

بررسی اهمیت محصولات تراریخته و نقش آن در توسعه کشاورزی پایدار

معصومه نعمانی

دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات- ژنتیک بیومتری - دانشکده ابرویحان - دانشگاه تهران - p_m_nomani@yahoo.com

چکیده

توسعه کشاورزی پایدار با توجه به در نظر گرفتن جمعیت در حال افزایش، نیاز روز افزون برای تامین غذا، خسارت وارده به محیط زیست و بهره برداری بیش از حد از منابع طبیعی از مقوله های بسیار مهم در دنیای کشاورزی امروز می باشد. با استفاده از روش های نوین علمی، تولید محصولات کشاورزی نسبت به دهه های قبل توسعه شایانی یافته، با این همه به علت استفاده گسترده از مواد شیمیایی و خسارت های جبران ناپذیر وارده به محیط زیست، افزایش این محصولات، مشکلات گسترده ای را فراهم کرده است. به همین دلیل استفاده از روش های جایگزین، برای حصول حداکثری و پایدار محصولات و کاهش خطرات زیستی ناشی از آن مطرح شده است.

یکی از روش های افزایش تولیدات، استفاده از روش های مدرن کشاورزی مانند تولید محصولات اصلاح شده ژنتیکی (GMOs) می باشد. گیاهان زراعی تراریخته به منظور تولید با کیفیت و عملکرد برتر و حل بسیاری از معضلات بخش کشاورزی از جمله مبارزه با علف های هرز، مقاومت به بیماری ها، آفات، تنش های غیر زیستی و کاهش نیاز به استفاده از آفت کش ها و مواد شیمیایی، توسعه یافته اند. این محصولات انقلاب عظیمی در کشاورزی ایجاد کرده و کشور های مختلفی در دنیا به کاشت و توسعه این گیاهان پرداخته اند. نقش با اهمیت گیاهان ترا ریخت در تامین غذای بشر، امری تردید ناپذیر می باشد. اما از طرف دیگر، منتقدان به استفاده از محصولات تراریخته، درباره تهدید های احتمالی مصرف این محصولات در سلامتی انسان، امنیت غذایی و تاثیر بر ایمنی زیستی هشدار می دهند. به طور کلی جهان امروز باید با استفاده از این دست آوردهای نوین در بهبود و ارتقای تولید محصولات و در راستای توسعه پایدار کشاورزی گام بر دارد که در این راه با فرصت ها و چالش های گسترده ای روبرو خواهد بود. این مقاله، مروری بر روند پیشرفت و استقرار محصولات زراعی تراریخته، تجزیه و تحلیل مزایا و معایب استفاده از این محصولات و اثرات آن بر توسعه کشاورزی پایدار می باشد.

کلمات کلیدی:

کشاورزی پایدار، محصولات ترا ریخته، تنش های غیر زیستی

۱- مقدمه

تولید گیاهان تراریخت با خاصیت تحمل به علف کش ها و مقاومت به آفات، مقاومت به تنش های غیر زیستی (خشکی، شوری، سرما و)، عملکرد بالاتر و افزایش کیفیت محصولات و حفاظت از منابع طبیعی دارای اهمیت بالایی در توسعه کشاورزی پایدار می باشد.

در جهان، کشت محصولات اصلاح شده ژنتیکی (GMOs) در حال افزایش می باشد، در سال ۲۰۱۱، ۲۹ کشور در دنیا محصولات تراریخته را به صورت تجاری کشت دادند که از بین این کشورها، ۸ کشور عضو اتحادیه اروپا هستند. بزرگترین تولید کنندگان محصولات تراریخته عبارتند از: آمریکا، برزیل، آرژانتین، هند و کانادا. سطح زیر کشت محصولات تراریخته از ۱,۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۶۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۱ افزایش یافت که بیشترین توسعه را در کشورهای

با توجه به رشد فزاینده جمعیت جهان و افزایش تقاضا برای مواد غذایی، با در نظر گرفتن محدودیت اراضی قابل کشت، منابع در دسترس، تغییرات آب و هوایی، خسارات وارده به محیط زیست و کاهش حاصلخیزی بسیاری از مناطق زراعی، نیاز به استفاده از روش های نوین در تولیدات محصولات زراعی با بالاترین عملکرد و کمترین خسارت وارده به طبیعت و در راستای توسعه کشاورزی پایدار را ایجاد می کند.

مهندسی ژنتیک با تولید گیاهان تراریخت، موجب تسهیل انتقال ویژگی های مفید برای بهبود تولیدات کشاورزی را فراهم کرده است. از جمله در گیاهانی مانند سویا، ذرت، سیب زمینی، گوجه فرنگی، برنج و.....



