

مقایسه کارآیی اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک

مسعود توحیدفر*، زهرا حاجی برات

*دانشیار بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده فناوری نوین و مهندسی انرژی، تهران، ایران
دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه شهید بهشتی، گروه بیوتکنولوژی، تهران، ایران

zahrahajibarat@yahoo.com

چکیده

تغییر و تحول در کشاورزی، یک ضرورت اساسی برای کاهش فقر و گرسنگی و ایجاد عدالت در بسیاری از کشورهای فقیر دنیا است. کشورهای در حال توسعه، برای تغذیه جمعیت فعلی، نیمی از جمعیت آن‌ها، که هر ساله میلیون‌ها نفر به آن اضافه می‌شوند، به کشاورزی مشغول هستند. این در حالی است که کمترین درآمد و بالاترین نرخ رشد جمعیت را دارند. اصلاح نباتات به تنهایی نمی‌تواند جوابگوی تغذیه چنین جمعیتی باشد و با وجود مشکلات فراوان اصلاح نباتات، از جمله مصرف زیاد سموم و کاهش تنوع زیستی، امنیت غذایی را تهدید کرده و بازده اقتصادی پایین و هزینه‌های هنگفت مصرف سموم را به همراه دارد. مهندسی ژنتیک با رفع موانع موجود در اصلاح نباتات سنتی، امکان استفاده از منابع ژنتیکی موجود در دنیا را برای اصلاح گیاهان فراهم ساخته است و نقش بسزایی در حفظ تنوع زیستی و تامین غذای جهان دارد. هدف از این مقاله، مقایسه محصولات تراریخته با محصولات حاصل از اصلاح سنتی و بررسی جنبه‌های زیستی و اقتصادی محصولات تراریخته است.

کلمات کلیدی: مهندسی ژنتیک، سموم، اصلاح نباتات سنتی، تنوع زیستی، امنیت غذایی

مقدمه

خروجی تولیدات کشاورزی از زمین‌های قابل کشت، دو برابر شود. شروع اصلاح گیاهان توسط انسان با آغاز کشاورزی همراه بوده است و هر ساله بذور مرغوب‌تر، برای سال آینده انتخاب می‌شد. سال‌های بعد محققان با شناخت کافی از سیستم تولید مثل گیاهان، دورگ‌گیری بین ارقام مختلف را انجام دادند و شمار زیادی از واریته‌های جدید تولید شدند. با این وجود، پیشرفت اصلاح نباتات باز هم چشمگیر نبود، زیرا تلاقی‌ها بدون اطلاع از اصول ژنتیکی صورت

در کمتر از ۲۰ سال، جمعیت کشور ایران، به ۱۰۰ میلیون نفر می‌رسد. بی‌گمان تغذیه چنین جمعیتی که عمدتاً مصرف کننده‌اند، بار عظیمی بر دوش جامعه خواهد گذاشت. در سال ۱۹۶۶، سرانه ۰/۴۵ هکتار زمین قابل کشت در جهان، به ۰/۲۵ هکتار کاهش یافته است. پیش‌بینی می‌شود که این میزان در سال ۲۰۵۰ به ۰/۱۵ هکتار برسد (۲۰). این بدین معنی است که حتی اگر جمعیت کره زمین را ثابت نگه داریم، لازم است

می‌گرفت و نتایج حاصله، بیشتر به شانس و تصادف بستگی داشت. در حال حاضر، اکثر روش‌های اصلاح نباتات، با توجه به قوانین ژنتیکی برنامه‌ریزی شده‌اند و پیشرفت‌های چشمگیر و سریع در به‌نژادی گیاهان مختلف، مدیون کشف این قوانین است. از جمله هدف‌های کلی اصلاح نباتات، افزایش عملکرد در واحد سطح، بالا بردن کیفیت محصولات کشاورزی و تولید مواد اولیه مورد نیاز جوامع انسانی است. هدف‌های نامبرده شده در صورتی به وقوع می‌پیوندد که شرایط محیطی مناسب باشد، ولی امکان ایجاد چنین شرایطی با توجه به تنش‌های زنده و غیرزنده موجود و ایجاد نژادهای بیماری‌زای جدید که هر ساله رو به افزایش است، عملکرد را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. علاوه بر معایب روش‌های اصلاح سنتی، هزینه‌های بالای مبارزه شیمیایی و سموم دفع آفات گیاهی و هزینه‌های مصرف نهاده‌های کشاورزی وجود دارد. از سوی دیگر جدای از هزینه‌های گزافی که به کشاورزان وارد می‌شود، صدمات زیست محیطی دیگری بر منابع زیستی، مثل آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی که با مصرف سموم و آفات آلوده شده‌اند، بوجود خواهد آمد. مهندسی ژنتیک، پاسخ مناسبی در برابر این چالش‌ها است. مهندسی ژنتیک با رفع موانع موجود روش‌های اصلاح نباتات سنتی، امکان استفاده از منابع عظیم ژنتیکی موجود در دنیا را برای اصلاح گیاهان فراهم ساخته است (۱). این فناوری، منجر به تولید محصولات تراریخته‌شده که در آن DNA خارجی می‌تواند از هر منبعی به گیاهان منتقل شود. روش‌های اصلاح ژنتیکی گیاهان در اوایل دهه ۸۰ میلادی ابداع شد و نتایج کاربردی آن از اوایل دهه ۹۰ با ایجاد گیاهان تراریخته مقاوم به آفات، بیماری‌ها و

