بهینه سازی مصرف سموم، راهبردی مناسب در جهت کاهش هزینه‌های تولید، حفظ سلامت عمومی و محیط زیست

صبا سید محمدیانی

چکیده

تولید محصولات کشاورزی علاوه بر شرایط اقلیمی و مخاطرات پیش‌بینی نشده ناشی از آن، در وهله اول تابع عوامل مدیریتی خاص است که تأثیرات مهمی در جهش تولید محصولات کشاورزی دارد. این عوامل به طور کلی شامل مدیریت خاک، آب، آفات و بازاریابی است. در بین این عوامل، مدیریت آفات نقش بسیار مهمی در فرآیند تولید محصولات کشاورزی داشته و دارد. آفت‌کش‌های شیمیایی بعنوان یک مؤلفه‌ی اصلی برای کشاورزی شناخته می‌شوند و نقشی مهم در حفظ بهره‌وری کشاورزی ایفا می‌کنند. اما نگرانی از اثرات آفت‌کش‌ها بر سلامت و محیط زیست در طی سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است. خسارت آفات به محصولات کشاورزی دارای سابقه طولانی بوده و هرساله علیرغم مصرف سموم شمیایی، نه‌تنها خسارات آفات کنترل نشده است بلکه سطح آلودگی مزارع افزایش یافته است. استفاده بیش از حد از سموم شیمیایی باعث مقاوم شدن آفات و ظهور آفات جدید گردیده و علاوه بر آن سلامتی انسان و محیط زیست نیز به طور جدی به مخاطره افتاده است. در سال‌های اخیر شیوه‌های جامع و نوینی جهت بهبود کارایی مصرف بهینه سموم شیمیایی در کشاورزی در حال تکوین بوده است که هدف از تحقیق حاضر بررسی روش‌های افزایش کارایی سموم کشاورزی در راستای جهش تولید محصولات کشاورزی همراه با کاهش اثرات سؤ آن بر سلامتی انسان و محیط زیست بود که در این مقاله به‌طور خلاصه به این موارد پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: سموم شیمیایی، تولیدات کشاورزی، مصرف بهینه، جهش تولید

مقدمه

بخش کشاورزی دارای وظایفی از جمله دستیابی به خودکفایی، تأمین امنیت غذایی و نیز افزایش تولید محصولات با توجه به منابع موجود است. در ایران نیز بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از مهمترین فعالیت‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود. از مهمترین عوامل مؤثر بر نوسان محصولات کشاورزی، میزان استفاده از نهاده‌های مختلف به‌ویژه نهاده‌های جدید است که سموم کشاورزی یکی از این نهاده‌ها است که مصرف آن علاوه بر افزایش بهره‌وری واحدهای کشاورزی، موجب افزایش بیشتر نوسانات تولید و در نتیجه ریسک و عدم قطعیت می‌شود (Vakilpour & Babania, 2016). تمرکز فعلی سیاست‌های کشاورزی، روی کاهش عوارض جانبی استفاده از سموم شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست معطوف شده است (Möhring *et al*., 2020). سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[1]، سموم دفع آفات را به عنوان هر ماده یا مخلوطی از مواد تشکیل‌دهنده شیمیایی یا بیولوژیکی که برای دفع، نابود کردن، کنترل هر آفتی یا تنظیم رشد گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعریف کرده است. این عوامل (سموم دفع آفات) نقش مهمی در کاهش هدررفت محصولات کشاورزی ناشی از آلودگی هجوم آفات دارند. با این حال استفاده بیش از حد سموم دفع آفات دارای اشکالاتی است و استفاده نابجا از آن‌ها می‌تواند پیامدهایی جدی برای سلامتی انسان و محیط زیست به همراه داشته باشد. علاوه بر این، استفاده گسترده از این عوامل همچنین به دلیل توانایی نفوذ در بافت‌های سبزیجات و میوه‌ها، به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به اصلاح طولانی مدت محیطی و نابودی بالقوه شود (Leong *et al*., 2020). در حال حاضر، به‌طور تقریبی $1/53 \times 10^6$ کیلومتر مربع از مزارع کشاورزی موجود در سطح جهان زیر کشت می‌باشند و سالانه چیزی در حدود 1 تا $2/5 \times 10^6$ تن از مواد سموم شیمیایی برای افزایش تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (Jiao *et al*., 2020). به‌طوری که مصرف جهانی سموم شیمیایی به‌طور پیوسته از حدود 2/3 میلیون تن ماده در سال 1990 به 4/1 میلیون تن در سال 2016 افزایش یافته است (van den Berg *et al*., 2020). امروز توسعه‌ی اقتصادی در هر کشوری علاوه بر پیشرفت بخش

