

گیاهان تراریخته مفید یا مضر برای کشاورزی پایدار؟

سعید مهدوی اقدام^۱، حیدر پردل^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی دانشگاه تبریز، saeed.mahdavi66@gmail.com

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی دانشگاه تبریز، amir.pordel@ymail.com

چکیده

تقاضای روز افزون برای مواد غذایی چالشی عمده برای بشر می باشد. بنابراین باید به فکر تولید حداکثر محصولات با کمترین اثرات زیان آور برای بشر و همچنین محیط زیست بود. در حال حاضر بحث هایی در مورد ایجاد بهترین استراتژی برای همگام شدن با رشد جمعیت جهان و افزایش تقاضای مواد غذایی وجود دارد. یکی از این استراتژی های کارآمد استفاده از گیاهان تراریخته می باشد. گیاهان تراریخته پتانسیل کمک در هر مرحله از تولیدات محصولات پایدار را دارا هستند. مهندسی ژنتیک می تواند با دستوری، گیاهان را در مقابل بیماری ها، آفت ها و همچنین تنش های زنده متحملتر کرده و همچنین باعث بهبود عمر مواد غذایی می گردد. علاوه بر این می توان برای افزایش مقدار مواد ریزمغذی و ویتامین ها و آمینواسید های ضروری در محصولات از گیاهان تراریخته استفاده نمود. از طرف دیگر کشاورزی پایدار دیگر یک مسئله اختیاری نبوده بلکه یک مسئله اجباری می باشد و باید بسیار مورد توجه قرار گیرد. اگرچه پذیرش گیاهان GM باعث کاهش استفاده از آفت کش ها و علف کش ها شده ولی سرسخت ترین مخالفان این گیاهان طرفداران محیط زیست بوده که این گیاهان را خطری جدی برای محیط زیست می دانند.

واژه های کلیدی

گیاهان تراریخته، کشاورزی پایدار، محیط زیست، تنوع زیستی

۱- مقدمه

وسیع ژنتیکی محصولات و نژادهای موجود مثل خویشاوندان وحشی گونه ها برای مقابله با یکنواخت سازی محصولات کشاورزی را نیازمند است، بنابراین تنوع زیستی فاکتور اساسی در گسترش کشاورزی پایدار می باشد [۶]. پایداری بر این اصل استوار است که رفع نیازهای حال حاضر باید بدون به خطر انداختن توانایی نسل های آینده باشد [۷]. کشاورزی پایدار جایگزینی برای حل مسئله اساسی و کاربردی مربوط به تولید مواد غذایی در مسیر زیست محیطی می باشد [۸]. بحث هایی در مورد چگونگی افزایش تولید جهانی غذا بر روی تایید یا رد استفاده از گیاهان دستوری شده ژنتیکی (GM) متمرکز گردیده است. مهمترین موضوع، تاثیر وسیع استفاده از محصولات تراریخته روی تنوع زیستی است [۵]. بر طبق بررسی ها و برآوردهای سازمان ملل و فائو جهت رفع نیاز غذایی استفاده از محصولات GM ضروری می باشد [۳].

بیوتکنولوژی کشاورزی بر اساس ارگانسیم های اصلاح شده ژنتیکی بوده و نشان دهنده یکی از پیشرفته ترین نوآوری های تکنولوژیکی در کشاورزی مدرن است [۹]. معرفی فن آوری GMO همانند انقلاب سبز سال ۱۹۵۰ با نام انقلاب ژن مورد تحسین قرار گرفت [۱۰]. دستوری

طبق پیش بینی های انجام شده جمعیت جهان در دهه های آتی به نه میلیارد نفر خواهد رسید که از نگرانی های شدید این افزایش جمعیت مرگ ده کودک در هر دقیقه بخاطر گرسنگی می باشد [۱]. بر همین اساس در طی ۴۰ سال آینده محصولات (مواد غذایی) با در نظر گرفتن محدودیت هایی از قبیل زمین های قابل کشت، آب و بدتر شدن تغییرات اقلیمی جهت برابری با چنین رشد جمعیتی به طور چشمگیری باید افزایش یابد [۲]. در حال حاضر نیز حدود ۸۴۲ میلیون نفر در گرسنگی به سر می برند [۳].