علف‌کش‌ها به ثمر نشست. مهندسی ژنتیک، انقلاب سبزی برای بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی و غلبه بر گرسنگی و فقر غذایی است (۲). از رویکردهای مهندسی ژنتیک، تولید گیاهان تراریخته حاوی ژن‌های تولیدکننده پروتئین‌های است که درمقابل آفات خاص به‌طور موثر عمل کرده و درعین حال برای انسان، گیاه، حیات وحش و حشرات مفید، زبانی ندارد. برای مثال، ژن Bt از باکتری *Bacillus Thuringensis* و انتقال آن به ذرت و پنبه و سیب زمینی، باعث مقاومت آن‌ها در مقابل حشرات شده است (۲۶). همچنین به تازگی چندین محصول تراریخته جدید از جمله سیب زمینی با نام تجاری *Innate* و سیب بانام تجاری *Arctic* با استفاده از فناوری مهندسی ژنتیک تولید شده‌اند (۱۴). کلزا با نام تجاری *SU* به عنوان اولین محصول غیرتراریخته که ژنوم آن ویرایش شده است، نمونه دیگری از این‌گونه محصولات است (۱۴). دستاوردهای جدید دیگر این تکنولوژی نیز تولید ماهی آزاد تراریخته است که به عنوان اولین جانور تراریخته که به مصرف خوراکی انسان می‌رسد، در سال ۲۰۱۶ وارد بازار شد (۱۴). ذرت تراریخته مقاوم به خشکی نیز در آمریکا تولید شده و در سال ۲۰۱۷ وارد بازار مصرف جهانی شده است (۱۴). مهندسی ژنتیک، با رفع محدودیت تلاقی‌های جنسی توانسته است، انتقال مستقیم و سریع ژن‌های جدید یا تغییر یافته از منابع مختلف شامل گونه‌های گیاهی، حیوانات، باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها به یکدیگر و از جمله گیاهان را فراهم کند. در حالی که این کار با روش‌های معمول و سنتی به‌نژادی امکان‌پذیر نیست. این فناوری حتی می‌تواند ژن‌های مصنوعی طراحی نماید و به

"توحیدفر و حاجی برات، مقایسه کارآیی اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک"

گرسنگی جمعیت در حال رشد جهان، ضروری است، تولید و توزیع غذا بهبود پیدا کند و در امتداد آن آثار مخرب زیست محیطی کاهش یابد. استفاده از گیاهان تراریخته، به عنوان یکی از دستاوردهای بیوتکنولوژی کشاورزی، به عنوان راهکاری برای رفع مشکل فقر، تامین امنیت غذایی و حفظ تنوع زیستی در این حوزه مطرح شده است.

مقایسه اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک

اصلاح نباتات کلاسیک با ایجاد واریته‌های هیبرید، تاثیر فوق العاده‌ای در تولیدات کشاورزی طی دهه‌های گذشته برجای گذاشته است. این درحالی است که این ابزار بسیار مهم، با محدودیت‌هایی نیز همراه است. اولین محدودیت اصلاح سنتی آن است که تلاقی بین دو گونه نزدیک صورت می‌گیرد که تنها تلاقی جنسی بین آن‌ها امکان‌پذیر است و اگر محقق بخواهد صفتی را از گونه بسیار دور را به گونه موردنظر انتقال دهد، این کار امکان‌پذیر نمی‌باشد. دومین محدودیت اصلاح سنتی، این است که وقتی تلاقی بین گیاهان صورت می‌گیرد و ژن موردنظر انتقال می‌یابد، این انتقال همراه با سایر ژن‌های نامطلوب بوده و ممکن است طیف متنوعی از ترکیبات ژنی ایجاد کند که اثرهای نامطلوبی را بر عملکرد گیاه داشته باشد و اطمینانی وجود ندارد که ترکیب ژنی موردنظر اصلاح‌گر از میلیون‌ها تلاقی به‌وجود بیاید (شکل ۱).