روش های نو ترکیبی، برای تولید عملکرد و کیفیت بالاتر محصولات و تولید پُروتئین های با اهمیت

شدن حمایت می کند و کشاورزی علمی که به دنبال کار با طبیعت می باشد، قرار داده است. به نظر او تفاوت بین این دو روش بر پایه دو اصل تقلیل گرایی در مقابل کل گرایی می باشد. اصول کلی حرکت محققان کشاورزی شامل تنوع، بازیافت، اجتناب از مواد شیمیایی، تولید غیر متمرکز و ... می باشد [۴].

هاروود درباره کشاورزی پایدار سه اصل را مطرح ساخت:

- ۱- روابط متقابل بین تمامی بخش های کشاورزی شامل کشاورز و خانواده اش
- ۲- اهمیت زیاد تعادل های زیستی در سیستم
- ۳- نیاز به حداکثر رساندن روابط زیستی مطلوب در سیستم و به حداقل رساندن استفاده از مواد و عملیاتی که این روابط را مختل می کند [۴].

به نظر لیسون بیوتکنولوژی کشاورزی، تقسیمی را بین این دو الگو که اساسا از لحاظ بیولوژیکی و اجتماعی - اقتصادی مخالف هم می باشند، مطرح می سازد. او بیان می دارد که الگوی متعارف کشاورزی، ترکیبی از روش های تقلیلی در بیولوژی تجربی و اقتصاد نئو کلاسیک می باشد که تلاش برای به حداکثر رساندن بهره وری دارد. در مقابل کشاورزی پایدار روشی جامع برای کشاورزی که بر روابط متقابل فرآیندهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی تمرکز می کند، می باشد. لیسون بیان می دارد که بیوتکنولوژی کشاورزی درون الگوی تقلیل قرار داشته و بنابراین متناقض با پایداری می باشد [۵].

هابل و ولز یک رویکرد متفاوتی را جهت درک وجود و نقش بالقوه بیوتکنولوژی در کشاورزی پایدار و سیستم های کشاورزی معمول بیان کرده اند. آنها سه حالتی را که محصولات تراریخته باعث افزایش انتقال کشاورزی از پایداری کم به پایداری زیاد می شود را مطرح نمودند. اولین حالت بیان می دارد که محصولات تراریخته باعث کاهش استفاده از مواد شیمیایی مضر در تولیدات کشاورزی می شود که با یک سیستم تک کشتی با تمرکز بر عوامل اجتماعی - اقتصادی تعیین می شود. به عنوان مثال گیاهان مقاوم به علف کش ها. که این گیاهان قادر به استفاده از یک ماده شیمیایی با خطرات محیطی کمتر در کنترل علف های هرز می باشند مانند گلاپوسات.

در حالت دوم، گیاهان تراریخته می توانند در کمک به کشاورز در حذف استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی، مفید باشند. در این

در حال توسعه نسبت به کشورهای صنعتی داشته است [۱]. تولید این محصولات از جدیدترین فن آوریهای تولید گیاهان می باشد که اصلاح گران نبات از آن در تولید گیاهانی با ترکیبات ژنی جدید با استفاده از استفاده می کنند. استفاده از این گیاهان در توسعه کشاورزی پایدار از طریق افزایش ارزش غذایی، بهبود عطر و طعم، افزایش ماندگاری، مقاومت به آفات و بیماری های گیاهی و حفظ ایمنی و سلامت محیط زیست می باشد [۲].

استفاده از علف کش ها، آفت کش ها و کودها برای افزایش عملکرد محصولات نسبت به گذشته، افزایش چشمگیری دارد. تولید گیاهان تراریخته، باعث استفاده کمتر آفت کش ها توسط پرورش دهندگان به میزان ۳۹۳ میلیون کیلوگرم شد که نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در سال ۲۰۰۹ داشت که معادل حذف ۷،۸ میلیون ماشین از جاده ها می باشد [۲]. تولید محصولات تراریخته در راستای توسعه کشاورزی پایدار شامل روش هایی است که بر افزایش تولیدات غذایی بدون داشتن تأثیرات مضر بر محیط زیست تکیه می کند. به عبارتی نوعی تعادل میان تولیدات مواد غذایی، حفظ محیط زیست و اهداف توسعه جامعه فراهم می نماید.

۲- تعریف کشاورزی پایدار و توسعه گیاهان تراریخته

یکی از مهمترین تعاریف پایداری از دیدگاه کشاورزی توسط USDA (سازمان کشاورزی ایالات متحده) اتخاذ شده که به صورت قانونی در سال ۱۹۹۰ درباره غذا، کشاورزی، حفاظت و فعالیت تجاری تدوین شد. طبق این قانون واژه کشاورزی پایدار به معنای یک سیستم یکپارچه از تولیدات گیاهان و حیوانات می باشد که دارای کاربردهای مکانی خاصی بوده و در طولانی مدت انجام می شود و دارای اهداف زیر است:

- ۱- تامین نیازهای غذایی و فیبری بشر
- ۲- افزایش کیفیت محیط زیست و منابع طبیعی که اقتصاد کشاورزی به آن وابسته می باشد
- ۳- استفاده بهینه از منابع غیر قابل تجدید در طبیعت و منابع کشت و کنترل مناسب چرخه های زیستی
- ۴- حمایت از کارایی اقتصادی در فعالیت کشاورزی
- ۵- افزایش کیفیت زندگی کشاورزان و جامعه به صورت یک مجموعه کامل [۳].

