

کاهش مصرف سموم کشاورزی و سرطان با کشت محصولات تراریخته

Reduction of applied pesticides and cancer with the cultivation of transgenic crops

سولماز خسروی^۱، مسعود توحیدفر^{۲*}

Solmaz Khosravi¹ and Masoud Tohidfar^{2*}

۱- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی انرژی و فناوریهای نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

1. Agricultural research institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2. Department of Biotechnology, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, G. C. Tehran, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: M_Tohidfar@sbu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۴ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۶)

چکیده

آفات یکی از اصلی ترین عواملی هستند که باعث کاهش محصولات کشاورزی می‌شوند. رایج‌ترین راه حل برای رفع این مشکل کاربرد سموم کشاورزی است. سموم کشاورزی علاوه بر هزینه‌های گرافی که بر قیمت تمام شده محصولات کشاورزی تحمیل می‌کنند خسارت‌های بیشماری را برای سلامت انسان (بیماری سرطان) و محیط زیست به همراه دارند. تاکنون ۵ نوع سرطان ریه مرتبط با مصرف سموم کشاورزی شناسایی شده است. از طرفی، بقایای این سموم در خاک نیز قادرند مدت‌ها به صورت فعال باقی مانده و علاوه بر تهدید جانداران خاکری از طریق جذب توسط گیاه وارد زنجیره غذایی انسان شوند. با وجود ترویج راهکارهایی مانند کشاورزی ارگانیک و یا مدیریت تلفیقی آفات، استفاده صحیح از سموم کشاورزی تحت کنترل قرار نگرفته است. یکی از فناوری‌هایی که با تکیه بر آن می‌توان ضمن رفع خسارات کاهش محصول ناشی از آفت، محصولات سالم عاری از بقایای سموم کشاورزی تولید کرد، فناوری مهندسی ژئوتکنیک است که منجر به تولید محصولات تراریخته می‌شود. از اولین کشت محصولات تراریخته بیش از ۱۸ سال می‌گذرد و این محصولات از پذیرش عمومی نسبی خوبی بین کشاورزان و مصرف کنندگان برخوردار هستند. این مقاله با مروری بر صدمات ناشی از مصرف سموم کشاورزی بر سلامت انسان و محیط زیست به ارایه راه حل جایگزین یعنی فراید کشت محصولات تراریخته می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی

سموم کشاورزی

سرطان

محصولات تراریخته

محیط زیست

مقدمه

با گسترش آگاهی در خصوص خدمات ناشی از مصرف سموم کشاورزی، راهکارهای مختلفی مانند تولید سموم کم ضررتر از طرف صنایع اگردوشی و یا مدیریت تغییقی آفات پیشنهاد شده - اند. راهکار دیگری که اخیراً به منظور تامین امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد و سلامت آن ارا ئی شده است تولید محصولات تاریخته مقاوم به آفات با هدف کاهش مصرف سموم با استفاده از فنا وری مهندسی ژنتیک است . با استفاده از این راهبرد ضمن کاهش مصرف سموم، محصولات تولید شده قادر بقایای سموم کشاورزی بوده که می‌توانند سلامت مصرف کنندگان خود را تامین کنند (Salahi Ardekani *et al.* 2012). اکنون بیش از ۱۸ سال از ظهور این دسته از محصولات گذشته است و با مروری اجمالی بر میزان رشد سطح کشت محصولات تاریخته از ۱/۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۸۵/۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ می‌توان اظهار داشت که اینگونه گیاهان از سطح پذیرش عمومی مطلوبی از سوی مصرف کنندگان برخوردار هستند. با این وجود هنوز بسیاری از کشورها نسبت به بهره برداری از این راهبرد جهت تامین محصولات سالم برای مصرف کنندگان خود بی توجه هستند . این مقاله با مروری بر خسارات و مضرات حاصل از مصرف سموم شیمیایی، به نحوه تاثیر استفاده از محصولات تاریخ ته بر تامین سلامت مصرف کنندگان و محیط زیست می‌پردازد.

نتایج

اثرهای سوء سmom کشاورزی بر سلامت انسان

از آنجا که سیستم عصبی موجود در پستانداران و حشرات وجه تشابه زیادی دارد و حشره کش ها سیستم عصبی حشره را هدف قرار می‌دهند، بنابراین بسیاری از حشره کش ها تهدیدی بزرگ برای سلامت انسان به شمار می‌روند. هفده محقق از ۱۱ کشور در آزادسین بین‌المللی پژوهش ها بر روی سرطان در سال ۲۰۱۵ گرد آمدند و احتمال سرطان زایی آفت کش های ارگانوفسفات تتراکلروینفوس، پاراتیون، ملاتیون و دیازینون را ارزیابی کردند (Lancet Oncol 2015). بر اساس یافته های این گروه تحقیقاتی،

کاهش محصولات کشاورزی در جهان توسط آفات به طور میانگین ۱۴ تا ۲۵ درصد برآورد شده است (De Villiers and Hoisington 2011) که متاسفانه استفاده از سموم کشاورزی به عنوان رایج ترین راه جلوگیری از این خسارات شناخته شده است . طبق آمار فانو، ۵۰۰۳۶۹/۷ تن علفکش و ۱۲۵۹۹۵/۸ تن انواع آفت کش ها در سال ۲۰۱۱ توسط کشورهای مختلف استفاده شده است.