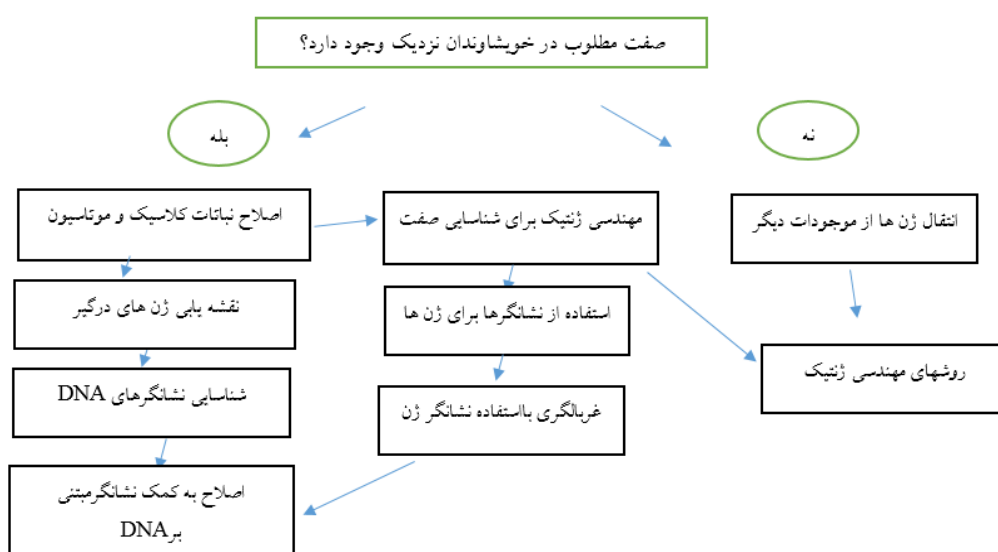
در مقابل مهندسی ژنتیک، امکان انتقال مستقیم یک یا چند ژن موردنظر بین هر موجود زنده را فراهم می‌کند (۱۴). مهندسی ژنتیک تنها شامل انتقال ژن از یک موجود به موجود دیگر نیست، بلکه تغییراتی در گیاهان به منظور حذف یا خاموش کردن ژن‌های موردنظر اصلاح‌گر در گیاه می‌باشد (۲۸). روش‌های

موجودات انتقال دهد و باعث افزایش تنوع در خزانه ژنی شود (۳). گزارش‌های اخیرا در اروپا نشان می‌دهد که محصولات تراریخته، باعث افزایش قابل توجهی در عملکرد، کاهش استفاده از آفت‌کش و بنابراین صرفه‌جویی در هزینه‌ها شده است. تمامی این موارد بیانگر سودمندی این فناوری است (۴).

فناوری تراریخته در طی بیستمین سال تجاری‌سازی در آمریکا، سودآوری زیادی داشته است. در آمریکا کاشت این نوع محصولات، نه تنها باعث افزایش تولید محصولات غذایی به ارزش ۱۵۰ میلیارد دلار شده است، بلکه موجب کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به مقدار ۵۸۴ میلیون کیلوگرم شده و از این طریق به حفظ محیط زیست کمک می‌کند (۵). درحال حاضر انتقال ژن از طریق مهندسی ژنتیک و تولید گیاهان تراریخته، در مواردی همچون بهبود کیفیت پروتئین، مقاومت به آفات، بیماری‌ها، علف‌کش‌ها و روغن و ... در بیش از ۶۰ گیاه زراعی، باغی و زینتی انجام شده است (۱۴). سطح زیر کشت محصولات تراریخته، از ۱/۶ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۸۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ رسیده است که نشان‌دهنده رشد ۱۰۰ درصدی این تکنولوژی است. بنابراین محصولات تراریخته، به عنوان سریع‌ترین تکنولوژی سازگار شده در تاریخ کشاورزی مدرن به تایید رسیده است (۵). بیشترین سطح زیر کشت محصولات تراریخته، به چهار محصول سویا، پنبه، ذرت و کلزا اختصاص دارد. از بین چهار محصول تراریخته جهانی، سویای تراریخته بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده و منعکس‌کننده مزایای متعدد، برای هر کشاورز خرد و کلان در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته است (۵). به‌منظور تغذیه و رفع

ژن‌های جدید از منابع مختلف شامل گونه‌های گیاهی، حیوانات، باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها به یکدیگر و از جمله گیاهان را فراهم آورد. درحالی‌که این کار با روش‌های معمول و کلاسیک به‌نژادی امکان‌پذیر نیست. این فناوری حتی می‌تواند ژن‌های مصنوعی طراحی نماید و با انتقال به موجودات تنوع، خزانه ژنی را بالا ببرد (۲۹) (شکل ۱).