به منظور درک بیشتر تعریف کشاورزی پایدار باید دریابیم که کشاورزی پایدار چگونه در طول تاریخ در مقابل کشاورزی سنتی توسعه یافته است. هاروود بیان می کند که جنبش پایدار کشاورزی در طول دهه ۱۹۰۰ در کنار صنعتی شدن کشاورزی ظهور کرده و پرورش یافته است. او تقسیم بندی را بین کشاورزی سیستماتیک که از صنعتی



اولین کنفرانس ملی الکترونیکی علوم کشاورزی و محیط زیست

First National Conference on Agriculture & Environment Sciences

..... W W W . A G R I C O N F . I R

مقایسه با روش های معمول اصلاحی به دست آورد. متداول ترین روش نوین به کار رفته شامل انتقال DNA به درون ژنوم گیاه میزبان، توسط یک گونه باکتریایی به عنوان ناقل (مانند انتقال DNA به درون سلول گیاهی توسط پلاسمید Ti از اگروباکتریوم) برای حصول صفت مورد نظری باشد. این روش با موفقیت در دولپه ای ها (گیاهان پهن برگ مانند سویا، گوجه فرنگی و ..) به کار رفته است. البته روش انتقال توسط اگروباکتریوم در همه گونه های گیاهی امکان پذیر نمی باشد. تک لپه ای ها (غلات) مستعد پذیرش اگروباکتریوم نبوده و انتقال به این روش در آنها بسیار مشکل می باشد، هر چند در سالهای اخیر، موفقیت هایی هم گزارش شده است [۸].

اولین نسل محصولات تراریخته دارای مزایای زراعی برای کشاورزان هستند. این محصولات دارای تحمل به علف کش ها (گلایفوسات، گلفوسینات و اکسینیل)، مقاومت و تحمل به حشرات (انواع متنوعی از پروتئین های Cry باسیلوس تورینجنسیس) و مقاومت قارچی و ویروسی می باشند [۹]. دومین نسل محصولات تراریخته حاوی خصوصیات تغذیه ای و سلامتی مانند سویای غنی از اسیدهای چرب ترانس و روغن کلزا و ... می باشند. همچنین غلات و سبزیجات با ارزش غذایی متنوع، به مصرف کنندگان ارائه می شوند. واریته های متحمل به شرایط کشاورزی نامناسب (خشکی، سرما و شوری) نسل جدیدی از تکامل هستند. نسل سوم گیاهان برای اهداف صنایع غذایی و تولید ملکولهای ارگانیک توسعه یافتند [۱۰]. در حال حاضر تنها تعداد کمی محصولات غذایی جهت استفاده تغذیه ای مجاز هستند و در بازارهای بین المللی تجارت می شوند که شامل سویای مقاوم به علف کش ها، ذرت مقاوم به حشرات و علف کش ها، پنبه مقاوم به علف کش ها و حشرات، به علاوه انواع مختلفی از پاپایا، سیب زمینی، برنج، کدو، چغندرقد، گوجه فرنگی بوده که در بعضی کشورها توسعه یافته اند [۱۱]. تکنولوژی های جدید اغلب نگرانی هایی را ایجاد می کنند و استفاده از تغییر ژنتیکی برای بهبود محصولات تغذیه ای از این قاعده مستثنی نمی باشند. بنابراین مزایای بالقوه محصولات تراریخته همراه با نگرانی هایی درباره احتمال خطر برای سلامت بشر و محیط زیست می باشند.

۴- مزایای استفاده از گیاهان تراریخته

۴-۱ مقاومت به آفات و بیماری ها

استقرار گیاهان تراریخته منجر به کاهش استفاده از آفت کش ها می شود که دارای اثرات سودمندی بر محیط زیست و تنوع زیستی خواهد بود. به ویژه باعث کاهش مرگ و میر دشمنان طبیعی ناشی از مصرف آفت کش ها خواهد شد. که یک جنبه مهم از حفاظت کنترل بیولوژیکی همراه با نتایج

حالت محصولاتی طراحی شده اند که خودشان آفت کش ها را تولید کرده و می توانند جایگزین استفاده از مواد شیمیایی مضر شوند. مانند استفاده از گیاهان Bt. هر چند این محصولات به دلیل انتشار ژنی و مقاومت آفت به طور کامل پایدار نبوده اند. این هم مانند حالت اول، در مورد مسائل مختلفی شامل شرایط ساختاری مزرعه، دسترسی به دانه ها و مسایل مربوط به توزیع غذایی پاسخ نداده است. با این همه حالت دوم باعث افزایش ارتقا به سمت کشاورزی پایدار نسبت به حالت اول می باشد.