[1] Food and Agriculture Organization

صنعتی، مستلزم افزایش میزان تولید در بخش کشاورزی می‌باشد. افزایش تولید در این بخش به‌طور عمده از دو طریق میسر می‌شود، نخست افزایش سطح زیرکشت و بکارگیری بیشتر عوامل تولید در واحد سطح که این امر به علت محدودیت نهاده‌ها و منابع تولید، غیرکارآمد تلقی می‌شود و دوم بکارگیری روش‌های پیشرفته و استفاده از تکنولوژی مدرن جهت افزایش بهره‌وری و بازدهی عوامل تولید که این روش اغلب به علت هزینه‌های بالا و ضرورت وجود سرمایه‌های کلان، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرفی در دوران کنونی توجه به حفظ محیط زیست در کنار رشد و توسعه اهمیت فراوانی پیدا کرده است. لذا ضروری است با توجه به خطرات سموم باقیمانده در گیاه و لزوم کاهش مصرف سموم برای حفظ سلامت انسان و محیط، کشاورز به دنبال جایگزینی برای سموم کشاورزی به‌منظور مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی باشد (Mortazavi *et al*., 2016). آفات و حشرات موذی از عوامل اصلی کاهش عملکرد و کیفیت تولیدات بخش کشاورزی می‌باشند. به‌طوریکه سالانه بیش از 25 درصد از محصولات کشاورزی در جهان توسط حشرات و لاروهای آن‌ها از بین می‌روند. این موجودات همچنین بر تنوع زیستی و سلامت انسان نیز تأثیر سو بسیاری دارند (Zakavi & Tohidfar, 2018 ؛ Sarreshtedari & Zohal, 2010). استفاده از آفت‌کش‌ها به دلیل تخصصی شدن فعالیت‌های کشاورزی و نیاز روزافزون غذا طی 60 سال گذشته به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. سموم شیمیایی در بیش از 99 درصد از فعالیت‌های تولید بخش کشاورزی استفاده می‌شوند و کمتر از یک درصد از محصولات کشاورزی کشور، ارگانیک می‌باشد. افزایش عملکرد و مبارزه مؤثر با آفات به روش سنتی و با استفاده از آفت‌کش‌ها، نیازمند پرداخت هزینه گزافی خواهد بود که این هزینه تخلیه و تخریب منابع طبیعی را نیز در بر می‌گیرد. ناپایداری فعالیت‌های کشاورزی در درازمدت از نتایج غیرقابل اجتناب تخریب محیط طبیعی بوده و استفاده از حشره‌کش‌های غیرانتخابی نیز یکی از عوامل تشدیدکننده‌ی این امر است (Isenring, 2010 ؛Zakavi & Tohidfar, 2018). افزایش نیاز به مواد غذایی در کشورهای دنیا به دلیل افزایش جمعیت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده، به همین منظور وجود آفات در محصولات کشاورزی به‌عنوان معضلی بزرگ مطرح می‌گردد و مبارزه با آن‌ها در راستای این هدف امری اجتناب‌ناپذیر است. اگرچه روش‌های مختلفی جهت مبارزه با آفات وجود دارد ولی در حال حاضر عمده‌ترین و عملی‌ترین روش مبارزه با حشرات ناقل بیماری و آفات و بیماری‌های گیاهی در کشورهای جهان و همچنین ایران، مبارزه شیمیایی است که این روش نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد زیرا سریعاً مؤثر واقع می‌گردد ولی مشکلات عدیده و خاص خود را به به دنبال دارد. استفاده وسیع و بی‌رویه آفت‌کش‌ها در امور بهداشتی و کشاورزی و عدم توجه به مسایل زیست‌محیطی علاوه بر آلودگی محیط زیست، سبب ورود آن‌ها به طرق مختلف به آب، جو و خاک شده و از این طریق وارد زنجیره غذایی می‌شود و تأثیر قابل توجهی در اکوسیستم‌های کشاورزی، منابع آب‌های زیرزمینی، محصولات باغی و زراعی بوجود می‌آورد. علاوه بر این‌ها این مواد در اثر تماس ضمن کار، تهیه، انبارسازی و آلوده‌شدن مواد غذایی مختلف وارد بدن انسان و سایر موجودات زنده می‌شود که ممکن است خطرات و زیان‌های غیرقابل جبرانی را ایجاد نماید (Shirdeli *et al*., 2015). گرچه کاربرد آفت‌کش‌ها در کشاورزی باعث افزایش تولید محصول می‌شود. ولی امروزه به دلیل مشکلات زیست‌محیطی و تبعات ناشی از بقایای سم در غذای مصرف‌کنندگان، کاهش استفاده از این سموم مورد توجه همگان قرار گرفته است. ایجاد نژادهای مقاوم آفات به آفت‌کش‌های شیمیایی، از بین بردن حشرات مفید و دشمنان طبیعی آفات، بوجود آمدن و شیوع آفت‌های جدید، تأثیر برای سایر موجودات زنده و کسانی که در تماس مستقیم با آن‌ها هستند؛ کاهش تنوع زیستی و مصرف انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم در تولید و مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی از جمله مهمترین مشکلات زیست‌محیطی ناشی از وابستگی نظام‌های کشاورزی رایج به آفت‌کش‌های شیمیایی می‌باشند. با این حال مزارع، باغات، سبزیجات و میوه‌جات به‌طور مداوم در معرض خطر آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز مختلف قرار دارند، که مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی مختلف را در نظام‌های کشاورزی رایج امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (Rezvani Moghaddam *et al*., 2009). بنابراین نیاز به ایجاد تعادل در استفاده از سموم شیمیایی در کشاورزی به سود تأمین مواد غذایی و در بهداشت عمومی برای کنترل بیماری است (van den Berg *et al*., 2020). از این‌رو نیاز است که تا حد امکان از اثرات سوء این سموم جلوگیری کرد، در همین راستا هدف از تحقیق حاضر بررسی روش‌های افزایش کارایی سموم کشاورزی در راستای جهش تولید محصولات کشاورزی همزمان با کاهش اثرات سو آن‌ها برای سلامتی انسان و محیط زیست بود.

اثرات زیان‌بار سموم کشاورزی

استفاده از سموم مختلف در مبارزه با آفات بهداشتی و ناقلین بیماری‌ها دارای تاریخچه بسیار طولانی است به‌طوری که چینی‌ها و رومیان باستات از ترکیبات شیمیایی در مبارزه با آفات مختلف استفاده می‌کرده‌اند. استفاده از سموم کشاورزی در طبیعت به‌منظور از بین بردن آفات می‌تواند در نهایت برای انسان زیان‌آور بوده و موجب تخریب زیستی و اکولوژیکی گردد. از نگاه اکولوژیک تمامی موجودات کارکردهای

خاص خود را دارند و نمی‌توان هیچ یک را زیان آور دانست. اما انسان با تأخیر خود بر زیست‌کرده، از جملـه فرآینـدهای کشـاورزی، دامـی، صنعتی و سایر فعالیت‌ها، نظم اکوسیستم طبیعی را برهم می‌رند. سموم کشاورزی تنها آفات را از بین نمی‌بردند بلکـه روی موجـودات زنـده دیگر مهره‌دار و بی‌مهره از جمله خود انسان بخصوص از لحاظ پایداری در طبیعت دارای تأثیرات نامطلوب هستند. به‌طور خلاصه زیان‌هـای ناشی از سموم کشاورزی شامل موارد ذیل می‌باشد:

-پیامدهای منفی روی محیط غیرزنده

هر ساله مقادیر زیادی سموم کشاورزی به طرق مختلف به محیط زیست راه پیدا می‌کنند. این سموم کشاورزی در محیط پخش شـده و بـه نقاط دور دست منتقل می‌شوند. برای پیش‌بینی تأثیرات این مواد در اکوسیستم علاوه بر اطلاع از سمیت آن‌ها، باید چگونگی ورود و پخـش و رفتار این ترکیبات در طبیعت نیز شناخته شود. این برررسی تحت عنوان سم‌شناسی محیطی انجام می‌گیرد. قابلیت انتشار و پخش سـموم به علت حلالیت در آب از محلی به محل دیگر، یکی از عوامل نگران‌کننده در زمینه آلـودگی محـیط زیسـت اسـت (Dehghani *et al*., 2012 ؛ Shaw & Chadwick, 1998).