مهندسی ژنتیک تنها زمانی که اصلاح‌گران از همه روش‌های اصلاح نباتات سنتی ناامید شدند و همچنین صفت مورد نظر اصلاح‌گر در ژرم پلاسما زراعی موجود نبود، ایجاد شد و علاوه بر این محدودیت‌های اصلاح نباتات سنتی نیز با کمک مهندسی ژنتیک برطرف شد (۸). مهندسی ژنتیک بارفع محدودیت تلاقی‌های جنسی توانسته است انتقال مستقیم و سریع



شکل ۱- مقایسه بین اصلاح نباتات سنتی و مهندسی ژنتیک (۸)

ارزان‌تر شدن مواد غذایی شده و کمک قابل توجهی به اقتصاد خانوارهای فقیر می‌کند. Gianessi (۲۰۰۸) طی پژوهشی سه ساله گزارش کرد که ذرت Bt در مقایسه با ذرت معمولی، منجر به تولید محصول بیشتر و در نهایت سود اقتصادی بیشتر می‌شود (۱۰). سطح زیرکشت ذرت Bt از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ در اسپانیا به میزان ۱/۵ برابر افزایش یافت و سود حاصل از کشت این محصول، ۱۰ درصد بالاتر از کشت ذرت معمولی بوده است. میزان قابل توجهی از مصرف آفت‌کش‌ها، زمانی که ذرت تراریخته کشت شد، به شدت کاهش

جنبه‌های اقتصادی محصولات تراریخته

در کشورهای فقیر، بخش کشاورزی به دلیل گستردگی و پیوندهای قوی که با سایر بخش‌های اقتصادی دارد، به‌عنوان اولویت اول رشد اقتصادی عمل می‌کند. کشاورزی در این کشورها بیشترین سهم نیروی کار را به خود اختصاص داده و با ۶۸ درصد اشتغال و ۲۴ درصد تولید ناخالص داخلی، جایگاه ویژه‌ای دارد. اغلب جمعیت فقیر به‌طور مستقیم به این بخش وابسته بوده و از طریق کشاورزی گذران زندگی می‌کنند. افزایش میزان بهره‌وری در بخش کشاورزی باعث

"توحیدفر و حاجی برات، مقایسه کارایی اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک"

پنبه تراریخته متحمل به علف‌کش و مقاوم به حشره و کلزای تراریخته متحمل به علف‌کش در سال ۲۰۱۵، ۱۰۰ میلیون دلار در استرالیا بوده است. این نتایج نشان دهنده آن است که محصولات تراریخته، نقش کلیدی در رفع فقر و پتانسیل افزایش درآمد را ایفا می‌کند (۷).

جنبه های زیستی محیطی محصولات تراریخته

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است. فرسایش خاک یک معضل اصلی زیست محیطی و کشاورزی در سراسر جهان است. اگرچه فرسایش در سراسر تاریخ کشاورزی اتفاق افتاده، ولی در سال‌های اخیر تشدید شده است (۲). عواملی که باعث تسریع فرسایش خاک می‌شود تا حدود زیادی به فعالیت‌های انسانی برمی‌گردد. عواملی مانند جنگل‌زدایی و تخریب جنگل، ورود آفت‌کش‌ها به آب‌های زیرزمینی و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط باکتری‌ها، بعضی از جنبه‌های اثر فعالیت انسان بر محیط زیست هستند (۶). فرسایش خاک و به موجب آن کاهش زمین‌های مناسب برای کشاورزی، باید جدی گرفته شود، به دلیل این‌که فرسایش نه تنها خاک را از بین می‌برد، بلکه باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌شود (۲). بدین منظور راهکارهای مناسب برای جلوگیری ایجاد چنین پدیده‌ای باید در نظر گرفته شود. شخم زدن مکرر و استفاده از آفت‌کش‌ها در روش‌های اصلاحی، موجب کاهش موجودات خاکی از جمله کرم‌های خاکی می‌شود. کرم خاکی با ایجاد منافذ در خاک باعث افزایش نفوذ پذیری و زهکشی آب باران شده و از فرسایش خاک و ماندابی آن جلوگیری می‌کند (۳۶). پژوهش‌ها نشان داده است که با کشت محصولات تراریخته، کیفیت خاک افزایش