در حالت سوم گیاهان تراریخته در کمک به توسعه الگوی یکپارچه از کشاورزی پایدار به کار می روند. مزایای بالقوه این نوع گیاهان شامل کاهش استفاده از مواد شیمیایی مضر، عملکرد بالاتر، بهبود کیفیت، کاهش هزینه تولید، کاهش فرسایش خاک و افزایش کنترل کشاورزی می باشد [۶].

اهداف به کارگیری محصولات تراریخته برای توسعه کشاورزی پایدار شامل موارد ذیل می باشد.

- ۱- افزایش بهره وری محصولات جهانی به منظور بهبود مواد غذایی، تامین امنیت غذایی و فیبری در سیستم های تولید محصولات کشاورزی پایدار و همچنین حفظ تنوع زیستی
- ۲- کمک به کاهش فقر و گرسنگی
- ۳- کاهش اثرات زیست محیطی کشاورزی
- ۴- کم کردن اثرات تغییرات آب و هوایی و کاهش گازهای گلخانه ای [۷].

۳- محصولات تراریخته

گیاهان تراریخته، گیاهانی هستند که وراثت DNA آنها با افزودن DNA از منابعی غیر از ژرم پلاسما والدینی با استفاده از تکنیک های نو ترکیبی حاصل شده باشد. آنها دارای ژنهای جدید و خصوصیات سودمندی مانند افزایش ارزش غذایی، بهبود طعم، حفظ طولانی مدت تازگی و پروتئین های مقابله کننده با بیماری می باشند. این محصولات در تلاش برای حل بسیاری از مشکلات مرتبط با کشاورزی تجاری، شامل بیماری و علف های هرز توسعه یافتند. روش های مهندسی ژنتیک اجازه می دهند تا دستکاری مواد ژنتیکی توسط دانشمندان دقیق تر انجام شده و باعث توسعه تنوع واریته های اصلاح شده می شود. بزرگترین مزیت محصولات ژنتیکی این است که اصلاح محصول را می توان در زمان کوتاهتر و با کارایی بیشتر در



اولین کنفرانس ملی الکترونیکی علوم کشاورزی و محیط زیست

First National Conference on Agriculture & Environment Sciences

..... W W W . A G R I C O N F . I R

دیگری مهندسی و اصلاح مسیرهای علف کش زدایی در درون گیاهان [۲۴]. مثال برای روش اول شامل تحمل به گلایفوسات و آسیفلورفن می باشد. گیاهان تراریخت متحمل به آسیفلورفن که مهار کننده بیوسنتز کلروفیل هستند، از طریق بیش بینی آنزیم هدف در گیر در بیوسنتز کلروفیل تولید شده اند [۲۵]. مقاومت به گلوپوسینات و بروموکسینیل بر اساس روش دوم می باشد. با وارد کردن ژنهایی که موجب افزایش متابولیسم این علف کش ها می شود، ترکیبات فعال تبدیل به موادی که برای محصولات غیر سمی هستند، می شوند [۲۶].

۴-۳ تحمل به تنش های غیر زیستی

تنش های غیر زیستی از جمله شوری، خشکسالی، درجه حرارت زیاد، سیل و تنش های اکسیداتیو اغلب رشد گیاهان و در نهایت عملکرد نهایی آنها را کاهش می دهند. با ایجاد محصولات تراریخته مقاوم به این تنش ها، تولیدات کشاورزی بدون داشتن صدمات زیستی، به طور چشمگیری افزایش خواهند یافت. تنظیمات ترانسژنیکی محلول هایی مانند مانیتول و پرولین برای افزایش تحمل در گیاهان استفاده شده اند [۲۲]. تولید زیاد ژن سوپراکسید دیسموتاز منجر به افزایش تحمل به سرما در گیاهان می شود [۲۷]. به علت تنش های محیطی مختلف (شدت نور بالا، عوامل بیماریزایی و سرما) گونه های اکسیژن فعال (ROS) تولید شده که باعث خسارت در گیاهان می شوند. آنزیم های آنتی اکسیدانتی شبیه سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز توانایی خنثی کردن اثرات گونه های اکسیژن فعال را دارند [۲۸].

۵- خطرات استفاده از محصولات تراریخته

رهاسازی محصولات ترانسژنیک در درون محیط زیست، موجب نگرانی های جدی در مورد پاسخ های غیر قابل پیش بینی اکولوژیکی می شود. یکی از این نتایج توزیع گسترده گیاهان ترا ریخته، تنزل و فرسایش منابع ژنتیکی که امروزه به طور معمول برای توسعه و تکامل کشاورزی در دسترس هستند، می باشند. از این رو نگرانی های اکولوژیکی فقط محدود به مقاومت آفات و ایجاد علف های جدید یا نژاد های ویروسی نمی باشد [۲۹].