باوجودی که سموم کشاورزی می‌توانند به عنوان یک راه حل سریع برای جلوگیری از این خدمات باشند اما اثرهای سوء ناشی از مصرف دراز مدت آنها بر سلامت انسان و یا محیط زیست نیز قابل تأمل است (Adeli and Ghareyazie, 2013). ایران در مقایسه با کشورهایی با تولید ناخالص ملی مشابه میزان بیشتری از انواع آفت کش ها را مصرف می کند (Anonymous 1995)، بطوری که میزان استفاده از آفت کش ها طی سالهای زراعی ۸۵-۸۶ در حدود ۲۶ هزار تن گزارش شده است (Heidari 2010).

استفاده از سموم کشاورزی با وجود کنترل موقت خسارت همواره زیان هایی را به دنبال دارد که از مهمترین آنها می‌توان به آلودگی محیط زیست و به خطر افتادن سلامت انسانها اشاره داشت . ایجاد مقاومت در آفات، نابودی حشرات مفید و موجودات غیر هدف، آلودگی منابع آبی و خاک، ایجاد مسمومیت و انواع بیماری ها از دیگر عیوب های مرتبط با مصرف سموم کشاورزی هستند . سرطان هنوز به عنوان یکی از مشکلات مهم در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. این بیماری به عنوان سومین عامل مرگ و میر بعد از بیماریهای قلبی و تصادفات در ایران به شمار می‌رود (Mehrabani *et al.* 2008). مطالعات متعددی مبنی بر وجود رابطه مشخص بین مصرف سموم کشاورزی و ایجاد سرطان انجام شده است، بطوریکه مبتلایان به سرطان در ایران در سال ۷۰ هزار نفر برآورد شده است که یک سوم آنها مربوط به سموم شیمیایی است.

هم چنین در ایران مصرف این سم خطرناک که عوارض بسیار مخربی برای محیط زیست و سلامت مردم به همراه دارد، ممنوع شده است (Adeli and Ghareyazie 2013, Morowati and Azadvar 2012).

اقشاری از جامعه مانند خلبانان سمپاش، کشاورزان و کارگران مشغول به کار در کارخانه های تولید سم بیشتر در معرض تهدید خطرات ناشی از حشره کش ها هستند (McConell and Hruska 1993). طی یک مطالعه مشخص شده است که خطر وجود یکی از علائم تنفسی در ۲۷ درصد از کارگران شاغل در بخش تولید حشره کش های گیاهی (ارگانوفسفره) در فرودین حداقل ۳/۶ برابر نسبت به افراد شاهد افزایش داشته است (Yazdi *et al.* 2010).

استفاده از سموم شیمیایی نه تنها برای افرادی که بطور مستقیم با آن در تماس هستند بلکه برای مصرف کنندگان محصولاتی که بقایای سموم در آنها از بین نرفته است مخاطره آمیز است. مصرف سرانه هر فرد ایرانی از سم های مورد استفاده در کشاورزی کشور ۴۰۰ گرم گزارش شده است و آمار مبتلایان به سرطان در مناطقی که استفاده از سموم و کودهای شیمیایی بالا بوده افزایش نشان می دهد (Salahi Ardekani *et al.* 2012). سیب زمینی، پیاز، کاهو، خیار، گوجه فرنگی، سیب د رختی و برنج هفت محصول پر مصرف کشاورزی هستند که بر اساس نتایج پایش های سازمان غذا و دارو در ۱۰ نقطه کشور، میزان باقیمانده کودهای شیمیایی و سموم در آنها بیش از حد مجاز وزارت بهداشت اعلام شده است. میزان باقیمانده کودها و سموم این هفت محصول متفاوت بوده ولی اعداد در حدود ۸ تا ۱۰ درصد باقی مانده سموم، در بین محصولات و همچنین استان های مختلف، متفاوت است (Salahi Ardekani *et al.* 2012).

بقایای سم دیازینون در صورتیکه بیش از حد مجاز در محصول مورد مصرف قرار گیرد منجر به تخریب کبد، تشنج و مرگ سریع خواهد شد. طی مطالعه ای که بر بقایای دیازینون در محصولات خیار و خربزه انجام شد مشخص شد که بقایای این سم در خربزه شیروان و تربت جام ۴ برابر حد مجاز، در خیار دزفول ۶/۱ برابر، در خیار رفسنجان ۴/۴ برابر، در خیار جیرفت ۴/۲ برابر، در خیار کرمان ۲/۱ برابر و در خیار شیروان ۱/۸ برابر حد مجاز بود.

تتراکلروینفوس و پاراتیون در گروه 2B یعنی سلطانزای محتمل برای انسان طبقه بندی شدند. تتراکلروینفوس منجر به تومور سلولهای کبدی در موش، تومور توبول کلیوی و ناهنجاری وریدی طحال در موش های نر شدند. بر اساس نتایج آزمایش های انجام شده در حیوان ها، تتراکلروینفوس بطور سیستمیک در بدن توزیع، سوخت و ساز شده و در نهایت از طریق ادرار دفع می شود. استفاده از این سم در اروپا ممنوع شده است.

برخی مطالعات در مورد رابطه پاراتیون با سرطان، گزارش هایی را فراهم کرده اند اما مطالعات انسانی بسیار کم هستند. این سم باعث سرطان ریه در موش های نر و سرطان لف در موش های ماده شد. همچنین در موش ها باعث ایجاد تومورهای بدخیم پانکراس و سرطان و یا تورم قشر آدرنال شد National Toxicology Program 1979 (پاراتیون به سرعت جذب و توزیع می شود. اگرچه آزمون های موتان زایی باکتری در این سم منفی بودند اما پاراتیون قادر به تخریب کروموزوم انسانی در شرایط این ویترو بود (Cabello *et al.* 2001). استفاده از این سم از اوایل دهه هشتاد میلادی به شدت محدود شده است.