کشاورزی اولین منبع غذا می باشد اما کشاورزی مدرن بخاطر آلوده کردن آب آشامیدنی، تخریب و فرسایش خاک و کاهش تنوع زیستی، باری روی محیط زیست محسوب می گردد [۴]. با افزایش جمعیت و با توجه به تغییرات اقلیمی پیش بینی شده، جهت افزایش محصولات نیاز به دسترسی به منابع ژنتیکی ضروری می باشد [۵]. برای دستیابی به چنین ضرورتی دانش و شیوه های موجود کافی نمی باشد بلکه حفاظت از منابع

بنابراین به دانشمندان اجازه گسترش محصولات با ویژگی های مفید خاص و کاهش ویژگی های غیرمطلوب را می دهد [۱۴].

بر اساس بررسی ها میزان کشت گیاهان GM در سال ۲۰۱۲ نسبت به ۲۰۱۱ از ۱۶۰ میلیون هکتار به ۱۷۰/۳ میلیون هکتار افزایش یافته و همچنین سرعت رشد جهانی نیز نسبت به سال ۲۰۱۱، ۶٪ افزایش یافته است. در سال ۲۰۱۲ از ۲۸ کشور کشت کننده محصولات GM، ۲۰ کشور در حال توسعه و ۸ کشور صنعتی را شامل می شود و برای اولین بار در این سال کشورهای در حال توسعه ۵۲٪ از محصولات GM دنیا را تولید کردند. در دنیا اولین و بزرگترین کشور تولید کننده گیاهان GM آمریکا با ۶۹/۵ میلیون هکتار و بعد آن به ترتیب برزیل با ۳۶/۶ میلیون هکتار، آرژانتین ۲۳/۹ میلیون هکتار، کانادا با ۱۱/۶ هکتار و هندوستان با ۱۰/۸ میلیون هکتار می باشد [۱۲].

۴ - مزایای استفاده از محصولات GM

محصولات GM می توانند از راه های زیر برای جمعیت در حال رشد و همچنین زیست محیط فوایدی را داشته باشند.

مقاوم در برابر علف کش ها: برای برخی محصولات از بین بردن فیزیکی علف های هرز مثل خیش زدن مقرون به صرفه نیست بنابراین کشاورز مجبور به استفاده از علف کش های مختلف می باشد که زمانبر و هزینه بر می باشد و همچنین باید مراقب باشد تا به محصولات خود و محیط زیست نیز آسیبی نرسد. استفاده از محصولات GM مقاوم به علف کش می تواند با کاهش استفاده از علف کش به عدم تخریب محیط زیست کمک کند. برای مثال تولید سویای مقاوم به علف کش که با کشت این سویا زارع تنها نیاز به استفاده از یک علف کش ب جای چندین علف کش دارد که باعث کاهش هزینه تولید و محدود کردن خطرات ناشی از ضایعات کشاورزی می گردد [۱۶].

مقاوم در برابر حشره و آفت: از بین رفتن محصول در اثر خسارات حشره و آفت می تواند موجب از دست رفتن هزینه کشاورز و قحطی در کشورهای در حال توسعه می گردد. کشاورزان هر ساله از هزاران تن آفت کش شیمیایی استفاده می کنند. مصرف کنندگان به دلیل خطرات آفت کش ها بر سلامتی مایل به مصرف مواد غذایی تیمار شده با آفت کش نیستند و همچنین استفاده بیش از حد از این مواد شیمیایی موجب آلودگی آب و آسیب به محیط زیست می گردد. بنابراین رشد محصولات GM مثل ذرت B.t می تواند در حذف استفاده از آفت کش ها و همچنین کاهش هزینه محصولات در بازار گردد [۱۷]. ژنی که مقاومت برابر حشرات را باعث می شود از یک باکتری خاکری بنام *Bacillus thuringiensis* استخراج شده است که این باکتری برای تعدادی از آفات و حشرات پاتوژن می باشد [۱۸].