با ورود محصولات ترا ریخته، بحث های زیادی درباره ایمنی این محصولات با در نظر گرفتن خطرات احتمالی تاثیر در محیط زیست و سلامت انسان ایجاد شده است. مباحث مربوط به ایمنی محیط، بر روی اثرات مستقیم و غیر مستقیم محصولات ترا ریخته بر موجودات غیر هدف و وارد شدن صفات ترا ریخته به جمعیت های گیاهان وحشی توسط انتقال دانه گرده متمرکز می باشد. در دراز مدت محصولات تغییر یافته ژنتیکی که جهت مقاومت به یک آفت خاص یا

سودمند مدیریت آفات می باشد [۱۲]. دانشمندان در تلاش برای پیدا نمودن دفاع طبیعی گیاهان بر علیه آفات، بیماری ها، ویروس ها و باکتری ها و قارچ ها هستند. گیاهان مقاوم به حشره (Bt) یکی از بزرگترین دست آوردهای بشر در زمینه تولید گیاهان ترا ریخته می باشد. Bt یک حشره کش موثر بوده که شامل پرو تئین کریستال اندوتوکسین تولید شده توسط بعضی از نژادهای باکتری باسیلوس تورینجینسیس است. پروتئین (cry) برای انسان غیر سمی اما برای حشرات سمی است [۱۳].

چین اولین کشور در تجاری سازی محصولات تراریخت مقاوم به ویروس با معرفی توتون مقاوم در سال ۱۹۹۲ بود [۱۴]. بعد از آن گیاهان مقاوم به ویروس مانند گوجه فرنگی، کدو و هندوانه تولید شدند [۱۵]. گیاهان مجهز به سیستم دفاعی طبیعی بر ضد حشرات، باکتری ها و قارچ ها توسط مهار کننده های پروتئیناز حاصل شده اند [۱۶] و [۱۷] و [۱۸]. انواع مختلفی از مهار کننده های پروتئیناز در برنج بیان شده اند، مانند مهار کننده های پروتئاز سیب زمینی، اریزاکیستاتین، مهار کننده های تریپسین لوبیا چشم بلبل، مهار کننده های تریپسین سویا [۱۹] و [۲۰]. بیش بینی ژن کیتیناز گوجه فرنگی با یک پروموتور ژنی قوی در کلزا، منجر به افزایش مقاومت در برابر حملات قارچی شد [۲۱].

استفاده از گیاهان مقاوم به آفات و بیماری های گیاهی برای تجزیه و تحلیل سازگاری با کشاورزی پایدار، بسیار مناسب می باشند. جایگزین کردن این محصولات به جای استفاده از مواد شیمیایی در کنترل آفات و بیماری ها، حرکتی به سمت کشاورزی پایدار است که البته این کار باید با مدیریت و کنترل مناسب انجام شود.

۴-۲ مقاومت به علف کش ها

علف کش های اولیه صدمات بسیاری به گیاهان و محیط زیست وارد می کردند. در حال حاضر مواد شیمیایی جدید مانند گلایفوسات به طور گسترده ای برای استفاده توصیه می شود. چون توسط میکروارگانسیم های خاک به سرعت قابل تجزیه می باشند. با وارد کردن ژن متحمل گلایفوسات به درون غلات، علف کش ها می توانند در روی محصولات در طی فصل رشد برای کنترل جمعیت علف های هرز به کار برده شوند [۲۲]. مهمترین گیاهان تراریخته متحمل به علف کش ها سویا، ذرت و پنبه می باشند [۲۳].

روش های استفاده شده در تولید گیاهان تراریخته متحمل به علف کش ها به دو صورت می باشند. یکی تغییر درجه حرارت حساسیت آنزیم هدف، به طوریکه مانع حساسیت گیاه به علف کش ها شود و



اولین کنفرانس ملی الکترونیکی علوم کشاورزی و محیط زیست

First National Conference on Agriculture & Environment Sciences

..... W W W . A G R I C O N F . I R

شناخت عمومی از محصولات ترا ریخت نسبتا کم بوده و این دلیل حساسیت و مخالفت هایی برای تولید و مصرف این محصولات است. در دسترس قرار دادن اطلاعات جامعی بر مبنای داده های واقعی و نشان دادن مزایای این گیاهان به پذیرش عمومی این محصولات خواهد انجامید. ارزیابی اثرات زیست محیطی قبل از اینکه محصولات ترانسژنیک در شرایط مزرعه کاشته شده و به صورت تجارتي عرضه شود، باید به طور کامل انجام شود.