حشره کش های ملاتیون و دیازیون در گروه 2A یعنی با احتمال قوی سلطانزا برای انسان قرار داده شده اند. حشره کش ملاتیون در کشاورزی علیه آفات غلات و درختان میوه سردسیری و برای کتلر حشرات در مناطق مسکونی استفاده می شود و تولید آن در مقیاس قابل توجه ادامه دارد. شواهد محدودی در خصوص سرطان زایی ملاتیون در انسان وجود دارد (Waddell *et al.* 2001; McDuffi *et al.* 2001 Eriksson *et al.* 2008).

حشره کش دیازینون هم در کشاورزی علیه انواع حشرات مصرف می شود. افزایش بروز سرطان خون با افزایش اثر تجمعی دیازینون پس از کاهش استفاده از سایر حشره کش ها توسط گروه مطالعات گسترشده سلامت کشاورزی گزارش شد (Alavanja *et al.* 2013, Askari *et al* 2014). مصرف دیازینون در ایران بیش از سه میلیون لیتر در سال و از جمله خطرناک ترین سموم برای آبزیان و پرندگان است. بیشترین حجم استفاده شده از این سم در شالیزارهای استان های شمالی کشور است و این در حالی است که هم اکنون در تمام کشورهای اروپایی و آمریکایی

سموم کشاورزی آنچنان که باید تحت کنترل قرار نگرفته اند، از طرفی تامین غذای کافی برای جمعیت رو به رشد دنیا و واردات ۵۰ درصدی مواد غذایی در کشور همچنان به عنوان یک معضل باقی مانده است . در این بین، فناوری مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی جهت کنترل این مضرات، مطرح شده است . با استفاده از این فناوری ژن‌های ضد آفت *Bt* از باکتری *Basileyous* تورنجینسیس که یک باکتری گرم منفی است جدا و به گیاهان منتقل شده و پروتئین حاصل از ژن‌های *Bt* با اتصال به سیستم روده‌ای آفت باعث ایجاد لیز سلولی و در نهایت مرگ آفت می‌شود. انتقال ژن‌های *Bt* به گیاهانی مانند پنبه، سویا، یونجه و ذرت با هدف ایجاد مقاومت به آفات در این گیاهان انجام شده است *Bt* تولید می‌شود که به طور اختصاصی آفت مورد نظر را از بین می‌برد. بنابراین به طور کامل مشخص است که در مورد چنین گیاهانی استفاده از سموم آفت کش بسیار کم یا حتی به صفر رسیده است. سالیانه مقدار زیادی از محصولات تاریخته چون سویا، پنبه، کلزا، ذرت، خربزه درختی و کدوی حلوازی و فرآورده‌های حاصل از آن در بیش از ۱۷۰ کشور جهان مصرف می‌شوند. محصولات تاریخته و فرآورده‌های آن با برخورداری از ویژگی‌هایی مانند عدم باعث گیاهی مانند سم، سلامتی و کیفیت و ارزش غذایی بالا برای مصرف کنندگان کشورهای صنعتی و در حال توسعه مزیایی را به ارمغان می‌آورد. اینگونه محصولات اولین بار در سال ۱۹۹۶ کشت شدند و اکنون با رشد بیش از ۱۰۶ برابر طی ۱۸ سال، در مقیاس ۱۸۵ میلیون هکتار توسط ۲۹ کشور تولید می‌شوند (James 2014).

تولید و واردات سم نه تنها هزینه‌های سنگینی را به همراه دارد (جدول ۱) بلکه افراد زیادی نیز به طور خواسته یا ناخواسته در اثر تماس با این سموم آسیب می‌بینند (Adeli and Ghareyazie 2013). این در حالی است که استفاده از محصولات تاریخته به دلیل عدم نیاز به سم توانسته این مشکل را حل کند به طوری بر اساس ارزیابی انجام شده بر تاثیر اقتصادی و زیست محیطی محصولات تاریخته از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴ مشخص شده است که این تکنولوژی توانسته باعث کاهش مصرف آفت کشها به میزان ۵۰۳ میلیون کیلوگرم شود. از طرفی، کشت محصولات تاریخته طی

(Rezvani Moghadam *et al.* 2009, Morowati and Azadvar 2012).

تأثیر سموم شیمیایی بر محیط زیست

سموم مورد استفاده در کشاورزی یکی از منابع جدی آلاینده محیط زیست به شمار می‌روند. این سموم از طریق اثر بر منابع آبی، خاک، گیاهان و جانوران بر محیط زیست تاثی رات نامطلوب می‌گذارند. ورود آفت کش‌ها به منابع آبی از راههای متعددی امکانپذیر است از جمله بارش‌های جوی، آسودگی مستقیم آبهای سطحی، ورود بقایای سموم پس از عملیات سم پاشی، پسابهای کارخانجات تولید سموم و غیره . رفتار سموم در منابع آبی تحت عوامل مختلفی قرار گرفته و حساسیت جانداران آبزی نسبت به آنها نیز متفاوت است (Hasani *et al.* 2011). از طرفی، برخی از سموم کشاورزی به علت پایداری زیاد، حلالیت در چربی و پایین بودن سرعت تجزیه در بدن جاندار باقی مانده و وارد چرخه غذایی انسانها می‌شوند. ورود سموم کشاورزی به آب‌های آزاد، می‌تواند سبب مرگ ماهی ها شود که برای گونه‌های بی‌مهره، سمی‌تر از ماهیان است (Ullah and Zorriehzahra 2015). بررسی حاصل از ردیابی بقایای سموم در آبهای سد امیرکبیر کرج نشان داده است که میزان باقیمانده سموم در ایستگاه هایی که در نزدیکی باغ‌ها قرار دارند خصوصاً در بازه زمانی ۱ تا ۲ ماه پس از سم پاشی، بیش از حد مجاز است (Shaieghi *et al.* 2008).