-پیامدهای منفی روی محیط غیرزنده

در سم‌شناسی محیطی رابطه بین دز سموم مصرفی و عکس‌العمل موجود زنده اهمیت مهمی دارد و میـزان تـأثیرات زیـان‌بخش در محـیط توسط شاخصه‌ها یا نشانه‌های زیستی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سموم در طبیعت جابجا می‌شوند و علاوه بر انتشار در داخل یک محـیط، از محیطی به محیط دیگر می‌روند. سموم از یک محیط غیرزنده به محیط زنده یا برعکس آن به‌طور مداوم جابجا می‌گردنـد و در هـر محـیط تأثیرات منفی خود را برجا می‌گذارند. طبیعی است که در این جابجایی دائم موجودات زنده و خود انسان متـأثر می‌گردنـد (Dehghani *et al*., 2012؛ Ebtekar, 1998). جهت غلبه بر پیامدهای منفی مذکور ناشی از استفاده از سموم شیمیایی باید به سـمت کشـاورزی پایـدار حرکت کنیم.

کشاورزی پایدار به‌عنوان کلیدی اساسی در راستای کاهش اثرات سموم شیمیایی با حفظ میزان تولید محصـولات کشاورزی و همگام با محیط زیست

توسعه پایدار بعنوان آلترناتیوی در مقابل اثرهای مخرب توسعه و فرایندهای آن بکار گرفته می‌شود. سناریوهای توسعه کشاورزی در نیم‌قرن گذشته براستفاده از نهاده‌هایی از قبیل کود شیمیایی، سموم دفع آفات و علف‌کش‌های شیمیایی به عنوان نهاده‌های بیرونی تأکید داشـته‌اند. عنصر اساسی در کشاورزی پایدار استفاده بهینه از منابع درونی هر اکوسیستم می‌باشد. پایداری در کشاورزی به عوامل بیولوژیکی، اقتصـادی و اجتماعی وابسته بوده که بررسی و مطالعه هر یک از آن‌ها و روابط متقابل بین آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. عوامل دیگری هم به اهمیت توجه به مقوله کشاورزی پایدار می‌افزاید. عوامل اساسی همچون رشـد جمعیـت، تولیـد مـواد غـذایی و تقاضـای انـرژی بـه عنـوان چالش‌های جهانی مطرح می‌باشند. رشد جمعیت از عوامل کلیدی تخریب محیط زیست می‌باشد. با افزایش جمعیت جهان، میزان تقاضا مواد غذایی افزایش پیدا می‌کند که برای رفع آن تکنولوژی جدیدی لازم است و با حرکت به سوی کشاورزی مدرن روز بـه روز تقاضـای انـرژی افزایش پیدا می‌کند. کشورهای پیشرفته سیستم‌های کشاورزی پایدار را به عنوان یک ضرورت و الزام مورد توجه قرار داده‌اند. در حالیکـه در کشورهای جهان سوم نظام‌های کشاورزی بکار گرفته شده به شدت بر بکارگیری نهاده‌های بیرونی که اکثراً دارای منشأ شـیمیایی هسـتند، تأکید دارند. به همین لحاظ بانک جهانی و سازمان خوار و بار جهانی بر رهیافت‌های جایگزینی به جای فعالیت‌های کشاورزی متداول تأکیـد می‌کنند. مفهوم پایداری در دنیای امروز برای توصیف و ترسیم دنیایی کـه در آن سیسـتم‌های انسـانی و طبیعـی بتواننـد بـا هـم بـه طـور مسالمت‌آمیزی زندگی کرده و تا آینده‌ای دور ادامه حیات دهند، بکار گرفته می‌شود. با این مفاهیم سعی می‌شود تا از بروز مسـایلی همچـون تخریب بی‌رویه منابع طبیعی، تخریب اکوسیستم‌ها، آلودگی جهانی و تغییر اقلیم، افزایش بی‌رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمـدن کیفیـت زندگی انسان‌ها حال و آینده جلوگیری گردد. بنابراین توسعه پایدار تحولی اسـت بـرای تـأمین نیازهـای امـروز بشـر، بـدون از بـین بـردن قابلیت‌های نسل آینده در تأمین نیازهایشان. ایـن تحـول نیازمنـد پیونـد ناگسسـتنی میـان اکولـوژی، اقتصـاد و امنیـت اجتمـاعی اسـت و پیشرفت‌های اقتصادی و شرایط زندگی اجتماعی باید در تطابق با جریان درازمدت حفظ پایه‌های طبیعی زندگی باشند (Rasooli Azar & Golsanmulu, 2009). به‌منظور افزایش کارایی بهینه سموم شیمیایی و حفظ تولید محصولات کشاوری و همچنین جلـوگیری از اثـرات سؤ آن و به‌طور کلی در راستای کشاورزی پایدار می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- **مدیریت تلفیقی آفات**