یافت و به نوعی حذف کامل مصرف سموم گزارش شد (۱۳). پنبه Bt در مکزیک نزدیک به ۸۵ درصد از سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده است که دلیل اصلی کاهش مصرف آفت‌کش بود و در نتیجه نیاز به تناوب را برطرف کرد (۱۲). سویای Bt در سال ۲۰۰۵ بیش از ۶۰ درصد از سطح زیرکشت در جهان را به خود اختصاص داده است و میزان ۸۷ درصد از سطح زیر کشت آمریکا به این وارته تعلق گرفته است (۱۱). در سال ۱۹۹۰ سویای مقاوم به گلایفوسیت در رومانی تولید شد و تا سال ۲۰۰۳ بیش از ۵۵ درصد از زمین‌ها به کشت این محصولات تعلق گرفت (۱۸). محققان کاهش قابل‌توجهی در مصرف علف‌کش برای تراریخته‌های مقاوم به گلایفوسیت گزارش کرده‌اند. میانگین عملکرد سویای تراریخته، ۳۱ درصد نسبت به زمانی که کنترل علف‌های هرز صورت می‌گرفت، بیشتر شده بود. عملکرد سویای تراریخته مقاوم به گلایفوسیت، در رومانی ۱۴ تا ۱۹ درصد بالاتر از سویا غیرتراریخته گزارش شده است (۹).

محققان اعلام کردند که سود اقتصادی حاصل از شخم نواری و کنترل علف‌هرز و نیروی انسانی در زراعت پنبه تراریخته، در مقایسه با کشت سنتی که در آن از شخم معمولی استفاده شده است بیش‌تر است. شواهد نشان می‌دهد که از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۵، سطح زیرکشت محصولات تراریخته، ۱۰۰ برابر شده است که این امر، پذیرش محصولات تراریخته توسط کشاورزان در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته را نشان می‌دهد (۱۶). مقایسه عملکرد پنبه و کلزای Bt و غیرتراریخته در ۲۰ سال کاشت انجام شد و محققان دریافتند که تنها سود خالص از کشت بذور

باعث به خطر افتادن امنیت ملی در کشورهای مختلف شود. آژانس محافظت محیط زیست آمریکا اعلام کرده است که این گازها باید طی تمهیداتی کاهش یابد. استفاده از محصولات تراریخته، به طور قابل توجهی انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهند. محصولات تراریخته به سه طریق می‌تواند باعث کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای شوند:

۱- مصرف کمتر علف‌کش و حشره‌کش منجر به کاهش مصرف سوخت و انرژی می‌شود.

۲- کاهش نیاز به شخم زدن در مزرعه و در نتیجه تقلیل رهاشدن گاز کربنیک خاک

۳- تولید پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر و به دنبال آن کاهش سوخت‌های فسیلی

فعالیت کشاورزی در سه حوزه می‌تواند در انتشار گازهای گلخانه‌ای موثر باشد. دامپروری (تولید گاز متان)، سوزاندن بقایای کشاورزی (دی اکسید کربن) و استعمال کودهای آلی (نیتروژن) (۲۲). تولید گاز دی اکسید کربن در بخش کشاورزی از طریق شخم زدن، زهکشی خاک، سوزاندن بقایای گیاهی و استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی حاصل می‌شود. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، منجر به تولید نیتروژن بیشتر در خاک مزارع کشاورزی شده است. نیتروژن زیاد باعث تشدید فعالیت میکروپها شده و به خصوص زمانی که نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی بالا می‌رود، سرعت تجزیه ماده آلی بالا رفته و فقیر شدن خاک زراعی را به دنبال دارد (۳۳). بخش کشاورزی با توجه به موارد گفته شده یکی از منابع اصلی تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای بوده و باید تمهیداتی جهت کاهش انتشار این گازها فراهم شود. کشت محصولات تراریخته، باعث مصرف کمتر علف‌کش و

می‌یابد که این کار از طریق کاهش شخم زدن و یا عدم نیاز به شخم زدن حاصل می‌شود. در نتیجه فرسایش خاک کاهش یافته و ذخیره مواد آلی افزایش می‌یابد که به حفظ رطوبت خاک کمک می‌کند (۱۹). کشت سویای مقاوم به علف‌کش، باعث کاهش شخم و استفاده از تراکتور برای عملیات شخم کاهش یافته و در نتیجه کیفیت خاک افزایش می‌یابد (۳۵). زمانی که از محصولات مقاوم به علف‌کش استفاده می‌شود، به صورت غیرمستقیم بر محیط اثر گذاشته و باعث حفظ بیشتر میزان کربن و مواد آلی خاک در مقایسه با گیاه معمولی می‌شود (۲۰). وجود ماده‌ی آلی در خاک، منجر به افزایش تنوع زیستی و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و جانوران مفید خاک می‌شود که در تولید و غنی‌سازی نیتروژن و کربن مورد نیاز گیاه نقش مهم و اساسی دارد. کشت محصولات تراریخته مقاوم به خشکی و شوری در زمین‌هایی که قابل کشت نیستند، این امکان را فراهم می‌کند که زمین‌ها زیر کشت رفته و از فرسایش خاک جلوگیری کنند. از طرفی، تعدادی گیاهان تراریخته متحمل به شوری تولید شده که کشت این گیاهان نیز باعث جلوگیری از فرسایش خاک می‌شود (۲۷).