کاهش تخم پرنده‌گان و جمعیت پروانه‌ها در طول چهل سال گذشته از دیگر تبعات استفاده سموم شیمیایی بر محیط زیست عنوان شده است (Greek 2003). با توجه به اینکه حشره‌کش‌ها اختصاصی عمل نمی‌کنند، بنابراین از طریق اثر بر موجودات غیر هدف باعث بر هم خوردن تعادل اکوسیستم‌ها می‌شود.

اثر محصولات تاریخته بر کاهش مصرف سموم کشاورزی

امروزه با آگاهی در مورد مضرات ناشی از استفاده سموم کشاورزی، راهکارهای متعددی نسبت به کاهش اثرهای نامطلوب استفاده از این سموم در پیش گرفته شده است که می‌توان به کشاورزی ارگانیک، مدیریت تلفیقی آفات و آموزش مصرف صحیح سموم اشاره کرد . با وجود اشاعه این راهکارها صدمات

در روش‌های سنتی انتقال ژن، هزاران ژن به گیاه منتقل می‌شود که یکی از آنها ژن هدف است، در حالیکه در روش‌های نوین، تنها و تنها یک ژن هدف به گیاه منتقل می‌شود. پس چطور ممکن است محصولات تاریخته اثرهای سوء داشته باشند؟ محصولات تاریختف قبل از اینکه به مصرف برستند مورد آزمایش‌های زیادی قرار می‌گیرند تا سلامت آنها همچون محصولات غیرتاریخته به اثبات برسد. محصولات تاریخته طی ۳ سال تولید می‌شوند، سپس، ۵ سال آزمایش‌هایی در راستای اینمنی آنها صورت می‌گیرد، بطوری که بعد از آزادسازی نه تنها هیچ فرقی با بقیه محصولات ندارند، بلکه سلامتی آنها مورد تایید و بالاتر از محصولات سنتی است.

همان گونه که اشاره شد از نظر علم ژنتیک، انتقال ژن یک فرآیند کاملاً طبیعی است و تجربه تغذیه هزاران ساله انسان و سایر موجودات از گیاهان اصلاح شده ژنتیکی نیز مؤید این مطلب است. بنابراین ایجاد تغییرات ناخواسته در محصولات مهندسی شده ژنتیکی مسئله جدیدی نبوده و ابراز نگرانی در خصوص آن به منظور ممانعت از مصرف این دسته از محصولات بی اساس است. برای رفع این نگرانی می‌توان با انجام آزمایشات مربوط به اثبات این همانی (Modirosta *et al.* 2013) اقدام کرد و سلامت محصولات تاریخته را جهت استفاده مصرف کنندگان تایید نمود. محصولات تاریخته قبل از اینکه وارد بازار شوند از لحاظ اینمنی ارزیابی می‌شوند و این ارزیابی‌ها شامل بررسی تطابق توالی کامل پروتئین تولید شده توسط گیاه تاریخته با پروتئین‌های سمی موجود در بانک‌های اطلاعاتی، بررسی تشابه بین پروتئین جدید و Tohidfar *et al.* (2008)، بررسی مقاومت پروتئین به آنزیم‌های پسیبن – تریپسین و کیمو تریپسین است.

بر اساس مطالعات متا آنالیز در خصوص اثرهای گیاهان تاریخته مشخص شده است که این محصولات باعث کاهش مصرف آنکش‌های شیمیایی به میزان ۳۷ درصد، افزایش عملکرد تا ۲۲ درصد و افزایش سود کشاورزان تا ۶۸ درصد (جدول ۲) شده‌اند (Klumper and Qaim 2014). علت افزایش ایجاد شده در عملکرد محصولات کشاورزی ناشی از کشت محصولات

این سالها باعث کاهش قابل توجه نشر گازهای گلخانه‌ای شده است (Brooks and Barfoot 2005). ارزیابی‌های انجام شده بر روی گیاهان تاریخته و غذاهای ناشی از آنها دال بر هیچ گونه اثر مخرب از سوی آنها است و سلامت این دسته از محصولات به دفعات توسط سازمان‌های بهداشت جهانی و خواروبار جهانی Brukanlu and Tohidfar 2015, Tohidfar and Khosravi 2015, Khosravi and Tohidfar 2012, Tohidfar (2012).

با این وجود برخی افراد دلایلی مانند احتمال ایجاد تغییرات ناخواسته در این گیاهان یا بروز حساسیت در مصرف کنندگان را بهانه‌ای برای مخالفت با استفاده از محصولات تاریخته قرار داده‌اند. ایجاد تغییر در برخی از صفات فیزیولوژیک، مورفو‌لولژیک و یا ژنتیک گیاه حتی در روش‌های سنتی اصلاح نباتات نیز غیر قابل اختتام است. بارزترین مثال در این مورد ریشه گیاه کاساوا است که با وجود سمیت بالا، منع اصلی کالری برای مردم فقیر آفریقا است. حتی سبب زمینی‌های اصلاح شده به روش سنتی در امریکا بخارط سولانین بالا برای سلامتی انسان مضر تشخیص داده شدند. کرفس‌هایی که باعث خارش زیاد در پوست می‌شوند نمونه دیگری از تغییرات ناخواسته اصلاح سنتی است، با وجود این، هنوز هیچ نظارت سازمان یافته‌ای بر این‌گونه محصولات وجود ندارد (Adeli and Ghareyazie 2013).