عوامل متعددی از قبیل آفات بر تولید محصولات کشاورزی اثر می‌گذارند. در ایران، مبارزه شیمیایی عمده‌ترین روش مبارزه با آفات می‌باشد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم آفت‌کش‌ها در مواد غذایی، ایجاد سرطان در انسان، آلودگی محیط زیست، از هم گسیختگی اکوسیستم‌ها و از میان رفتن شکارچیان طبیعی آفات بروز می‌کند. با توجه به برخی مشکلات برگرفته شده در ارتباط با مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی، قطع یا کاهش سطح مبارزه شیمیایی باید به مهمترین برنامه بخش کشاورزی تبدیل شود و سیاستی بکار گرفته شود که ضمن کنترل صحیح آفات، پیامدهای منفی بر روی محیط زیست را به حداقل برساند. در حال حاضر، راهبردی برای کنترل آفات تدوین می‌شود که به نام مدیریت تلفیقی و چندگانه آفات شناخته شده است و در کشورهای مختلف جهان از این طریق در نظر دارند عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهند. استفاده وسیع و بی‌رویه آفت‌کش‌ها در امور کشاورزی بدون توجه به مسائل زیست‌محیطی سبب آلودگی محیط زیست به خصوص منابع آبی می‌شود. پساب‌های کشاورزی یکی از مضرترین منابع آلوده‌کننده محیط زیست هستند، براین اساس، توسعه کشاورزی با ایجاد آلودگی‌های طبیعی در اجزاء اصلی محیط زیست همراه بوده است. استفاده از کودهای شیمیایی و سموم برای کنترل آفات و بیماری‌ها در بخش کشاورزی نسبت به گذشته رشد بی‌سابقه‌ای داشته است. همین مسأله موجب شده است که تولیدات و فراورده‌های کشاورزی هم با آلودگی مواجه شوند. در بعُد دیگر این مسأله پیامدهای زیست‌محیطی هم وجود دارد که بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد. چون در صورت عدم توجه در درازمدت اثرات نامطلوبی را برچرخه حیات در این مناطق وارد خواهد کرد. برای این منظور برای به حداقل رساندن تأثیرات سؤ آفت‌کش‌ها به اکوسیستم کاربرد شیوه‌های مدیریت تلفیقی آفات اقدام مناسبی است. مدیریت تلفیقی آفات یک رهیافت پایدار جهت مبارزه با آفات از طریق روش‌های بیولوژیک، زراعی، فیزیکی و شیمیایی است که کمترین خطر را برای محیط زیست، سلامت انسان و اقتصاد بشر دارد. به‌طور کلی، مدیریت تلفیقی آفات راهبرد کنترل آفات می‌باشد که به دنبال بیشینه‌سازی عوامل کنترل بیولوژیک و زراعی بوده و از کنترل شیمیایی تنها به‌هنگام ضرورت و با شرط حداقل خسارت محیطی استفاده می‌نماید. هدف هر برنامه مدیریت تلفیقی آفات کنترل جمعیت آفات در سطحی است که کمترین خطر را برای محصولات کشاورزی ایجاد کنند (Rasooli Azar & Golsanmulu, 2009).

- **استفاده از تکنولوژی‌های نوین (با تأکید بر فناوری نانو)**

در راستای تحولات اخیر زندگی بشر، علم نانوتکنولوژی توسعه یافته و تقریباً در همه رشته‌های علمی، نشانه‌هایی از آن یافت می‌شود. نانوتکنولوژی به معنای دست‌کاری دقیق و کنترل شده ساختار اتمی یا مولکولی مواد در مقیاس نانو به‌منظور تهیه ریزذراتی با کاربردهای خاص است که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها کمتر از 100 نانومتر می‌باشد. فناوری نانو، طراحی، تولید و کاربرد ساختار، ابزار و سیستم‌ها در مقیاس نانو محسوب می‌شود. نانوذرات نقره و مس به‌طور عمده به دلیل خواص فیزیکوشیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند در عرصه‌های مختلف پزشکی، صنایع مختلف مثل کشاورزی و دامپروری و بسته‌بندی و لوازم خانگی کاربرد دارد. یکی از دلایل کاربرد گسترده این ذرات، به‌دلیل خاصیت ضدباکتریایی این ذرات است و در واقع این نانوذرات برای عوامل بیماری‌زا یک سم تلقی می‌شوند، همچنین این ذرات بر سوخت و ساز، تنفس و تولید مثل ریزجانداران اثر می‌گذارد (Mostafavi Neyshabouri & Nasrollahnejad, 2014؛ Usha *et al*., 2010؛ Zhang & Sun, 2007). فن‌آوری نانو با افزایش کارایی و کاهش عوارض سموم کشاورزی، آن‌ها را به محصولاتی کاملا مفید تبدیل کرده است. از کاربردهای این فن‌آوری می‌توان به تولید سموم و کودهای شیمیایی نانو و نانوکپسول‌ها که قابلیت رهایش کنترل‌شده یا تأخیری، جذب و تأثیرگذاری بیشتر و سازگاری با محیط‌زیست را دارا هستند، اشاره کرد. مهمترین مواد نانو که در مدیریت بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند عبارتند از (Sadravi & Kheradmand Motlagh, 2013):

- نقره و سیلیکا، نقره نانو
- کپسول‌های نانو

استفاده از تکنولوژی نانو در کنترل بیمارگرها از طریق کاربرد آن‌ها در فرمولاسیون‌های جدید و سیستم‌های تحویل هوشمند سموم شیمیایی است. افزایش بی‌رویه مصرف سموم به‌منظور افزایش میزان محصولات باغی و زراعی، در کنار صنعتی شدن کشورها، دنیا را با خطر آلودگی هرچه بیشتر محیط زیست روبرو کرده است. بدون کنترل آفات 56 تا 73 درصد محصولات کشاورزی از بین می‌روند و با استفاده از روش‌های مختلف کنترل آفات و از جمله سموم شیمیایی 40 تا 60 درصد این خسارت را می‌توان کاهش داد. بنابراین در حال حاضر مصرف سموم شیمیایی در کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است. سموم شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی از طریق مختلف وارد آبهای سطحی و زیرزمینی و حتی منابع آب‌های آشامیدنی شده و سلامت بشر و محیط زیست را تهدید می‌نمایند. مصرف سموم شیمیایی در کشاورزی نه‌تنها

در محل کاربرد موجب عوارض سؤ می‌گردد بلکه در فواصل بسیار دورتر از محل کاربرد و در غلظت‌های بیشتر از حد موردانتظار و حتی سال‌ها پس از قطع کاربرد آن‌ها قابل ردیابی هستند. از جمله فناوری‌های جدید که در فرمولاسیون‌های جدید بکار می‌روند میکروکپسول‌های حاوی نانوذرات و روش‌های رهاسازی کنترل‌شده می‌باشند که تحول بزرگی در مصرف سموم شیمیایی ایجاد نموده است. میکروکپسول‌های حاوی مواد مؤثره سمی به صورت نانومولوسیون هستند. چنین میکروکپسول‌هایی با استفاده از مکانیزم‌های خاصی این مواد مؤثره را در زمان و مکان معین آزاد می‌کنند. به‌طور کلی برای ساختن این فرآورده‌ها ابتدا ماده مؤثره به صورت یک ترکیب مایع فرموله و سپس این ترکیب از طریق پلی‌مریزاسیون مونومرهایی که حاوی قطراتی از ترکیب باشند به صورت کپسول در می‌آیند. به‌عبارت دیگر این فرمولاسیون‌ها به صورت کپسول‌های بسیار کوچکی هستند که درون آن‌ها با توپ‌های پلیمری کوچک حاوی مواد مؤثره پر شده است. از جمله این فرآورده‌های تولید شده، میکروکپسول‌هایی است که طیف وسیعی از حشرات آفت (افات اولیه و ثانویه) را در محصولات مختلف از قبیل پنبه، برنج، بادام زمینی و سویا کنترل می‌نمایند (Karimipurfard & Nematollahi, 2006).