گیاهان تراریخته می توانند ابزار بالقوه ای برای توسعه کشاورزی پایدار باشند. طرفداران محصولات تراریخته ادعا می کنند که این محصولات، دوست محیط زیست بوده و هیچ خطری برای سلامتی انسان ندارند و علاوه بر این، تولید این محصولات برای کشاورزان بسیار سودمند خواهد بود. منتقدان استفاده از این محصولات ادعا می کنند که دلیل انتقال ژنهای جدید در گیاهان زراعی، ممکن است ترکیب شیمیایی مواد غذایی تغییر یافته و در دراز مدت موجب مسمومیت و به خطر افتادن سلامتی انسان ها شود. بنابراین هر کشوری ملزم به تعیین و تنظیم قوانینی در کاربرد محصولات تراریخته می باشد. اگرچه بسیاری از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته دارای قوانین خاصی در استفاده از این محصولات هستند. باید تغییرات مهمی در ساختار اصول حقوقی و قانونی تحقیقات و توسعه گیاهان تراریخته در کشاورزی برای تامین سلامتی بشر و حفاظت از منابع طبیعی، قبل از اینکه محصولات وارد بازار یا طبیعت شده و به طور چشمگیری مورد استفاده قرار گیرند، انجام گیرد.

محصولات تراریخته دارای توانایی تولید محصولات غذایی پایدار می باشند. توسط روش های مهندسی ژنتیک محصولات مقاوم به آفات و بیماری ها و دارای کیفیت مناسب ایجاد می شوند. این محصولات کارایی استفاده از مواد معدنی توسط گیاهان را بهبود بخشیده و باعث افزایش عملکرد و کاهش هزینه های تولید می شوند. این محصولات می توانند در بهبود تحمل به تنش های غیر زیستی مانند شوری، خشکی، سمیت ناشی از آلومینیوم در خاک، تکامل یابند. این فن آوری می تواند عمر مفید محصولات زراعی را افزایش دهد. تکنیک های تولید این محصولات، می تواند باعث بهبود مقادیر زیستی در دسترس ریزمغذی ها، ویتامین ها، اسیدهای آمینه و اسید های چرب شوند.

سرمایه گذاری بر روی تحقیقات گیاهان تراریخته، افزایش اطلاعات کشاورزان، ایجاد گیاهان جدید با عملکرد و مقاومت بالا و تامین امنیت غذایی، ارتقای آگاهی های عمومی درباره منافع این محصولات و

بیماری خاص اصلاح شده اند، ممکن است دارای اثرات منفی بر گونه های غیر هدفی باشند که بی ضرر بوده و حتی دارای فایده ای نیز هستند [۳۰]. نگرانی هایی درباره ایمنی غذایی مرتبط با پتانسیل آلرژیایی ژنهای بیان کننده محصولات تغذیه ای، در محصولات دارای مقاومت به حشرات، پاتوژن های قارچی و ویروسی یا دارای تحمل به علف کش ها و همچنین کیفیت کاهش یافته این محصولات وجود دارند [۳۱] و [۳۲].

مسایل زیست محیطی مرتبط با گیاهان تراریخت مقاوم به علف کش ها شامل دو مورد می باشند: نگرانی در مورد افزایش مقاومت علف ها به گلايفوسات که موجب برگشت استفاده از علف کش های سمی قویتری شود و دیگری مشکلات مربوط به انتشار ژنی [۳۳]. جریان ژنی به عنوان یک تهدید جدی در اواسط دهه ۱۹۸۰ در نظر گرفته شد که تراریختی از گیاهان تراریخت به گیاهان غیر ترا ریخت و خویشاوندان وحشی آنها گسترش یافت. با این حال دانشمندان فرض می کنند که جریان ژنی و اثرات بعد از آن محدود خواهد بود. تحقیقات بعدی نشان داد که انتشار ژنی گسترده تر از آن چیزی بود که در ابتدا فرض شده بود [۳۴] و [۳۵]. در سالهای اخیر ورود تکنولوژی های مهندسی ژنتیک درون کشاورزی تردید عظیمی در بین دانشمندان، مصرف کنندگان و بازارهای مصرف با در نظر گرفتن تاثیرات در محیط، سلامتی و توسعه پایداری ایجاد کرده است. بنابراین لازم می باشد که آزمایشات بیشتری بر روی محصولات تراریخته برای تصمیم گیری اینکه آیا کشت این محصولات می تواند پایدار و معتبر باشد، انجام گیرد.

۶- نتایج و پیشنهادات

امروزه تولید مواد غذایی نسبت به دهه های قبل به دلیل استفاده از دستاوردهای علمی، پیشرفت شایانی داشته است. با این همه به دلیل استفاده زیاد از مواد شیمیایی در تولیدات کشاورزی، افزایش محصولات با مشکلات عدیده ای روبرو بوده است. تولید محصولات مقاوم به تنش های زیستی همراه با حفاظت از منابع طبیعی به منظور بهبود پایداری، همیشه از مسایل حائز اهمیت در کشاورزی می باشد. با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به تامین مواد غذایی، بهره برداری از پتانسیل کامل گیاهان و حفاظت از محیط زیست بسیار ضروری می نماید. در این راستا، استفاده از فن آوری های نوینی مانند تولید گیاهان تراریخت در راستای توسعه کشاورزی پایدار حائز اهمیت بسیاری می باشد.