یکی دیگر از ملاحظاتی که در مورد محصولات تاریخته مطرح می‌شود، احتمال فرار ژن به طبیعت است. لازم به توضیح است که فرآیند انتقال ژن بین موجودات یک روند کاملاً طبیعی است که سالها در طبیعت به طور مرتبت در حال انجام است و ژنها از موجودی به موجود دیگر منتقل می‌شوند و حتی از باکتری‌ها به گیاهان نیز منتقل می‌شوند. نمونه بارز آن انتقال ژن از باکتری اگروباکتریوم به گیاه سبب زمینی شیرین است که در طبیعت اتفاق افتاده است. پس اصلاح ژنتیکی گیاهان و یا دستکاری ژنتیکی گیاهان از ابتدا وجود داشته است . امروزه نیز اصلاح ژنتیکی گیاهان با روش‌های سنتی به طور گسترده انجام می‌شود. با توجه به محدودیت‌های روش‌های سنتی و ناکارآمدی آنها در برخی موارد انتقال ژن، روش‌های نوین انتقال ژن با الهام از طبیعت ابداع شده‌اند که حاصل آن ایجاد گیاهان تاریخته است .

جدول ۱- متوسط هزینه‌های سوموں مصرفی در هر هکتار برای محصولات مختلف کشاورزی طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در کل کشور (وزارت جهاد کشاورزی).

Table 1. The average cost of applied pesticides per hectare for different crops during 2010-11

نام محصول	علف کش	حشره کش	قارچ کش
*	ارزش یک کیلو*	ارزش یک کیلو*	ارزش یک کیلو*
مقدار	مقدار	مقدار	مقدار
گندم آبی	۱۳۴۱۳	۱۱۶۶۰	۰/۰۶
گندم دیم	۸۱۸۰	۸۷۹۴	۰/۱۳
جو آبی	۱۲۱۴۲	۱۱۳۳۳	۰/۰۵
جو دیم	۱۰۸۸۶	۸۴۸۵	۰/۰۴
ذرت آبی	۱۳۸۹۸	۱۰۵۸۳	۰
پنبه آبی	۱۳۹۸۱	۱۳۴۳۲	۰/۰۴
چغندر قند	۱۳۰۸۹	۱۲۶۴۷	۱/۱
خیار آبی	۱۳۰۰۳	۱۲۶۷۵	۱/۱۳
سبز زمینی آبی	۱۲۱۳۸	۱۲۹۴۱	۱/۹۲
پیاز آبی	۱۴۹۹۲	۱۶۶۶۱	۰/۴۶
گوجه فرنگی آبی	۱۰۰۶۰	۱۹۷۸۵	۴/۹۸
یونجه آبی	۹۳۵۰	۱۰۵۰۱	۰/۰۷
یونجه دیم	۱۲۲۵۸	۹۰۰۴	۰
ذرت علوفه ای	۱۰۹۰۱	۰	۰
کلزا آبی	۱۷۸۵۳	۱۴۰۳۱	۰/۱۴
کلزا دیم	۱۴۴۰۸	۱۴۳۳۹	۰/۸۳
سویا بهاره آبی	۱۳۵۴۶	۲۵۷۶۴	۰
سویا بهاره دیم	۱۵۹۹۲	۶۶۶۹	۰/۵۶
سویا تابستانه آبی	۱۴۰۹۰	۱۷۳۹۱	۰/۰۱
سویا تابستانه دیم	۱۰۰۷۸	۴۹۹۹۳	۰
برنج دانه بلند مرغوب	۸۴۱۲	۲۷۸	۰/۸
برنج دانه بلند پر محصول	۹۰۰۵	۲۷۶۹	۰/۴۹
برنج دانه متوسط مرغوب	۸۱۴۰	۵۰۲۰	۰/۶۳
برنج دانه متوسط پر محصول	۷۷۲۳	۳۱۵۲	۰/۱۹
برنج دانه کوتاه	۸۰۴۲	۱۱۲۴۵	۰/۱

* واحد ۱۰ ریال

جدول ۲- اثرهای محصولات تراریخته بر متغیرهای مختلف.

Table 2. The effects of transgenic crops on different variables

نوع متغیر (درصد)	تمام محصولات تراریخته	محصولات مقاوم به آفت	محصولات مقاوم به علفکش
عملکرد	۲۱/۵۷	۲۴/۸۵	۹/۲۹
مقدار سوموں	-۳۶/۹۳	-۴۱/۶۷	۲/۴۳
هزینه سوموں	-۳۹/۱۵	-۴۳/۴۳	-۲۵/۲۹
هزینه کل تولید	۳/۲۵	۵/۲۴	-۶/۸۳
سود کشاورز	۶۸/۲۱	۶۸/۷۸	۶۴/۲۹

هزینه‌های مربوطه خواهد شد که هزینه‌هایی نظیر خرید سوموم استفاده سمپاش و آموزش کشاورز برای نحوه استفاده از سوموم از جمله آنها خواهد بود. حذف هزینه‌های فوق در نهایت کاهش چشمگیری در هزینه‌های تولید را به همراه دارد. بنابراین دستاوردهای زیست محیطی حاصل از عدم مصرف سوموم مختلف در کنار چنین کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید بسیار شایان توجه و ارزشمند است.