➢ تولید و مصرف سموم بیولوژیکی

استفاده از تکنولوژی‌های نوین جهت تولید آفت‌کش‌های زیستی، باعث می‌شود که نیاز به آفت‌کش‌های مصنوعی و شیمیایی کاهش یابد. هزینه‌ی سالانه کنترل شیمیایی آفات کشاورزی و حشرات، که عامل بیماری‌ها را به انسان و دام منتقل می‌کنند، سالانه بیش از 350 میلیون دلار برآورد شده است. علاوه بر هزینه‌ی زیاد، مصرف آفت‌کش‌های رایج، به علت عدم اختصاصیت این ترکیبات، بقاء در محیط زیست و تجمع آن‌ها که باعث بیماری‌های حیوانات به ویژه پرندگان می‌شود، مشکل‌آفرین است (Ghalchiha *et al*., 2013؛ Fong *et al*., 2000). بدون شک، اگر از مسئله اپیدمی‌های ناشی از حشرات و بیماری‌های خطرناکی که این گروه از موجودات جان آدمی را در معرض آن‌ها قرار می‌دهند، بحثی به میان نیاوریم، می‌بایست آزار و اذیتی را که ناشی از گزش این حشرات است و به دنبال آن انتقال برخی از بیماری‌ها را مورد توجه قرار دهیم. از این‌رو کنترل آفات و بالاخص حشرات با استفاده از عوامل بیماریزای میکروبی از قبیل باکتری‌ها، قارچ‌ها، پروتوزواها و ویروس‌ها، محاسن متعددی در مقایسه با سموم شیمیایی دارد. این عوامل اختصاصی عمل کرده و به دلیل استفاده از سوبسترای ارزان قیمت، هزینه تولید آن‌ها نسبتاً کم است. بسیاری از آن‌ها، دامنه فعالیت کمی دارند و بقایایی از خود در محیط باقی نمی‌گذارند. ایجاد مقاومت نیز در آن‌ها بسیار غیرمحتمل است. البته بسیاری از این میکروارگانیسم‌ها به سادگی در مقیاس وسیع قابل کشت نیستند (Waites *et al*., 2009 ؛ Ghalchiha *et al*., 2013).

➢ بهینه‌سازی روش‌های تولید مواد مؤثره سموم شیمیایی (با تأکید بر متیل ایزوسیانات‌ها)

روش‌های تولید ماده مؤثره ایزوسیانات‌ها به دلیل سیمت بالای آن‌ها محدود و بسیار خطرناک می‌باشند. لذا با توجه به مصارف بالا این مواد در تولید سموم دفع آفات نباتی باید روش تولید بهینه با توجه به پایین‌تر سطح خطر مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اصل کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های مبارزه بیولوژیک جهت دفاع آفت‌های کشاورزی لزوم استفاده کمتر از سموم احساس می‌گردد اما هنوز بدون استفاده از سموم نمی‌توان مبارزه کامل را انجام داد. البته راه‌های مبارزه بیولوژیک و استفاده از تکنولوژی نانو، مسیر را برای آینده‌ای بدون سهم هموارتر می‌سازد که در حال حاضر استفاده از بعضی از تکنولوژی‌ها پرهزینه می‌باشد (Farmani & Molaei, 2012). در همین راستا Farmani و Molaei (1391) گزارش کردند که برای تولید ایزوسیانات‌ها اکسید فلز بکار رفته می‌تواند کلسیم اکسید، منزیم اکسید، استرانسیم اکسید، باریم اکسید و یا مخلوطی از این اکسیدها باشد اما ضرورتاً بایستی حاوی کلسیم اکسید باشد. نمک خنثی بکاررفته می‌تواند از نمک‌های خنثی فلزات قلیایی یا قلیایی خاکی به خصوص کربنات‌ها و هالید آن‌ها خاصه نمک کلرید قلیایی و نهایتاً حلال انتخاب شده باید خنثی باشد و نقطه جوش بین 140-220 درجه سانتیگراد داشته باشد که محدوده بسیار وسیعی از حلال را نیز می‌توانند در برگیرد که برای انجام واکنش مناسب‌تر نقطه جوش بین 165-185 درجه سانتیگراد است.

➢ افزایش آگاهی کشاورزان

کاربرد بی‌رویه سموم شیمیایی سبب شده که علاوه بر از بین رفتن حشرات و موجودات زنده مفید مزرعه، باعث افزایش انواع سرطان‌ها شده که حاصل مصرف سموم شیمیایی در کشاورزی است. از طرفی آفت‌کش‌های شیمیایی به علت صرفه اقتصادی، سهولت دسترسی، کارایی و انعطاف‌پذیری همچنان به‌طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و چشم‌اندازی برای کاهش مصرف آن‌ها نیز وجود ندارد (Niyaki *et al*., 2010 ؛ Abdollahzadeh *et al*., 2017). بعلاوه عملکرد آن‌ها در کنترل آفات نیز به سرعت قابل مشاهده است و کارکرد قابل قبولی دارند. به این دلایل کشاورزان اغلب تمایل زیادی به استفاده از سموم شیمیایی دارند، درحالی که نسبت به اثرات و