ژنتیکی یک تکنولوژی برای اصلاح گیاهان می باشد که ۱۶ سال است که به طور تجاری مورد استفاده قرار می گیرد. گیاهان دستوری شده با اصطلاحات GM، GMO، گیاهان تراریخته و گیاهان بیوتک نامیده می شوند که به مفهوم دریافت DNA خارجی است که بطور طبیعی در ژنوم گیاه وجود ندارد [۱۱]. بیشترین محصولات تراریخته کشت شده شامل چهار گیاه ذرت، سویا، کتان و کلزا بوده و عمده صفات مورد دستوری مقاومت به حشرات، ویروس ها و علف کش ها بوده است. هر سه این دستوری ها جزو ویژگی های کشاورزی بوده و جهت بهبود مدیریت و عملکرد محصولات می باشد و هدف، کشاورز است ولی برخی دستوری صفات مثل بهبود نشاسته سبب زمینی جزو ویژگی های کیفی بوده و هدف مشتری می باشد [۱۱]. در سال ۲۰۱۲، ۲۸ کشور دنیا بطور تجاری در حال کشت گیاهان GM بوده که از این تعداد ۲۰ کشور جزو کشورهای در حال توسعه و ۸ کشور جزو کشورهای صنعتی می باشند [۱۲].

۲ - گیاهان تراریخته

اصطلاح بیوتکنولوژی در سال ۱۹۱۷ توسط یک کشاورز مجارستانی به نام کارل ارکی بکار گرفته شد. تحقیقات در سال های ۱۹۷۰ ادامه داشت که در سال ۱۹۷۵ قورق کوهلر و سزار میلستین شروع و به تولید آنتی بادی های مونوکلونال کرد. در همین سالها بود که پتانسیل تکنولوژی جدید در کشاورزی نیز امتحان شد. اولین گیاه GM، تنباکو بود که در سال ۱۹۸۳، بخاطر اهداف علمی تولید گردید. در سال ۱۹۹۴ اداره غذا و دارو آمریکا اولین غذای ژنتیکی دستوری شده را تایید نمود که گوجه ای بنام (Flavr Savr) بود [۱۳]. بیوتکنولوژی یک علم جدید نیست، این علم از زمانهای بسیار دیرین به هنگام تولید پنیر، نان و نوشیدنی های الکلی و ماست استفاده می شد که می توان اصطلاح بیوتکنولوژی سنتی را به آن داد، اما در عصر حاضر با توسعه و رشد بیولوژی مولکولی بیوتکنولوژی دارای معنی و پتانسیل جدید می باشد. بیوتکنولوژی مدرن دارای اثرات جهانی و اجتماعی است [۱۴].

۳ - مهندسی ژنتیک و گیاهان GM

در طی ۳۰ سال گذشته رشته بیوتکنولوژی کشاورزی به سرعت رو به رشد بوده آن هم به دلیل افزایش دانش در مورد DNA می باشد. مهندسی ژنتیک یکی از مدرنترین ابزار بیوتکنولوژی کشاورزی مبتنی بر تکنولوژی DNA نو ترکیب می باشد [۱۵]. مهندسی ژنتیک نمونه ای از بیوتکنولوژی مدرن بوده و فرآیندی است که ژنهای خاصی را بین ارگانیسم ها انتقال می دهد و یا با حذف و اضافه کردن ژنهایی در موجودات زنده، صفاتی را در آنها تغییر می دهد بنابراین از طریق مهندسی ژنتیک گیاهان تراریخت ایجاد می شوند. عاملی که باعث جالب توجه بودن بیوتکنولوژی مدرن می شود این است که اجازه انتقال حتی تنها یک یا چند ژن مطلوب را می دهد

شده است. گیاهان نیز می توانند برای پاکسازی فلزات سنگین خاک مورد دستوری قرار گیرند [۱۰].

بیشترین گیاهان GM کشت شده غیر از سویا و کتان، ذرت و کلزا می باشد و بیشترین صفت مورد دستوری مقاومت به علف کش و سپس مقاومت به حشره کش ها است [۲۱].