بطور کلی در دنیا، از غذا به عنوان یک سلاح جهت سلطه بر ملتها استفاده می‌کنند، چرا که مردم به آن نیاز دارند. با توجه به ۵۰ درصد واردات غذایی سالیانه در ایران و کشت ۱۸۵ میلیون هکتاری گیاهان تاریخته در دنیا، لازم است با اتكاء به زیست فناوری بومی، این فناوری را در کشور گسترش دهیم و با تولید گیاهان تاریخته وابستگی کشورمان را به بیگانگان کاهش دهیم.

بهره‌مندی از علوم و فن‌آوری نوین به خصوص در زمینه مهندسی ژنتیک که در حال حاضر در انحصار تعداد محدودی از کشورهای صنعتی است، موجب توامندی سیاسی و علمی نظام اسلامی در جهان خواهد شد. از طرفی با راه اندازی تکنیک‌های نوین مهندسی ژنتیک و فن‌آوری زیستی در کشور که از جدیدترین و پیشرفته ترین روش‌های علمی در جهان امروز هستند، علاوه بر اینکه سبب افزایش اعتبار میهن عزیzman در عرصه جهانی خواهیم شد جامعه علمی کشور را به مهمترین ابزار پیشرفته در علوم و تکنولوژی مجهر خواهیم کرد که با استفاده از آنها بتوان جامعه علمی کشور را از مصرف کنندگی محض علوم و تکنولوژی خارج و به تدریج به جرگه تولیدکنندگان دانش بشری وارد کرد.

نتیجه‌گیری کلی

مصرف بی‌رویه سوموم کشاورزی جهت کنترل آفت و بیماری‌ها به منظور دسترسی به یک عملکرد مطلوب، اثرهای جانبی بیشماری را برای سلامت انسان و محیط زیست مانند رشد بی‌رویه آمار بیماری‌های صعب العلاج مانند سرطان، تخریب منابع زیست - محیطی و زیستی به دنبال دارد که با توجه به دانش امروزی

تاریخته به بالا رفتن پتانسیل ژنتیکی نسبت داده شده است. همچنین، محصولات تاریخته باعث کاهش هزینه‌های مربوط به سوموم تا میزان ۳۹ درصد شده‌اند. درحالیکه این کاهش هزینه‌های مربوط به هر دو دسته سوموم آفتکش و علفکش است اما صرفه‌جویی در میزان مصرف آفتکش‌ها نسبت به علفکش‌ها بیشتر اتفاق افتاده است که علت آن به متفاوت بودن تکنولوژی سوموم آفتکش از علفکش است (Klumper and Qaim 2014). در هندوستان افزایش عملکرد معادل ۳۱ درصد و کاهش ۳۹ درصدی سوموم شیمیایی و افزایش سود ۸۸ درصدی یا درآمد ۲۵۰ دلار اضافه از هر هکتار پنجه تاریخته اشاره به کارامدی و سودمندی محصولات تاریخته دارد (James 2006).

با تولید گیاهان تاریخته که نسبت به آفات و بیماری‌های گیاهی مقاوم هستند نه تنها می‌توان از خروج ارز از کشور جلوگیری کرد بلکه از طریق فروش این گیاهان مبالغ قابل توجهی ارز وارد کشور می‌شود. در صورت تولید گیاهان تاریخته نیازی به واردات سم، سم پاشی و هزینه سمپاشی نخواهد بود و سلامت انسان، دام و محیط زیست نیز تامین خواهد شد. کاهش واردات مواد غذایی، افزایش تولید و عملکرد، کاهش واردات سوموم، کاهش هزینه‌های تولید، کاهش خسارت‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های درمان مسمومین از نتایج اقتصادی این گونه محصولات است. از طرف دیگر، افزایش عملکرد محصول در گیاهان تاریخته از یک طرف می‌تواند با سودآوری بیشتر برای کشاورزان ایرانی امنیت شغلی بیشتری ایجاد کند و بخش قابل توجهی از نیروهای جوان و متخصص را به خود معطوف سازد و از طرف دیگر از مهاجرت روستائیان به شهرها بکاهد.

یکی از اولویت‌های اصلی برنامه ملی تحقیقات کشور خود کفایی و عدم وابستگی به بیگانگان است. برای نیل به خود کفایی در زمینه تولید مواد غذایی و به خصوص مواد استراتژیک بین تمام مسئلان و کارشناسان توافق نظر وجود دارد.

با کشت گیاهان تاریخته، دیگر به مصرف سوموم شیمیایی که آلوده‌کننده محیط زیست هستند، نیازی نیست. عدم مصرف سوموم، نه تنها باعث می‌شود که محیطی پاک و عاری از مواد سمی داشته باشیم، از نظر اقتصادی نیز منجر به صرفه‌جویی در

از انقراف نجات یابد و به چرخه طبیعی حیات بازگردد، بلکه باعث افزایش تنوع زیستی هم می‌شود.