گازهای گلخانه‌ای

افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین، دمای کره زمین را گرم‌تر می‌کند. این پدیده به نام پدیده‌ی گرمایش زمین معروف است. اکثر فعالیت‌های امروزی انسان‌ها، گاز گلخانه‌ای تولید می‌کند. اما با رشد جمعیت و افزایش استفاده از نفت و زغال سنگ، ترکیب گازهای اتمسفر عوض شده و غلظت گازهای گلخانه‌ای به شدت افزایش یافته است (۲۱). گازهای گلخانه‌ای، علاوه بر تهدید سلامت انسان، می‌تواند

"توحیدفر و حاجی برات، مقایسه کارآیی اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک"

تا شعاع چندین هزار مایلی از این ناحیه، هیچ حشره‌کشی استفاده نشده بود (۳۱، ۳۲). خسارت مصرف این سموم، نه تنها جانداران را تهدید می‌کند بلکه استفاده از کود و سموم شیمیایی در بخش کشاورزی سنتی، باعث کاهش کیفیت محصول و ضرر به اقتصاد کشور شده، همچنین آلودگی آب‌های زیرزمینی را نیز به دنبال دارد (۳۴). پژوهش‌هایی در استرالیا نشان می‌دهد که کاهش استفاده از حشره‌کش‌ها در سال ۲۰۱۶، باعث کاهش ۳۴/۵ درصدی اثر زیست محیطی شده است و همچنین گزارش شده است که مصرف حشره‌کش‌ها در مقایسه با کشت سنتی و غیر تراریخته ۶۰ درصد کاهش یافته است. در استرالیا مشخص شد که کاهش مصرف حشره‌کش، در نتیجه کشت تراریخته مقاوم به حشره و مدیریت بهتر آفات، منجر به بهبود موثر کیفیت آب رودخانه‌ها شده است (۳۷). براساس گزارش‌ها، تراریخته‌های مقاوم به آفت، از کم خطرترین و سالم‌ترین محصولات بودند و نقش مهمی در حفظ محیط زیست دارند. از طرفی علف‌کش گلایفوسیت نسبت به علف‌کش‌هایی که برای گیاهان معمولی استفاده می‌شود، مشکلات زیست محیطی کمتری دارند (۹).

جمع‌بندی

با وجودی که در حال حاضر غذای کافی برای جمعیت جهان وجود دارد، ولی باز هم بیش از ۸۰۰ میلیون نفر در جهان دچار سوء تغذیه و فقر غذایی هستند. رشد ۵۰ درصدی جمعیت انسانی از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۵۰، به این معنی است که اگر هدف ایجاد امنیت غذایی برای مردم به‌طور جدی دنبال شود، می‌بایست میزان تولیدات محصولات کشاورزی نیز بیش از ۵۰

حشره‌کش‌ها نیز می‌شود که در نتیجه باعث کاهش مصرف سوخت و انرژی می‌شود. صرفه‌جویی در مصرف سوخت نیز عمدتاً با دوره‌های کمتر سمپاشی در مزارع (در مقایسه با محصولات گیاهی غیرتراریخته) گزارش شده است (۱۰). در استرالیا، به دلیل کاهش مصرف سموم در مزارع پنبه Bt، کاهش چشمگیری در تولید گازهای گلخانه‌ای ایجاد شده است. بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۵، استفاده گسترده از پنبه Bt، منجر به کاهش میزان سمپاشی، صرفه‌جویی در مصرف ۲۶/۸ میلیون لیتر سوخت و کاهش انتشار ۷۱/۵ میلیون کیلوگرم دی‌اکسیدکربن در اتمسفر شده است (۲۳).