۵- برخی انتقادات علیه محصولات GM

برخی از مردم بر این باورند که اثرات گیاهان GM هنوز به اندازه کافی قابل شناسایی نبوده است. نگرانی ها در مورد استفاده از DNA ویروسی در برخی گیاهان GM که ممکن است برای بدن انسان خطراتی داشته باشد و غیر طبیعی بودن این محصولات است. انتقادات علیه محصولات GM را میتوان در این سه دسته جای داد: خطرات محیطی، تهدید سلامتی انسان و نگرانی های اقتصادی

۵-۱- خطرات محیطی

خطرات ناشناخته برای سایر موجودات: در سال ۱۹۹۹ در مورد این که گرده ذرت B.t باعث مرگ و میر بالای کرم پروانه موناک می شود گزارشی شد. این کرم ها از گیاهان استبرق تغذیه می کنند نه ذرت اما هنگام نزدیکی با ذرت B.t با انتقال و پخش گرده این ذرت به اطراف و تغذیه کرم های موناک از این گرده ها همه کرم ها نابود می شدند. متأسفانه سم B.t برای بسیاری از گونه های کرم حشرات کشنده می باشد این مطالعات نشان داد که احتمال آسیب به موجودات غیر هدف نیز وجود دارد [۲۲].

کاهش اثرات آفت کش ها: همانطور که برخی از جمعیت های حشرات به حشره کش D.T.T مقاومت نشان دادند بسیاری از مردم در مورد اینکه حشراتی به ذرت B.t یا حشراتی مقاوم به سایر گیاهان GM بوجود آید احساس نگرانی می کنند [۲۳].

انتقال ژن به گونه های غیر هدف: در این مورد نیز این امکان وجود دارد که در صورت تلاقی بین علف هرز و گیاه GM مقاوم به علف کش، ژن های مقاومت به علف هرز منتقل شده و باعث ایجاد «علف هرز ویژه» شود که به خوبی محصول GM در برابر علف کش مقاومت نشان دهد [۲۳].

۵-۲- تهدید سلامتی انسان

حساسیت زایی: بسیاری از کودکان اکثراً در آمریکا و اروپا در زندگی خود با خطر حساسیت به بادام زمینی و برخی غذا ها روبرو هستند. امکان اینکه انتقال یک ژن به یک گیاه باعث ایجاد یک محصول حساسیت زای جدید یا باعث واکنش حساسیت در افراد حساس گردد وجود دارد [۲۳].

مقاوم در برابر بیماری: ژن هایی که باعث مقاومت به ویروس های گیاهی می شوند در برخی محصولات گیاهی مثل تنباکو، گوجه فرنگی معرفی شده است. با انتقال ژن های رمز کننده پروتئین کیپسول ویروسی، گیاهان در برابر برخی بیماری های ویروسی به دلیل مسدود شدن انتشار ویروس مقاوم می گردند [۱۸].

مقاوم در برابر یخ زدگی (سرما): برای مقاومت در برابر یخ زدگی نیز محصولات تراریخته ای بدست آمده است اما هنوز در مقیاس وسیع مورد استفاده واقع نشده است. برای تولید این نوع گیاهان دو روش وجود دارد، اولی کشت معمولی و سپس تیمار با باکتری ضد یخ زدگی (بخصوص توت فرنگی) و دومی استفاده از ژن ماهی هایی که در آب های سرد زندگی می کنند مانند ماهی *Hippoglossus hippoglossus* که در دریای شمال زندگی می کنند. این ژن نیز به توت فرنگی منتقل شده است [۱۸].

بهبود کیفیت غذایی: محصولات GM می توانند حاوی مغذی باشند که در رژیم غذایی روزانه مردم کم است. برای مثال برنج طلایی. برنج یکی از اصلی ترین مواد غذایی برای اکثریت مردم جهان است. بتا کاروتن که پیش ساز ویتامین A می باشد در برنج وجود ندارد و همین امر منجر به کمبود گسترده ویتامین A در دنیا مخصوصاً جنوب شرقی آسیا می باشد. در سال ۲۰۰۰ محققان اروپایی توانستند برنج تراریخته ای بدست آورند که قادر به تولید بتا کاروتن در داخل آندوسپرم بود [۱۸].

به تاخیر انداختن رسیدگی: این ویژگی برای اولین بار روی گوجه فرنگی امتحان شد. این کار به دو طریق انجام می گیرد یکی از طریق انتقال ژنی که باعث مسدود شدن سنتز گلاکتورناز شده که نقش این آنزیم نرم تر شدن میوه هاست و دیگری از طریق مسدود کردن سنتز هورمون رسیدگی می باشد [۱۸].