ادعای دیگر معتقدان، عدم مصرف محصولات تاریخته توسط کشورهای تولید کننده است. واقعیت این است که این ادعا بی‌اساس است. چرا که سطح زیر کشت سویا در دنیا ۱۱۱ میلیون هکتار است که در حدود ۹۵ میلیون هکتار آن سویا تاریخته است. آرژانتین که بزرگترین تولید کننده سویا تاریخته است در حدود ۷ درصد مصرف داخلی دارد و ۱۰ درصد آن را به ایران صادر می‌کند. در امریکا ۴۹ درصد کدوی حلوازی تاریخته، ۹۹ درصد یونجه تاریخته و ۹۵ درصد چغندر قدر تاریخته مصرف داخلی دارد. نکته حائز اهمیت این است که نزدیک به دو دهه است که اینگونه محصولات وارد کشور می‌شوند، محصولاتی که که هیچ اطلاعی از خصوصیات تاریخته و جنبه‌های علمی آن در دست نیست. آیا احتمال اثرات سوء آنها بیشتر است یا محصولی که بومی کشور است و کلیه اطلاعات تاریختی و علمی آن در دست است؟

با توجه به فواید عنوان شده برای این تکنولوژی و اینکه رهاسازی محصولات تاریخته پس از رفع کلیه نگرانی‌های زیست محیطی و اکولوژیکی مرتبط انجام می‌شود، جای نگرانی برای مصرف این محصولات باقی نمی‌ماند. چنانچه پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۱۵ با کشت محصولات تاریخته، تعداد گرسنگان جهان به نصف کاهش یابد.

منابع

Adeli N, Ghareyazie B. 2013. Comparison between the Impact of Transgenic Insect Resistant Crop Plants and their Traditional Counterparts on Human Health and the Environment. *Genetic engineering and Biosafety Journal* 2(1), 1-28 (In Farsi with English abstract).

Alavanja MC, Hofmann JN, Lynch CF, et al. 2014. Non-Hodgkin lymphoma risk and insecticide, fungicide and fumigant use in the agricultural health study. *PLoS ONE* 9: e109332.

Anonymous. 1995. A discourse with the UNDP representative in I. R. Iran on Pesticides usage in Iran, Zeiton, Special issue no. 1. Pp. 9-11. (In Farsi).

Askari M, Morowati M and Eimani S. 2013. Determination of Diazinon residue levels in Cherry, *Cerasus avium* supplied

و سعت این صدمات بر کمتر کسی پوشیده باقی مانده است . به نظر می‌رسد در بین راهکار و تکنولوژی‌های مورد استفاده برای کاهش مصرف سوم کشاورزی استفاده از محصولات تاریخته از موفقیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده‌اند. علاوه براین، فراید زراعی و اقتصادی این دسته از محصولات نیز با مطالعات وسیعی که از آغاز کشت این محصولات تا بهار و زیر انجام شده، تایید شده است. عملکرد دانه و کاهش میزان مصرف سوم برای گیاهان تاریخته مقاوم به حشره کش نسبت به گیاهان مقاوم به علفکش بیشتر است . همچنین، منفعت حاصل از کشت این دسته از محصولات برای کشاورزان در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر عنوان شده است.

اگر چه مخالفت‌هایی از سوی بعضی مراکز به عمل می‌آید، اما تقریباً همه پذیرفته‌اند که برای به حداقل رساندن تغییرات زیست محیطی استفاده از این فناوری ضروری است. اما ایران با وجود نوپا بودن فناوری مهندسی زنتیک توانسته است برای نخستین بار گیاه تاریخته مقاوم به آفت تولید نماید که نیاز به سم پاشی نداشته باشد، اما برخلاف سایر کشورها، دانشمندانی که به چنین کارهای دست می‌زنند مورد تشویق قرار می‌گیرند. در ایران دست‌یابی به این فناوری به ذائقه عده‌ای خوش نیامده و با درج مطالبی علیه آن بدون هیچ استناد علمی باعث تشویش اذهان عمومی می‌شوند. این رفتارهای غیر منطقی و علمی نه تنها باعث از بین انگیزه تحقیقات در بین محققان می‌شود، بلکه دانشجویان و محققانی که در این رشته تحصیل می‌کنند را نیز از ادامه فعالیت باز می‌دارد. چالش اصلی معتقدان، موضوع تنوع زیستی است. لازم به توضیح است که انتقال ژن مقاومت به آفت از گیاهان تاریخته به سایر گیاهان نه تنها باعث می‌شود که گیاه

to Tehran central fruit and vegetable market. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*. 2 (2), 126-129 (in Farsi with English abstract)

Brooks G, Barfoot P. 2005. GM crops: the global economic and environmental impact – the first nine years 1996-2004. *AgbioForum*, 8(2&3): 187-196.

Brukanlu P, Tohidfar M. 2012. Biosafety evaluation of Cry1Ab protein. *Biosafety Journal*, 1(4): 47-52. (In Farsi with English abstract)

Cabello G, Valenzuela M, Vilaxa A, et al. 2001. A rat mammary tumor model induced by the organophosphorous pesticides parathion and malathion, possibly through acetylcholinesterase inhibition. *Environ Health Perspect*; 109: 471-79.