پیامدهای سو آن بر سلامت انسانی و محیط زیست مزرعه اطلاعات اندکی دارند. شناخت سطح آگاهی کشاورزان و عوامل مؤثر بر آن، برای اجتناب از عوارض سو آن بر سلامت و کاهش مسمومیت، کاربرد روش‌های جایگزین و اصلاح الگوی مصرف ضروری است (Zhang & Lu, 2007 ؛ Abdollahzadeh *et al*., 2017). از این‌رو بالا بردن سطح آگاهی کشاورزان اغلب به‌عنوان پیش‌زمینه ترویج پذیرش روش‌های مدیریت تلفیقی آفات در سطح مزرعه درنظر گرفته می‌شود. در واقع ادراک و آگاهی کشاورزان از اثرات مفید و مضر سموم نقش مهمی در شیوه مصرف ایمن آن‌ها و همچنین حمایت از راهبردهای مبارزه بیولوژیک آفات ایفا می‌کند (Hashemi & Damalas, 2010 ؛ Abdollahzadeh *et al*., 2017). انتظار بر این است که کشاورزانی با دانش و آگاهی مطلوب در خصوص پیامدهای مصرف سموم رفتار متفاوتی را در میزان مصرف آن‌ها، انتخاب سموم کم‌خطر و همچنین استفاده بیشتر از وسایل حفاظت شخصی در پیش بگیرند. بنابراین شناخت و افزایش سطح آگاهی کشاورزان در خصوص پیامدهای مصرف سموم شیمیایی برای ترویج روش‌های سازگار با محیط زیست در مزرعه و گسترش استفاده از وسایل حفاظت شخصی ضرورت دارد (Abdollahzadeh *et al*., 2017 ؛ Isin & Yildirim, 2007).

- **کاهش یارانه سموم شیمیایی**

اجرای سیاست‌های اقتصادی نامناسب بالاخص در کشورهای در حال توسعه، سبب بوجود آمدن نابسامانی‌های اقتصادی و عدم تعادل‌های کلان در بخش‌های داخلی و خارجی اقتصاد، نظیر کسری تراز پرداخت‌های خارجی، کسری بودجه، بروز تورم و بیکاری روزافزون و در نهایت رشد اقتصادی نامناسب و گاهی نیز رشد منفی می‌شود. از این‌رو از اواخر دهه 1970 بسیاری از کشورهای در حال توسعه اقدام به اجرای مجموعه سیاست‌های اقتصادی جهت رفع مشکلات مذکور در قالب "برنامه‌های تعدیل اقتصادی" نموده‌اند. این برنامه‌ها از طریق اجرای سیاست‌های تعدیل ساختار، سعی در رفع عدم تعادل‌های ساختاری و رسیدن به یک رشد اقتصادی پایدار دارند. در این راستا کشورهای در حال توسعه تصمیم به حذف قیود مقداری کنترل‌های قیمتی، حرکت به سوی آزادسازی و خصوصی‌سازی و همچنین حذف سوبسیدهای تولید و مصرف گرفته‌اند. در ایران نیز همزمان با این عدیلات در سراسر دنیا از اواخر سال 1368 با آغاز اجرای اولین برنامه پنج‌ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، اقدام به انجام تعدیلات اقتصادی شده است. با توجه به هدف اصلی این برنامه‌ها که تسریع رشد اقتصادی کشور می‌باشد، اجرای سیاست‌های حذف یارانه‌ها، آزادسازی تجاری و خصوصی‌سازی مورد توجه خاصی قرار گرفته است. از سوی دیگر گسترش استفاده از سموم شیمیایی نه‌تنها باعث افزایش هزینه‌های تولید شده، بلکه سبب بروز ناهنجاری‌هایی از جمله ایجاد مسمومیت، مقاومت آفات به سموم، از بین رفتن حشرات مفید و بهم‌خوردن تعادل طبیعی نیز گردیده است. در حقیقت امروزه آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی بخش مهمی از آلودگی‌های زیست‌محیطی را شامل می‌شود. بروز مشکلات مذکور در اغلب کشورها موجب پیدایش تفکر کشاورزی پایدار در سطح جهان شده است، از این‌رو با توجه به مسائل مالی، اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از پرداخت یارانه نهاده‌های شیمیایی؛ بسیاری از کشورها در حال بازنگری سیاست‌های یارانه‌ای خود هستند. همواره بین سیاست‌گذارن بخش کشاورزی دیدگاه‌های موافق و مخالفی در مورد پرداخت یارانه به نهاده‌های تولید وجود دارد. منتقدین پرداخت یارانه اعتقاد دارند که مهمترین عامل اثرگذار در تصمیم کشاورزان به تولید یک محصول، قیمت آن محصول است. بنابراین می‌توان یارانه نهاده‌های کشاورزی را حذف کرد و در عوض با درنظر گرفتن قیمت تضمینی بالا، افزایش و یا حفظ سطح تولید را تضمین نمود. ضمن اینکه این عمل باعث جلوگیری از تخریب محیط زیست در اثر مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی نیز خواهد شد. همچنین برخی کارشناسان بر این عقیده‌اند که پرداخت یارانه با مشکلاتی از جمله کاهش انگیزه صرفه‌جویی در کشاورزی و استفاده بهینه از نهاده‌ها همراه است، زیرا کشاورز تا جایی از یک نهاده استفاده اظهار می‌دارند که عرضه نهاده‌های کشاورزی با قیمت ارزان هرچند در نگاه اول باعث افزایش بار مالی بر بودجه دولت می‌گردد، اما از طریق همین کاهش قیمت، عملکرد محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد و در نتیجه افزایش تولید، بهبود امنیت غذایی و خودکفایی ایجاد می‌گردد. بعلاوه تخصیص یارانه به نهاده‌های کشاورزی باعث رونق صنایع وابسته به کشاورزی شده و با افزایش تولیدات داخلی باعث کاهش واردات می‌گردد. بنابراین برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی بسیار مهم است که بدانند اثر یک واحد کاهش یارانه کود شیمیایی بر تولیدات زراعی و باغی چگونه است؟ و این اثر تا چه مدت ادامه خواهد داشت؟ (Majavarian et al., 2015 ؛ Javanbakht & Salami, 2008 ؛ Piraei & Akbari Moghadam, 2004). در همین راستا Majavarian (2015) گزارش کردند که کاهش یارانه سموم شیمیایی در کوتاه مدت منجر به کاهش میزان تولید خواهد شد ولی در بلند مدت کاهش یارانه سم افزایش تولید را به‌دنبال دارد (Majavarian et al., 2015).