مقاومت در برابر شوری: قسمت عمده زمین ها شور بوده و غیر قابل استفاده برای کشت می باشد. محققان دانشگاه کالیفرنیا گوجه فرنگی تراریخته ای را تولید کرده اند که به خوبی در خاک شور رشد می کند. این گیاه تراریخته بطور شدیدی پمپ آنتی پورت سدیم/پروتون را بیان می کند و باعث ارسال زیاد سدیم به واکوئل سلول های برگ می شود [۱۸].

استفاده در داروسازی: تولید واکسن و دارو اغلب پر هزینه بوده و گاهی نیازمند شرایط ویژه ای برای نگهداری می باشد که در کشورهای جهان سوم به اسانی در دسترس نیست. محققان بر روی واکسن خوراکی در گوجه فرنگی و سیب زمینی کار می کنند که این واکسن هم به راحتی قابل نقل و انتقال بوده و هم نگهداری و توزیع آن نسبت به واکسن های تزریقی قدیمی آسانتر است [۱۹].

استفاده در بازسازی گیاهی: این خصوصیت در همه گیاهان GM نیست. آلودگی خاک و آبهای زیرزمینی در برخی نقاط جهان مشکل ساز

- استفاده بیشتر از پتانسیل تولید بیولوژیکی و ژنتیکی گونه های حیوانی و گیاهی
- تولید سودآور و کارآمد با تاکید بر مدیریت یکپارچه و حفاظت از آب و خاک و انرژی و منابع بیولوژیکی [۲۵].

۷- آیا محصولات GM و کشاورزی پایدار سازگارند؟

مقررات کشاورزی ارگانیک نه تنها استفاده از کودهای شیمیایی، آفت کش ها و علف کش ها را رد می کند بلکه استفاده از موجودات و گیاهان دستوری شده را نیز ممنوع می کند. این نگرش کوچکی برای انجام فعالیت های کشاورزی پایدار می باشد. استفاده از محصولات GM هزینه های ورودی را کاسته و موجب پاکی زیست محیط مانند کاهش استفاده از آفت کش ها، علفکش ها می گردد [۲۷].

کشاورزان در سراسر دنیا به استفاده از روش هایی که خاکورزی را کم کند روی آورده اند. از اینرو کاهش خاکورزی باعث استفاده از علف کش ها می گردد. این کار نیز بدین ترتیب انجام می گیرد که از علف کش های وسیع الطیف قبل از هر کاشت استفاده شده و بعد از چند سال نخست بذر علف های هرز از لایه های بالایی خاک از بین می رود [۲۶]. این کار درست است که باعث می شود خاکورزی یا استفاده بعدی از علف کش کم شود ولی به حد کافی باعث آسیب های زیست محیطی می گردد و امکان آسیب به خود محصول نیز وجود دارد. در اینجا می توان از محصولات GM مقاوم به علفکش استفاده نمود تا با استفاده از علف کش مورد نظر هیچ آسیبی به محصول وارد نگردد. نمونه بارز این محصول می توان به گیاهان GM مقاوم به گلایفوسیت اشاره کرد که این گیاهان GM کاهش محصولی در برابر علف های هرز از خود نشان ندادند. از طرف دیگر استفاده از گیاهان مقاوم به علف کش کاهش و یا عدم خاکورزی را به همراه داشته که باعث حفاظت و بهینه سازی خاک و رطوبت خاک می شود [۱۲].

با شیوع آفات در اکوسیستم کشاورزی مبارزه با آفات توسط آفت کش ها اگرچه نامطلوب بوده ولی ضروری می باشد. استفاده از محصولات مقاوم به آفت کش، که آفت کش های بیولوژیکی هستند می تواند جایگزین آفت کش های شیمیایی گردد. از نمونه های بارز این نوع گیاهان می توان به گیاهان مقاوم به B.t اشاره کرد. طبق آمار در طول دوره ۱۶ ساله کشت گیاهان دستوری شده (تا سال ۲۰۱۱) استفاده از گیاهان مقاوم به آفت باعث کاهش استفاده ۴۷۳ میلیون کیلوگرمی از آفت کش ها شده. همچنین صرفه جویی ۸/۹٪ در استفاده از آفت کش برابر با کاهش حدوداً ۱۸/۳٪ از اثرات سوء زیست محیطی مربوط به استفاده از این مواد شیمیایی است [۱۲].