- DeVilliers SM, Hoisington DA. 2011.** The trends and future of biotechnology crops for insect pest control. *Afr J Biotechnol* 10: 4677–468.
- Eriksson M, Hardell L, Carlberg M, Akerman M. 2008.** Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *Int J Cancer* 123: 1657–63.
- FAO. 2011.** FAOSTAT Pesticide use Available at <http://faostat.fao.org/site/424/DesktopDefault.aspx?PageID=424#ancor>
- Grigg D. 1995.** Introduction to geography of agriculture. Routledge Press, New York, USA, pp 211.
- Hasani AH, Sayadi M, Jafari S. 2011.** Effect of Pesticides on water quality of wells surrounding shemiranat. *Water and Sewage* 1, 119-122 (In Farsi with English abstract).
- Heidari A. 2010.** Strategic program of Pesticides Research. Iranian Institute of Plant Protection publication.Pp. 6. (In Farsi).
- James C. 2006.** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006. ISAAA Brief No. 35. ISAAA: Ithaca, NY.
- James C. 2014.** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY.
- Khosravi S, Tohidfar M. 2012.** Transgenic crops meeting the sustainable development goals. *Biosafety Journalal* 4(4), 87-100. (In Farsi with English abstract).
- Klumper W, Qaim M. 2014.** A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *PLoS ONE* 9(11): e111629. doi:10.1371/journal.pone.0111629.
- Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Scoccianti Ch, Mattock H, Straif K. 2015.** Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncol* 16(5): p490–491.
- MAJ. 2011.** Ministry of Agriculture Jihad. Available at http://dbagri.maj.ir/cost/product/rep6_1.asp?o=99&y=90.
- McConnell R, Hruska AJ. 1993.** An epidemic of pesticide poisoning in Nicaragua: implications for prevention in developing countries. *American journal of public health* 83 (11): 1559-1562.
- McDuffie HH, Pahwa P, McLaughlin JR, et al. 2001.** Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10: 1155–63.
- Mehrabani D, Tabei SZ, Heydari ST, et al. 2008.** Cancer occurrence in Fars Province, Southern Iran. *Iran Red Crescent Med Journal* 10:314-22 (In Farsi with English abstract).
- Morowati M and Azadvar M. 2012.** Determination of Diazinon residue levels and preharvest intervals in green house Cucumbers in Jiroft. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*. 1 (2): 29-36 (in Farsi with English abstract)
- National Toxicology Program. 1979.** Bioassay of parathion for possible carcinogenicity. *National Cancer Inst Carcinog Tech Rep Ser* 70: 1–123.
- Rezvani Moghadam P, Ghorbani R, Koochaki A, Alimoradi L, Azizi G, Siyarmagooyi A. 2009.** Evaluation of pesticide residue in agricultural products. *Environmental sciences* 6(3): 63-72 (In Farsi with English abstract).
- Salahi Ardekani A, Morovati M, Entesari M. 2012.** Residue of Endosulfan and diazinon in tomato and cucumber farms of Kohkiluye and boyer ahmad province. *Genetic engineering and Biosafety Journal* 2(1): 113-120 (In Farsi with English abstract).
- Shaieghi M, Khobdel M, Ghamisi A, Selseleh M, Abolhasani M and Nasirian H. 2008.** Investigation and determination of the amount of organophosphate insecticides malathion and diazinon residues in Karaj Dam catchment. *Environmental Science and Technology*. 10: 257-266 (In Farsi with English abstract).
- Stadler MB, Stadler BM. 2003.** Allergenicity prediction by protein sequence. *FASEB J.* 17(9):1141-3.
- Tohidfar M, Ghareyazie B, Rahnama H, Mokhtari F. 2008.** Risk assessment of GM food. Andisheh press, Karaj, Iran.,pp 77
- Tohidfar M, Khosravi S. 2015.** Challenges for releasing Bt transgenic plants. *Journal of Agricultural Biotechnology* 7(3): 33-54. (In Farsi with English abstract).
- Tohidfar M, Khosravi S. 2015.** Transgenic crops with an improved resistance to biotic stresses. A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2015 19(1): 62-70.
- Tohidfar M, Zare N, Salhi G, Eftghari M. 2013.** Agrobacterium-mediated transformation of alfalfa (*Medicago sativa*) using a synthetic cry3a gene to enhance resistance against alfalfa weevil. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 113:227-235.
- Tohidfar M. 2012.** Transgenic cotton, scientific aspects and its impact on economy of Iran and developing countries. *Genetic Novin Journal* 7(1): 1-8 (In Farsi with English abstract).
- Tohidfar M, Ghareyazie B, Mousavi M, Yazdani S. 2008.** Agrobacterium mediated transformation of cotton (*Gossypium hirsutum*) using a synthetic cry1Ab gene for enhanced resistance against Heliothis armigera. *Iranian Journal of Biotechnology*. 6: 164-173.
- Ullah S, Zorriehzahra MJ. 2015.** Ecotoxicology: A Review of Pesticides Induced Toxicity in Fish. *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 3(1): 40-57.
- Waddell BL, Zahm SH, Baris D, et al. 2001.** Agricultural use of organophosphate pesticides and the risk of non-Hodgkin's lymphoma among male farmers (United States). *Cancer Causes Control* 12: 509–17.
- Yazdi Z, Sarreshtedari M, Zohal MA. 2010.** Respiration disorders of workers in contact with organophosphorus pesticides. *Journal of medical faculty of Mashhad university* 4 (110), 206 (In Farsi with English abstract).

Reduction of applied pesticides and cancer with the cultivation of transgenic crops

Solmaz Khosravi¹ and Masoud Tohidfar^{2*}

1. Agricultural research institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
 2. Department of Biotechnology, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
- * Corresponding Author, Email M_Tohidfar@sbu.ac.ir

ABSTRACT

Pests are considered as one of the most important constraints that cause production loss. Although use of pesticides is the most common solution nowadays for pest control in agriculture, this approach has many harmful effects for human health and the environment. Up to now, almost 50 lung cancers provoked by agricultural pesticides have been recognized. Furthermore, pesticide residues can remain in the soil for a long time and can represent a threat for microbial life and can be absorbed through the root system of plants and enter the human food chain. Although strategies like organic agriculture or integrated pest management have been promulgated, the correct use of pesticides is far from having been achieved. However, new technologies like genetic engineering can help overcome the problem of yield loss while still providing healthy GM food with no pesticide residue. Since the first cultivation of GM crops, 18 years have now passed and GM crops have gained significant public acceptance among farmers and consumers. In this review, disadvantages of pesticides on human health (especially cancer) and environment will be discussed.

Key Words

Cancer, environment, GM crops, Pesticides