ofsilver nanoparticles using Nelumbo nucifera leaf extract and its larvicidal activity against malaria and filariasis vectors. Parasitol Res 2011; 108(3): 693-702.
- Soni N, Prakash S. Efficacy of fungus mediated silver and gold nanoparticles against Aedes aegypti larvae. Parasitol Res 2012; 110(1): 175-184.
- WHO/EMRO, Managing the use of public health pesticides in the face of the increasing burden of vector-borne diseases. EM/RC58/ Tech. Disc.1, 2011.
- Yan J, Huang K, Wang Y, Liu S. Study on antipollution nano-preparation of imethomorph and its performance. Chinese Science Bulletin 2005; 50(2): 108-112.
- Zhou Wenxiang: Chen Linggian. Preparation and photo Degradation Activity of Enviromental fiendly nano pesticide for chlorfenapyr. Guangdong Chemical Industry 2007; 6: 108-111.