به غیر این موارد می توان به این نکات نیز اشاره کرد که استفاده از محصولات GM یک فن آوری صرفه جویی در استفاده از زمین می باشد و

اثرات ناشناخته روی سلامتی انسان: با ورود ژن های خارجی به داخل مواد غذایی احتمال تاثیرات ناگهانی و منفی روی سلامتی انسان وجود دارد. در بررسی هایی اثرات منفی سیب زمینب GM روی دستگاه گوارش موش دیده شد [۲۴].

۵-۳- نگرانی های اقتصادی

رساندن محصولات GM به بازار یک پروسه طولانی و هزینه بر است. البته شرکت های بیوتکنولوژی کشاورزی امیدوار به برگشت سرمایه خود هستند. بسیاری از گیاهان و محصولات GM جدید ثبت شده اند. با این حال طرفداران مصرف کننده نگران این مسئله هستند که ثبت رسمی انواع جدید این گیاهان باعث افزایش بیش از حد قیمت دانه شده که کشاورزان کوچک و جهان سومی قادر به پرداخت هزینه بذر محصولات GM نخواهند بود و این امر باعث افزایش فاصله بین فقیر و غنی می شود [۲۳].

۶- کشاورزی پایدار

کشاورزی پایدار به طیف وسیعی از استراتژی ها جهت پرداختن به بسیاری از مشکلات که روی کشاورزی اثر می گذارد اطلاق می گردد. طبق تعریف Lockertz (۱۹۸۸) کشاورزی پایدار یعنی مدیریت موفق منابع طبیعی برای کشاورزی با ارضای نیازهای در حال تغییر انسان، به همراه حفظ و یا افزایش منابع طبیعی پایه و اجتناب از تخریب محیط زیست. در یک تعریف گسترده و دقیق کشاورزی پایدار را می توان به صورت زیر بیان نمود:

کشاورزی پایدار یعنی تولید محصولات کشاورزی و سیستم توزیعی به همراه

- دستیابی به ادغام و کنترل چرخه های طبیعی بیولوژیکی
- محافظت و تجدید حاصلخیزی خاک و منابع طبیعی
- کاهش استفاده از منابع غیر قابل تجدید
- بهینه سازی مدیریت
- فراهم کردن درآمد کافی و قابل اعتماد
- ترویج فرصت ها در خانواده و جامعه کشاورزی
- به حداقل رساندن اثرات سوء بر سلامت، ایمنی، حیات وحش، کیفیت آب و محیط زیست [۲۵].

از اهداف استفاده از کشاورزی پایدار می توان به طور خلاصه به چند مورد زیر اشاره نمود:

- مشارکت کامل کشاورزان در تمام مراحل تجزیه و تحلیل مشکلات و توسعه فن آوری
- دسترسی منصفانه تر به منابع و فرصت ها و پیشرفت به سوی اشکال اجتماعی کشاورزی