[۱۳] BANR (Board on Agriculture and Natural Resources), "Genetically modified pest protected plant: science and regulation", Vol. ۲۹۲, pp. ۳۴-۳۶, ۲۰۰۰.

[۱۴] C. James, "Global status of transgenic crop in ۱۹۹۷", Int Service Acquisition Agric Biotechnol Appl. Vol. ۵, pp. ۱-۳۰, ۱۹۹۷.

[۱۵] R. L. Meeusen. "Commercialization of transgenic seed products": Two case studies, In: Collins G.B, Shepherd R.J, editors, Engineering plants for commercial products and applications, New York Academy of Sciences, pp. ۱۷۲-۱۷۶, ۱۹۹۶.

[۱۶] M.A. Jongsma, and C. Bolter, "The adaption of insects to plant protease inhibitors", J Insect Physiol, Vol. ۴۳, pp. ۸۸۵- ۸۹۵, ۱۹۹۷.

[۱۷] L.M. Larry, and E.S. Richard, " Lectins and protease inhibitors as plant defense against insects", J Agric Food Chem, Vol. ۵۰, pp. ۶۶۰۵- ۶۶۱۱, ۲۰۰۲.

[۱۸] J.Y. Kim, S.C. Park, I. Hwang, H. Cheong, J.W. Nah, K.S. Hahm, and Y. Park, "Protease inhibitors from plants with antimicrobial activity", Int J Mol Sci, Vol. ۱۰, pp. ۲۸۶۰- ۲۸۷۲, ۲۰۰۹.

[۱۹] D. Xu, X. Duan, B. Wang, B. Hong, T.H.D. Ho, and R. Wu, "Expression of a late embryogenesis abundant protein gene, HVA۱, from barley confers tolerance to water deficit and salt stress in transgenic rice", Plant Physiology, Vol. ۱۱۰, pp. ۲۴۹- ۲۵۷, ۱۹۹۶.

[۲۰] H.C. Sharma, K.K. Sharma, and J.H. Crouch, "Genetic transformation of crops insect resistance: potential and limitations", Crit Rev Plant Sci, Vol. ۲۳(۱), pp. ۴۷-۷۲, ۲۰۰۴.

[۲۱] R. Grison, B. Grezes-Besset, M. Schneider, N. Lucante, L. Olsen, J.J. Leguay, and A. Toppa, " Field tolerance to fungal pathogens of Brassica napus constitutively expressing a chimeric chitinase gene". Nat Biotechnol. Vol. ۱۴, pp. ۶۴۳- ۶۴۶, ۱۹۹۶.

[۲۲] P. Ahmad, M. Ashraf, M. Younis, X. Hu, A. Kumar, N. Aisha Akram, and F. Al – Qurainy, " Role of transgenic plants in agriculture and biopharming", Biotechnology Advanced, ۲۰۱۱

[۲۳] C. James, " Global review of commercialized transgenic crops in ۱۹۹۹", Int Service Acquisition Agric Biotechnol Appl, Vol. ۱۲, pp. ۱-۷, ۱۹۹۹.

[۲۴] C. Simoens, and M. Van Montagu, "Genetic engineering in plants", Human Reproduction Update, Vol. ۱, pp. ۵۲۳- ۵۴۲, ۱۹۹۵.

[۲۵] I. Lermontova, and B. Grimm, "Overexpression of plastidic protoporphyrinogen IX oxidase leads to resistance to the diphenyl-ether herbicide acifluorfen", Plant Physiol. Vol. ۱۲۲, pp. ۷۵-۸۴, ۲۰۰۰.

[۲۶] B.E. Haumann, "Bioengineering oilseed acreage escalating", Inform, Vol. ۸, pp. ۸۰۴- ۸۱۱, ۱۹۹۷.

پذیرش عمومی و ایجاد اطمینان لازم از سالم بودن این محصولات برای انسان و کاهش خطرات زیست محیطی، تدوین اصول اخلاقی تولید گیاهان ترانسژنیک و برنامه ریزی اصولی برای انتقال ژن از مهمترین ابزار رسیدن به توسعه کشاورزی پایدار می باشند.

REFERENCES:

[۱] C. James, " Global status of Commercialized Biotech / GM Crop", ISAAA Brief No.۴۲. ISAAA: Ithaca, NY, pp. ۲۹, ۲۰۱۱.

[۲] G. Brookes, and P. Barfoot, "Global impact of biotech crops: Environmental effects", ۱۹۹۶- ۲۰۰۹. Lands Biosci, Vol. ۲, pp. ۳۴-۴۹, ۲۰۱۱.