- **توسعه مواد واکنش‌گر جهت سم‌زادیی از سموم شیمیایی (با تأکید بر نانوالیاف پلی‌اکریل آمیدوکسیم جهت سم‌زدایی از سموم ارگانوفسفره)**

رفع آلودگی سموم شیمیایی بالاخص ارگانوفسفات‌ها از طریق تجزیه آنزیمی، تجزیه شیمیایی یا هیدرولیز کاتالیستی و نوکلئوفیلی صورت می‌گیرد. در هیدرولیز کاتالیستی حمله نوکلئوفیلی الکلی و شکستن باند P-X جهت سم‌زادیی ارگانوفسفره‌ها رخ می‌دهد. در این زمینه آلفا نوکلئوفیل‌ها نظیر پروکسیدها، هیپوکلریت‌ها، یدوزوبنزوات، ایمیدازول‌ها و اوکسیم‌ها به‌طور گسترده جهت تجزیه عامل‌های سمی ارگانوفسفری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای این منظور موادها به گونه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. اخیرا روش الکتروریسی به‌عنوان یک روش ساده و کارآمد مورد توجه قرار گرفته است که به‌طور گسترده برای تولید نانوالیاف استفاده می‌شود. نانوالیاف الکتروریسی شده به دلیل ویژگی‌های خاص خود همانند تخلخل بالا و نسبت سطح به حجم بالا بسیار مورد توجه محققین واقع شده است. نانوالیاف به‌طور وسیعی در حوزه‌های مهندسی بافت، دارورسانی، تثبیت آنزیم و حسگرها، پارچه‌های محافظ، فیلتراسیون و غشاهای جذبی بکارگرفته می‌شوند (Pham *et al*., 2006؛ Liu *et al*., 2004؛ Simanenko *et al*., 2001؛ Bromberg & Hatton, 2005؛ Yang, 1999؛ Fakhr Ali et al., 2013). در تحقیقی که توسط Fakhr Ali و همکاران (2013) انجام گرفت، نتایج حاکی از کارایی خوب نانوالیاف پلی اکریل آمیدوکسیم جهت سم‌زادیی (سموم ارگانوفسفره) بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به مصرف رو به رشد مواد غذایی و نیاز به تولید محصولات بیشتر، استفاده گسترده از سموم شیمیایی امری غیرقابل اجتناب است. این امر منجر به پیشرفت‌های قابل توجهی در تولید محصولات کشاورزی شده است اما مشکلات بسیاری در زمینه حفاظت محیط زیست و سلامت با خود به همراه داشته است. مطالعه و ارزیابی ریسک زیست‌محیطی سلامت در مورد سموم شیمیایی ممکن است بتواند درک بهتری از مشکلات مربوط به استفاده جهانی این سموم ایجاد نماید و بعلاوه ما را برای یافتن راه‌حلی مناسب یاری نماید. استفاده از فناوری‌های سازگار با محیط زیست مانند فناوری نانو، بهینه‌سازی روش‌های تولید سموم شیمیایی با تأکید بر کاهش سمیت آن‌ها، تولید سموم بیولوژیکی، افزایش آگاهی بخشی به کشاورزان و مدیریت تلفیقی آفات می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای جایگزینی بخشی از آفت‌کش‌های شیمیایی در راستای جهش تولید محصولات کشاورزی همگام با کاهش اثرات زیان‌بار آن برای انسان و محیط زیست باشد. در واقع از این طریق می‌توان مصرف سموم در کشاورزی را بهینه کرد و به خودکفایی در مصرف سموم شیمیایی نزدیکتر شد. از این‌رو ضرورت دارد تا اهتمام بیشتری در ترویج روش‌های بهینه‌سازی مصرف سموم و همچنین بازاریابی محصولات ارگانیک صورت گیرد چرا که بهبود شرایط سلامت افراد و محیط زیست، ایجاد و حفظ امنیت غذایی، خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی و ماندگاری بیشتر محصولات تولیدی از نتایج سوق دادن کشاورزان و جامعه به مصرف بهینه سموم کشاورزی و تولید محصول ارگانیک است.

فهرست منابع

Abdollahzadeh, G., Sharif Sharifzadeh, M., & Qadami Amraei, Z. (2017). Assessing awareness of rice farmers of Sari County about impacts of usage of pesticides and its health risk in cropping year 2015. Iranian Journal of Health and Environment, 9(4), 545-558. (In Farsi).

Bromberg, L., & Hatton, T. A. (2005). Nerve agent destruction by recyclable catalytic magnetic nanoparticles. Industrial & engineering chemistry research, 44(21), 7991-7998.

Dehghani, R., Limoee, M., & Zarghi, I. (2012). The review of pesticide hazards with emphasis on insecticide resistance in arthropods of health risk importance. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 17(1), 82-98. (In Farsi).

Ebtekar, M. (1998). Bioenvironmental destructive effects of chemical poison use development. In *The Environmental and occupational toxicology Symposium, Kerman University of Medical Sceinces, papers book* (pp. 9-17).

Fakhr Ali, A., Ebadi, S.V. & Madah, B. (2014). Production of polyacrylamide nanofibers to eliminate contamination of organophosphate toxins. 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, pp. 1-9. (In Farsi).

Farmani, H., & Molaei, H. (2012). Study of semi-industrial production methods of methyl isocyanate as a raw material for pesticides in sustainable agriculture. Third National Conference on Agricultural Sciences and Food Industry, pp. 1-4. (In Farsi).

Fong, K. P. Y., & Tan, H. M. (2000). Isolation of a microbial consortium from activated sludge for the biological treatment of food waste. World journal of Microbiology and Biotechnology, 16(5), 441-443.

Ghalchiha, A., Dalimiasl, A., & Askari, H. (2013). Laboratory Study of Microbial Insecticide Produced by the Bacteria Bacillus thuringiensis of Starch Factory Sewage for Biological Control of Larvae Culex pipiens. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 3(1), 63-68. (In Farsi).

Hashemi, S. M., & Damalas, C. A. (2010). Farmers' perceptions of pesticide efficacy: reflections on the importance of pest management practices adoption. Journal of Sustainable Agriculture, 35(1), 69-85.

Isenring, R. (2010). Pesticides and the loss of biodiversity. Pesticide Action Network Europe, London, 26.

Isin, S., & Yildirim, I. (2007). Fruit-growers' perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: The case of Kemalpasa, Turkey. Crop protection, 26(7), 917-922.

Javanbakht, A & Salami, H. (2008). The effect of eliminating subsidies in agriculture and related industries on households and economic variables: An analysis in the framework of the general equilibrium model. Iranian Agricultural Economics and Development Research, 4 (40), 1-15. (In Farsi).

Jiao, C., Chen, L., Sun, C., Jiang, Y., Zhai, L., Liu, H., & Shen, Z. (2020). Evaluating national ecological risk of agricultural pesticides from 2004 to 2017 in China. Environmental Pollution, 259, 113778.