- [۱] P. Per, "Ny viden er farlig for en ideologi, som har spillet fallit. Jord og Viden," Vol. ۴, ۲۰۱۰a, pp. ۸-۱۰.
- [۲] ISF (International Seed Federation) ۲۰۱۱ "Agriculture under pressure," <http://www.worldseed.org/isf/home.html>
- [۳] <http://www.faostate.org>
- [۴] A.F. Emile, Ch. Jeremy and H. Toby, "Agricultural Biodiversity Is Essential for a Sustainable Improvement in Food and Nutrition Security," Sustainability, ۲۰۱۱, Vol. ۳, pp. ۲۳۸-۲۵۳.
- [۵] J. Calestous. "The new harvest—agricultural innovations in Africa". Oxford University Press, Oxford, ۲۰۱۱, p. ۲۹۶.
- [۶] S. Graham. "Five agricultural innovations to improve biodiversity," ۲۰۱۲, <http://blogs.worldwatch.org/nourishingtheplanet/fiveagricultural-innovations-to-improve-biodiversity/>
- [۷] L. Eric, M.N. David, D. Philippe, S. Veronique, C. Alberola and J. Menassieu. "Agronomy for sustainable agriculture," A review. Agron Sustain Dev, Vol. ۲۹, ۲۰۰۹, pp. ۱-۶.
- [۸] L. Rattan. "Soils and sustainable agriculture," A review. Agron Sustain Dev, Vol. ۲۸, ۲۰۰۸, pp. ۵۷-۶۴
- [۹] S.C. Wen. "Genetically Modified Organisms (GMOs) and Sustainability in Agriculture," Contributed paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia, ۲۰۰۶.
- [۱۰] P. Prabhu and R. Tom "From the green revolution to the gene revolution: how will the poor fare?," ESA working, ۲۰۰۵, pp. ۰۵-۰۹.
- [۱۱] W. Jonathan, "The Parliamentary Office of Science and Technology," ۲۰۱۱. POSTnote. ۲۸۶.
- [۱۲] C. James, "Global status of Commercialized Biotech/GM Crops: ۲۰۱۲," ISAAA Brief, No. ۴۴, ۲۰۱۲, ISAAA: Ithaca, NY.
- [۱۳] B. Gruppo, "Is GM agriculture sustainable? Food security, environmental and health implications of transgenic crops." Barilla Center for Food & Nutrition. ۲۰۱۲.
- [۱۴] O.U. Alfred, "Transgenic plants: Successes and controversies. Biotechnology and Molecular Biology," Reviews, Vol. ۴ (۱), ۲۰۰۹, pp. ۱۱۸-۱۲۷.
- [۱۵] C. James, "Global status of Commercialized Biotech/GM Crops: ۲۰۱۰," ISAAA Brief, No. ۴۲, ۲۰۱۰, ISAAA: Ithaca, NY.
- [۱۶] H. Ohkawa, H. Tsujii and Y. Ohkawa. "The use of cytochrome P₄₅₀ genes to introduce herbicide tolerance in crops," a review, Pesticide Science, Vol. ۵۵, No. ۹, pp. ۸۶۷-۸۷۴, Sep ۱۹۹۹.
- [۱۷] J.M. Daniel, L.P. Melvin, W.B. James, R.R. James, S.H. Laura, S. Lynne, N. Tony, M. Lisa, R. Tracy, G.B Paul, A.L. Bruce, L.S. James, K. Kristen, S. Valerie, G. Vicki, N. Katy, X. Deping, S. Jan, Zh. Jian, C. Thomas, S. George, J. Susan, A.S. Brian, N. Kenneth, H.S. Ernest, J.S. Steven, P. Candace, K. Michael and D. Nicholas, "Insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* protect corn from corn rootworms," Nature Biotechnology, Vol ۱۹, No ۷, pp ۶۶۸-۶۷۲, Jul ۲۰۰۱.
- [۱۸] D.L. Pusta, " Transgenic Plants – Advantages Regarding Their Cultivation, Potentially Risks and Legislation Regarding GMO's" Published in Transgenic Plants - Advances and Limitations Edited by PhD. Yelda Ozden Çiftçi, ۲۰۱۲, pp. ۴۰۹-۴۲۶.
- [۱۹] D. Henry, J. S. Stephen and W. Keith, " Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and

قادر به بهره وری بالاتر در زمین های کشاورزی است و از این طریق مانع از قطع درختان جنگلی (جهت افزایش زمین های کشاورزی) و حفظ تنوع زیستی در جنگل ها و دیگر پناهگاه های زیستی می گردد. در طی این ۱۶ ساله حدود ۳۲۸ میلیون تن مواد غذایی از محصولات دستوری شده تولید شده که برای تولید همین مقدار مواد غذایی به روش سنتی به حدود ۱۰۸/۷ میلیون هکتار زمین زراعی بیشتر مورد نیاز بود که این مقدار زمین تماما برای کشت و زرع مناسب نبوده و در نتیجه نیاز به تخریب تنوع زیستی نمی باشد [۱۲].

طبق گزارشات در این دوره ۱۶ ساله کشت محصولات دستوری شده ۵۱٪ کاهش در هزینه تولید (در شخم زنی و خاکورزی، استفاده از آفت کش ها و کارکتر) و همچنین ۴۹٪ عملکرد پایدار صورت گرفته است [۱۲].