[۳] M.V. Gold, "Sustainable Agriculture: Information access tools", US Department of Agriculture, Alternative Farming System Information Center. Available at web site <http://www.nal.usda.gov> (access ۱۸ march ۲۰۱۰).

[۴] R. Harwood, "Ahistory of sustainable agriculture", In C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller, and G. House (eds). "Sustainable agriculture systems", Soil and water conservation society, Ankeny, IA. pp. ۳-۱۹, ۱۹۹۰.

[۵] T.A. Lyson , " Advanced agriculture biotechnologies and sustainable agriculture", Trends in Biotechnology, Vol. ۲۰ (۵) , pp. ۱۹۳- ۱۹۶, ۲۰۰۲.

[۶] B. Hubbell, and R. Welsh, " Transgenic crops: engineering a more sustainable agriculture?", Agriculture and Human values , Vol. ۱۴, pp. ۴۳-۵۶, ۱۹۹۸.

[۷] C. James, Executive summary – Brief ۳۷, "Global Status of Commercialized Biotech / GM crops", ۲۰۰۷- ISAAA.

[۸] S. Mehrotra, V.Goyal, "Agrobacterium – mediated Gene transfer in plant and biosafety considerations", Appl. Biochem. Biotechnol. Published online, ۲۰۱۲.

[۹] D.N. Alstad, D.A. Andow, "Managing the evolution of insect resistance to transgenic plants", Science, Vol. ۲۶۸ , pp. ۱۸۹۴- ۱۸۹۶, ۱۹۹۵.

[۱۰] S. Smyth, PWB. Phillips. "Production differentiation alternatives: Identity preservation, segregation and traceability", AgBioForum, Vol. ۵, pp.۳۰-۴۲, ۲۰۰۲.

[۱۱] L.Ponti, "Transgenic crops and sustainable agriculture in the European Context", Bull. Sci. Technol. Soci. Vol.۲۵(۴), pp. ۲۸۹- ۳۰۵, ۲۰۰۵.

[۱۲] G.M. Gurr, S.D. Wratten, and J. Luna, " Multi-function agricultural biodiversity : pest management and other benefits", Basic and applied ecology, vol.۴, pp. ۱۰۷-۱۱۶, ۲۰۰۳.



[۲۷] W. Van Camp, M. Van Montagu, and D. Inze, "Superoxide dismutases", In: Foyer C.H, Mullineaux P.M, editors, Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants, CRC Press, Inc., Boca Raton , FL, USA, pp.۳۱۷-۳۴۱, ۱۹۹۴.

[۲۸] P. Ahmad, M. Sarwat, and S. Sharma, "Reactive oxygen species, antioxidants and signaling in plants", J Plant Biol, Vol. ۵۱, pp. ۱۶۷-۱۷۳, May ۲۰۰۸.

[۲۹] H.W. Kendall, R. Beachy, T. Eismer, F. Gould, R. Herdt, P.H. Ravon and et al, "Bioengineering of crops (Report of the world bank panel on transgenic crops)", Washington, DC, World Bank, ۱۹۹۷.

[۳۰] M. O Callaghan, T.R. Glare, E.P.J. Burgess, L.A.Malone, "Effects of plants genetically modified for insect resistance on non – target organisms", Annu. Rev. Entomol. Vol. ۵۰, pp. ۲۷۱-۲۹۲, July ۲۰۰۵.

[۳۱] V.E. Prescott, P.M. Campbell, A. Moore, J. Mattes, M.E. Rothenberg, P.S. Foster, T.J. Higgings and S.P. Hogan, "Transgenic expression of bean alpha- amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity", J. Agric. Food Chem, Vol. ۵۳, pp. ۹۰۲۳-۹۰۳۰, ۲۰۰۵.

[۳۲] A. Mishra, P. Sharma, C.Goel, B.P. Singh, and N.Arora, "Allergenicity assessment of genetically modified foods", Int. Integr.Biol, Vol. ۱۰(۱), pp.۱-۸, ۲۰۱۰.

[۳۳] T.R. Legleiter, and K.W. Bradley, "Glyphosate and multiple herbicide resistance in common waterhemp (Amaranthus rudis) populations from Missouri", Weed Science, Vol.۵۶(۴), pp. ۵۸۲-۵۸۷, ۲۰۰۸.

[۳۴] D. E. Ervin, L. L. Glenna, and R. A. Jussaume Jr, "Are biotechnology and sustainable agriculture compatible?", Renewable Agriculture and Food System, Vol ۲۰(۲), pp. ۱۴۳-۱۵۷, ۲۰۱۰.

[۳۵] N.C. Ellstrand, "When transgenes wander, should we worry?", Plant Physiology, Vol. ۱۲۵ (۴), pp. ۱۵۴۳ – ۱۵۴۵, April ۲۰۰۱.