آب

آب عنصری مهم و عامل تداوم حیات سایر موجودات است. فعالیت‌های کشاورزی، عامل اصلی تقلیل کیفیت آب هستند که عموماً عواملی چون مصرف کود و استفاده از سموم، آلودگی را تشدید می‌کنند. بنابراین کاهش در مصرف این سموم، بر کیفیت آب اثر مهمی خواهد داشت. یکی از نگرانی‌ها در زمینه آلودگی محیط زیست، ناشی از استفاده آفت‌کش‌هایی است که در روش‌های اصلاح نباتات سنتی به کار می‌رود. انتشار و پخش آفت‌کش‌ها از محلی به محل دیگر به علت حلالیت در آب، عامل گسترش آلودگی محیط زیست است که باید مورد توجه سازمان‌های حفاظت محیط زیست قرار گیرد (۳۰). گزارشاتی مبنی بر آن‌که سمپاشی در غرب تگزاس با سموم کلره موجب آن شده است که این سموم با توفان و باد به ۱۵۰۰ مایل آن طرف‌تر در اوهایو و سینسیناتی منتقل شود و همچنین مقادیری قابل توجه از حشره‌کش‌ها در بدن پنگوئن در منطقه قطبی مشاهده شده است. در حالی که

برعکس، محصولات تراریخته به هر طریقی این اثرها سوء را کاهش داده، بدون این که مشکلات دیگری ایجاد نمایند و از نظر فنی، زیستی و اقتصادی، استفاده از آنها ارجحیت خواهد داشت. بنابراین شایسته است از این روش که به عنوان دستاورد بیوتکنولوژی مطرح شده است، به عنوان راهکاری برای حل مشکلات بشر در بخش های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و بهداشتی استفاده نمود.

درصد افزایش یابد. چنین شرایطی ایجاب می کند تا در زمینه علوم کشاورزی و مواد غذایی، شاهد یک گذر جدی و اجتناب ناپذیر از کشاورزی سنتی به کشاورزی پیشرفته و به کارگیری روش های نوین ژنتیک در تولید محصولات زراعی، از جمله تراریخته باشیم. در این شرایط استفاده از روش های کشاورزی سنتی، یعنی افزایش استفاده از مواد شیمیایی کشاورزی و مکانیزاسیون، آثار تخریبی بیشتری بر محیط زیست گذاشته و تنوع زیستی را به شدت کاهش خواهد داد.

References

فهرست منابع

1. **Desmond S, Nicholl T. 1994.** An Introduction to Genetic Engineering. Cambridge University Press.
2. **CTIC. 2011.** National crop residue management survey [database]. West Lafayette, IN. Available on the World Wide Web: <http://www.ctic.purdue.edu/crm>.
3. **Agricultural Biotechnology in Europe. 2003.** Future Developments in Crop Biotechnology. Issue Paper 6. <http://cms.daegu.ac.kr/sgpark/life&chemistry/future.pdf>.
4. **Devose Y, Maesele P, Reheul D, Speyboeck LN, Waele DD 2008.** Ethics in the societal debate on genetically modified organisms: A request for sense and sensibility. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 21:29-61.
5. **James C. 2015.** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.
6. **Funk C, Brown M. 2009.** Declining global per capita agricultural production and warming oceans threaten food security. 2009. *Food Sec.* 1:271-289.
7. **Brown E. 2016.** Farmers continue to debate the merits of genetically modified crops as Monsanto marks 20 years of GM in Australia. Available at: <http://www.abc.net.au/news/2016-06-06/monsanto-marks-20-years-gm-crops-australia-as-debate-continues/7473978>.
8. **DANIDA. 2002.** Assessment of Potentials and Constraints for Development and Use of Plant Biotechnology in Relation to Plant Breeding and Crop Production in Developing Countries. Ministry of Foreign Affairs, Denmark.
9. **Gianessi LP. 2008.** Economic impacts of glyphosate-resistant crops. *Pest Manag. Sci.* 64: 346-352.
10. **Gianessi LP, Carpenter JE. 2000.** AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY: BENEFITS OF TRANSGENIC SOYBEANS. National Center for Food and Agricultural Policy.
11. **Gómez-Barbero M, Rodríguez-Cerezo E, 2006.** Economic impact of dominant GM crops worldwide. Technical report series.
12. **Huesing J, English L. 2004.** The Impact of Bt Crops on the Developing World. *The journal of Agrobiotechnology management & Economics.*
13. **James C. 2003a.** Biotech corn can boost yields to help growing world food demands. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.

"توحیدفر و حاجی برات، مقایسه کارآیی اصلاح نباتات سنتی با مهندسی ژنتیک"