افزایش راندمان استفاده از آب تاثیر زیادی در نگهداری و قابلیت دسترس بودن آب جهان خواهد داشت. ۷٪ از آب تازه زمین به مصارف کشاورزی می رسد و این برای جمعیت آینده بشر مناسب نیست. اولین ذرت دستوری شده با درجه ای از مقاومت به خشکی انتظار می رود در سال ۲۰۱۳ در آمریکا تجاری گردد، همچنین اولین ذرت دستوری شده با مقاومت به خشکی گرمسیری تا سال ۲۰۱۷ در آفریقا کشت خواهد گردید. تحمل به تنش خشکی تاثیر عمده ای در سیستم کشت پایدار در سراسر جهان مخصوصا در کشورهای در حال توسعه که خشکی شایعتر و شدیدتر از کشورهای صنعتی دارند خواهد داشت [۱۲].

۸- نتیجه گیری

به دلیل اینکه اطلاعات مردم از تکنولوژی گیاهان GM کم بوده و ارتباطی بین مردم و محققان وجود ندارد باعث شده مردم نسبت به استفاده از این محصولات خودداری کنند. پس افزایش ارتباط بین مردم و محققان برای افزایش اطلاعات مردم یک امر ضروری می باشد که برای نیل به این هدف می توان از سمینارها، کارگاه های آموزشی استفاده نمود.

خطرات زیست محیطی و امنیت غذایی محصولات GM بطور گسترده ای مورد بحث است که ارزیابی و نظارت بر این اثرات یک بخش کاملا ضروری می باشد که قبل از ورود هر گونه محصول دستوری شده باید انجام گیرد. بیش از یک دهه از کشت محصولات GM می گذرد ولی هنوز یک مورد زبان این ها گزارش نشده، همچنین هیچگونه اطلاعاتی دال بر تضاد این محصولات با سلامتی و محیط زیست نیز گزارش نشده است (سایت WHO) ولی باز هم نمی توان اثرات و خطرات احتمالی این گیاهان را نادیده گرفت. پس می توان این گیاهان را هم برای بشر و هم کشاورزی پایدار دوست دانست .

- [۲۴] P. Arpad, "Safety of genetically modified food questioned: Interview with gene scientist," <http://www.wsws.org/articles/۱۹۹۹/jun۱۹۹۹/gmo-j۰۲.shtml>
- [۲۵] V. Praveen Rao, R. Veeraraghavaiah, S. Hemalatha and B. Joseph, "Farming Systems and Sustainable Agriculture, University of California, Davis, ۲۰۰۸, Vo. 1/No.۲, Winter/Spring.
- [۲۶] C. Macilwain, "Organic: is it the future farming?," Nature, ۲۰۰۴, Vol. ۴۲۸ pp. ۷۹۲-۷۹۳.
- [۲۷] E.D. Dulce, Oliveira and V.M. Marc, "GMOs and organic agriculture: Friends or foes for a sustainable agriculture?," Tuberosa R., Phillips R.L., Gale M. (eds.), Proceedings of the International Congress In the Wake of the Double Helix: From the Green Revolution to the Gene Revolution," ۲۷-۳۱ May ۲۰۰۲, Bologna, Italy, ۶۸۹-۶۹۸, ©۲۰۰۵.
- edible vaccines in plants," Trends in Plant Science, Vol. ۶, No. ۵, pp. ۲۱۹-۲۲۶, May ۲۰۰۱.
- [۲۰] P.B. Scott, L.R. Clayton and B.M. Richard, "Phytodetoxification of hazardous organomercurials by genetically engineered plants," Nature Biotechnology, Vol. ۱۸, No ۲, pp. ۲۱۳-۲۱۷, Feb ۲۰۰۰.
- [۲۱] V. Shiva, D. Barker, C. Lockhart, "The GMO emperor has no clothes-a global citizens report on the state of GMOs," synthesis report. Navdanya International, SICREA srl, Florence, ۲۰۱۱.
- [۲۲] Losey, E. John, Rayor, S. Linda, Carter and E. Maureen, "Transgenic pollen harms monarch larvae," Nature, Vol. ۳۹۹, No. ۶۷۳۳, pp. ۲۱۴, May ۱۹۹۹.
- [۲۳] W.B. Deborah, "Genetically Modified Foods: Harmful or Helpful?," CSA. Discovery Guides. ۲۰۰۰. pp: ۱-۱۲.