Karimipurfard, H., & Nematollahi, M.R. (2006). Applications of nanotechnology for optimal use of pesticides and agricultural chemical fertilizers. The first conference on nanotechnology in the environment, 9 pages. (In Farsi).

Leong, W. H., Teh, S. Y., Hossain, M. M., Nadarajaw, T., Zabidi-Hussin, Z., Chin, S. Y., ... & Lim, S. H. E. (2020). Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). Journal of environmental management, 260, 109987.

Liu, H., Kameoka, J., Czaplewski, D. A., & Craighead, H. G. (2004). Polymeric nanowire chemical sensor. Nano letters, 4(4), 671-675.

Majavarian, S. M. Keshavarz, A. & Jalili Kohnehshahri, S. (2015). Evaluation of the effect of reducing subsidies on fertilizers and chemical pesticides on agricultural and horticultural production in Iran's agricultural sector. Applied Research in Agriculture, pp. 1-9. (In Farsi).

Möhring, N., Dalhaus, T., Enjolras, G., & Finger, R. (2020). Crop insurance and pesticide use in European agriculture. Agricultural Systems, 184, 102902.

Mortazavi, A.Q. Najafi Alamdarloo, H. & Nasiriyah, A. (2016). Investigation of economic factors affecting the acceptance of biological methods in pest control of rice crop (Case study: Rural paddy farmers of Noor city). 10th Biennial Conference on Agricultural Economics in Iran. Pp. 488-497. (In Farsi).

Mostafavi Neyshabouri, F., & Nasrollahnejad, S. (2014). Comparison of two nano fungicides with common fungicides to control shot hole disease of fruit trees. Journal of Plant Production Research, 2(21), 153-163. (In Farsi).

Nazari Tabak, S. Heydari, A. Coach Heravi, H. & Hassani Moghaddam, M. (2019). Develop strategies to replace high-risk chemical pesticides with pheromones with the approach of integrated pest management in rice fields. Environmental management and sustainable development. 3(10), 1-6. (In Farsi).

Niyaki, A., Radjabi, R., & Allahyari, M. S. (2010). Social factors critical for adoption of biological control agents Trichogramma spp. egg parasitoid of rice stem borer Chilo suppressalis in North of Iran. Agric. & Environ. Sci, 9(2), 133-139.

Pham, Q. P., Sharma, U., & Mikos, A. G. (2006). Electrospinning of polymeric nanofibers for tissue engineering applications: a review. Tissue engineering, 12(5), 1197-1211.

Piraei, K, Akbari Moghadam, B. A. (2004). The effect of reducing subsidies in the agricultural sector and changes in the labor tax rate on the production of the sector and the welfare of urban and rural households in Iran. Iranian Economic Research, 7 (22), 1-30. (In Farsi).

Rasooli Azar, S., & Golsanmulu, H. (2009). Integrated pest management effective strategy for achieving to sustainable agriculture. National Conference on Human, Environment and Sustainable Development. Pp. 1-10. (In Farsi).

Rezvani, M. P., Ghorbani, R., Kouchaki, A. R., Ali, M. L., Azizi, G., & Siahmargouei, A. (2009). Evaluation of pesticide residue in agricultural products: a case study on Diazinon residue rate in Tomato (Solanum Lycopersicum), Cucumber (Cucumis Sativus) and Melon (Cucumis melo). Environmental Science, , 3(6), 1-10. (In Farsi).

Sadravi, M., & Kheradmand Motlagh, G. H. A. E. M. (2013). Applications of nanotechnology in plant pathology. University of Yasouj Journals System Plant Pathology Science, 2(2), 1-7. (In Farsi).

Sarreshtedari, M., & Zohal, M. A. (2010). Respiratory disorders of symptoms workers with exposure to organophosphates materials. medical journal of mashhad university of medical sciences, 53(4), 206-213.

Shaw, I., & Chadwick, J. (1998). Principles of environmental toxicology. CRC Press.

Shirdeli, M., Alaei, M., & Haji Mohammadi. B. (2015). The role of agricultural genetic engineer science in reducing the residual pesticide content in rice and promoting consumer health. Conference on transgenic products in the service of healthy food production, environmental protection and sustainable development. Pp. 1-6. (In Farsi).

Simanenko, Y. S., Karpichev, E. A., Prokop'ev, T. M., Panchenko, B. V., & Bunton, C. A. (2001). Micelles of an oxime-functionalized imidazolium surfactant. Reactivities at phosphoryl and sulfonyl groups. Langmuir, 17(3), 581-582.

Usha, R., Prabu, E., Palaniswamy, M., Venil, C. K., & Rajendran, R. (2010). Synthesis of metal oxide nano particles by Streptomyces sp. for development of antimicrobial textiles. Global J Biotechnol Biochem, 5(3), 153-160.

Vakilpour, M. H & Babania, S. (2016). Environmental effects of chemical price liberalization on agricultural products. Promotion of Science, 7 (2), 75-83. (In Farsi).

van den Berg, H., Gu, B., Grenier, B., Kohlschmid, E., Al-Eryani, S., da Silva Bezerra, H. S., ... & Yadav, R. S. (2020). Pesticide lifecycle management in agriculture and public health: Where are the gaps?. Science of the Total Environment, 140598.

Waites, M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., & Higton, G. (2009). Industrial microbiology: an introduction. John Wiley & Sons.

Yang, Y. C. (1999). Chemical detoxification of nerve agent VX. Accounts of Chemical Research, 32(2), 109-115.

Zakavi, M., & Tohidfar, M. (2018). Effect of pesticides in the reduction of biodiversity of beneficial insects. Journal of Biosafety, 10(4), 73-83. (In Farsi).

Zand, E., Baghestani, M. A., Bitarafan, M., & Shimi, P. (2007). A guidline for herbicides in Iran. Mashhad: Jahad Publication, 158.

Zhang, H., & Lu, Y. (2007). End-users' knowledge, attitude, and behavior towards safe use of pesticides: a case study in the Guanting Reservoir area, China. Environmental geochemistry and health, 29(6), 513-520.

Zhang, Y. Y., & Sun, J. (2007). A study on the bio-safety for nano-silver as anti-bacterial materials. Zhongguo yi liao qi xie za zhi= Chinese journal of medical instrumentation, 31(1), 36-8.