14. **James C. 2015.** 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, NY.
15. **Sankula S.2006.** Quantification of the Impacts on U.S. Agriculture of Biotechnology-Derived Crops Planted in 2005. National Center for Food and Agricultural Policy.
16. **Ward CW, White FC, Isengildina O. 2001.** COMPARISON OF CONVENTIONAL AND TRANSGENIC TECHNOLOGIES UNDER ALTERNATIVE CULTURAL PRACTICES FOR COTTON IN GEORGIA. Economics Association Annual Meeting.
17. **Zhang T, Zhou S.2003.** The Economic and Social Impact of GMOs in China, China Perspectives.
18. **Brookes G., ۲۰۰۷** The Farm Level Impact of Using Roundup Ready Soybeans in Romania. [Online]. Available at: http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/GM_soybeans_Romania.pdf
19. **Khosravi S, Tohidfar M. 2012.** The role of transgenic crops sustainable development. Journal of Biosafety.
20. **Global outlook for agricultural biotech. (2004).** APBN, 8 (18), p. 1021.
21. **National Research Council (NRC). 2010.**The impact of genetically engineered crops on farm sustainability in the United States. Washington, DC: The National Academies Press.
22. **XU A, Indala S, Hertwig Th, Pike RW, Knopf F C, Yaws, CL, Hopper JR. 2005.** Development and integration of new processes consuming carbon dioxide in multi-plant chemical production complexes, Clean environ policy, 7 97-115.
23. **Johnson JMF, Franzluebbbers A. 2007.** Agricultural Operations to Mitigate Greenhouse Gas Emissions, Environmental pollution, Vol. 150, PP. 107-124.
24. **MARA SEN ITN, COCKF IELD1 G, MAROUL ISJ.2010.** An assessment of greenhouse gas emissions: implications for the Australian cotton industry. Journal of Agricultural Science.
25. **IARC, 2015.** Glyphosate, vol. 112 of IARC Monographs, International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon, France, , <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-02.pdf>.
26. **Ishida Y. Satio H, Ohta S, Hiei Y, Komari T, Kumashiro T. 1996.** High efficiency transformation of maize (*Zea mays* L.) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*, Nature Biotech, 14:745-750.
27. **Christoffoleti PJ, De Carvalho SJ P, Lopez-Ovejero RF, Nicolai M, Hidalgo E, Da Silva JE. 2007.** Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. Crop Prot. 26:383–389.
28. **Agricultural Biotechnology in Europe. 2003.** Future Developments in Crop Biotechnology. Issue Paper 6. <http://cms.daegu.ac.kr/sgpark/life&chemistry/future.pdf>.
29. **University of Nebraska – Lincoln. 2015.** Overview of Crops Genetic Engineering. <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?>
30. **Shaw IC, Chadwick J.1992.** Principles of environmental toxicology. London: Taylor & Francis., p.216.
31. **Dehghani R. Environmental toxicology.** 2010.1th ed. Publications of Tak Derakhat and Kashan University of Medical Sciences., p.172-206.
32. **Osman KA, Al-Rehiayani S. 2003.** Risk assessment of pesticide to human and the environment. Saudi J Biol Sci 2003; 10: 81–106.

33. **USDA Natural Resources Conservation Services. 2003.** Managing soil organic matter. Technical Note No.5. www.soils.usda.gov. 29- www.worldbank.org
34. **Anon. 1995e.** Information of The Netherlands on pesticides to be considered by the JMPR 1996, Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, Rijswijk, The Netherlands, December 1995. Unpublished.
35. **Conservation Technology Information Center (CTIC).2004.** National Crop Residue Management Survey. "Conservation Tillage Data." <http://www.ctic.purdue.edu/CTIC/CRM.html>.
36. **GUIA RURAL 1991.** Manual de Agricultura Orgánica. Edit. Abril Sao Paolo 226 p.
37. **Brookes G.2016.** ADOPTION AND IMPACT OF GENETICALLY MODIFIED (GM) CROPS IN AUSTRALIA: 20 YEARS' EXPERIENCE. http://www.croplife.org.au/wp-content/uploads/2016/05/CL_20-YearsGM_Lores.pdf.

Comparison of the efficiency of traditional plant breeding with genetic engineering

Masoud Tohidifar*, Zahra Haji Barat

PhD student of plant biotechnology, Department of Biotechnology, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Associate Professor of plant biotechnology, Department of Biotechnology, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

zahrahajibarat@yahoo.com

Abstract

In many poor countries, the so-called Third World, changes in agriculture is a moral necessity to reduce poverty and starvation and as a result, to establish the justice. Developing countries, where half of the population is engaged in agriculture, have the lowest income and highest rate of population growth. Plant breeding cannot lonely solve the problem of supplying enough food for the current population and millions of people that are yearly added to it. In addition, many problems, including high use of pesticides, loss of biodiversity and low efficiency threatens our food security. By eliminating the barriers of conventional plant breeding, genetic engineering provides the use of genetic resources for plant breeding and plays a significant role in preserving biodiversity and supplying food for the world. The purpose of this article is to compare transgenic crops with those products that obtained through conventional plant breeding and to evaluate the economic and environmental aspects related to transgenic crops.

Keywords: Genetic engineering, Pesticide, Plant breeding, Biodiversity, Food security.