

An Overview of Challenges in Producing and Consuming Transgenic Products

Leila Najafian¹,
Ali Zamanmirabadi²,
Fatemeh Khaleghi³

¹Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

²PhD Student in Plant Pathology, Applied Research & Seed Production Center, Oilseed Research and Development Co., Mazandaran, Iran

³PhD in Natural Products, The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received January 18, 2020 ; Accepted April 26, 2020)

Abstract

The production and consumption of genetically modified (GM) products are highly controversial due to their environmental, health, and ethical impacts. Most of these disputes are caused by distrust of regulatory authorities, scientists, and technocratic decisions. Among all these concerns, health issues, allergenicity and antibiotic resistance are more important. Many of today's social development problems, including public health, energy, water scarcity, and economic problems are associated with the nutrition system. So, this article provides useful solutions for appropriate utilization of GM products at present and future and aims to improve the people's attitudes towards the impacts of biotechnology on food and agriculture. The current study was carried out in electronic databases, including Google Scholar, Pubmed, Scopus, Science direct, SID and Civilica using the following keywords: Genetically modified plants, GMOs safety, and Health risks. Information about biotechnology, transgenic products, technical methods for the assessment of these products, the organizations involved, and the benefits and disadvantages of GM products were recorded. Safe use of GM products could be achieved by approving specific rules in biotechnology, while respecting the safety principles, continuous evaluation and dissemination of information, and upgrading the public knowledge about these products.

Keywords: genetically modified, transgenic, biotechnology

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 30 (185): 154-172 (Persian).

* **Corresponding Author: Fatemeh Khaleghi** - The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: ftkhaleghi@yahoo.com)

مروری بر برخی از چالش‌های تولید و مصرف محصولات تراریخته

لیلا نجفیان^۱

علی زمان میرآبادی^۲

فاطمه خالقی^۳

چکیده

تولید و مصرف محصولات اصلاح شده ژنتیکی از منظر تأثیرات زیست محیطی، بهداشتی و اخلاقی، بسیار بحث برانگیز بوده‌اند. بیش‌تر این مناقشات به دلایلی از قبیل عدم اعتماد به مقامات نظارتی، دانشمندان و تصمیم‌گیری‌های فن سالارانه بوده است. در میان تمامی این نگرانی‌ها، مسائل حوزه سلامت و بهداشت، آزرزی زایی و مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها اهمیت بیش‌تری داشته‌اند. از آن‌جا که بسیاری از مشکلات توسعه جامعه امروزی، از سلامت عمومی گرفته تا کمبود انرژی، آب و همچنین مشکلات اقتصادی، با نظام تغذیه مرتبط می‌باشند، این مقاله، ضمن پرداختن به موضوعات قابل بحث در مقوله تراریخته، به ارائه راهکارهای مفید در استفاده صحیح از این فناوری و اصلاح نگرش مردم بر تأثیرات زیست فناوری در مواد غذایی و کشاورزی و برنامه‌های کاربردی حال و آینده می‌پردازد. در این مطالعه مروری، کلیدواژه‌های Health risks و GMOs Safety، Genetically modified plants، Civilica و Science direct SID، Scopus، Pubmed، Google scholar در پایگاه‌های اطلاعاتی، مروری، کلیدواژه‌های Civilica و Science direct SID، Scopus، Pubmed، Google scholar در پایگاه‌های اطلاعاتی شامل تعریف زیست فناوری، محصولات تراریخته، روش‌های تکنیکی برای بررسی این محصولات، سازمان‌های درگیر، منافع و معایب مصرف این محصولات، گردآوری شد. با تصویب قوانین خاص در زمینه فعالیت‌های حوزه زیست فناوری ضمن رعایت اصول ایمنی و حفاظتی پروتکل ایمنی زیستی و همچنین ایجاد سیستم ارزیابی و انتشار مداوم اطلاعات و ارتقا دانش در سطح عمومی درباره محصولات تراریخته، امکان استفاده ایمن از این فناوری فراهم خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح شده ژنتیکی، تراریخته، زیست فناوری

مقدمه

ارزش آن‌ها به کار می‌رود. زیست فناوری، کاربردهای بسیار گسترده‌ای داشته و ردپای این علم تقریباً در تمامی علوم امروزی دیده می‌شود. بهره‌گیری از زیست فناوری در علوم کشاورزی، سابقه زیادی داشته است. دانشمندان در جهت بهبود بخشیدن به کیفیت محصولات زراعی مهم از روش‌های انتخاب (سلکسیون)،

زیست فناوری و نقش محصولات تراریخته

زیست فناوری مجموعه‌ای از ابزارهای علمی است که توسط آن موجودات زنده پس از تغییر یا بهبود در جهت تولید اقتصادی و رفاه بیش‌تر بشر به خدمت گرفته شده‌اند. این روش‌ها به‌طور مؤثری برای اصلاح و بهبود گیاهان، حیوانات و سایر میکروارگانیسم‌ها در جهت افزایش

E-mail: fikhaleghi@yahoo.com

مؤلف مسئول: فاطمه خالقی - ساری: سه راه جویبار، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده‌های گیاهی و دامی

۱. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲. دانشجوی دکترای آسیب‌شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذور، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، مازندران، ایران

۳. دکتری شیمی ترکیبات طبیعی، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده‌های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۲/۷

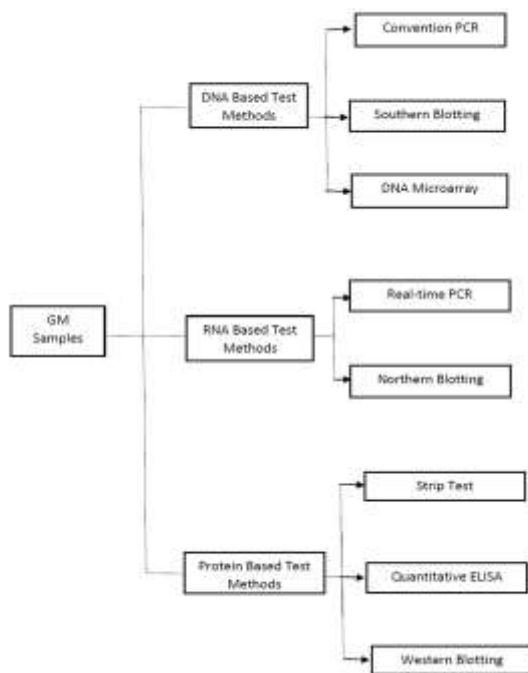
دورگ‌گیری (تلاقی) و در نهایت اصلاح نباتات، بهره‌گرفته‌اند (۴-۱). موجودات اصلاح شده ژنتیکی (Genetically Modified Organisms)، به‌عنوان ارگانیسم‌هایی شناخته می‌شوند که "که ترکیب ژنتیکی آن‌ها به گونه‌ای تغییر یافته است که در طبیعت از راه جفت‌گیری یا نوترکیبی به‌طور طبیعی رخ نمی‌دهد" (۵). تغییراتی که از طریق بهره‌گیری از زیست‌فناوری به‌طور هدفمند در موجودات زنده و گیاهان صورت می‌گیرد، غالباً در پی حل مشکلاتی است که بشر امروزه با آن مواجه است. همچنین استفاده بهینه از این فناوری جوامع را از مزایای از قبیل کاهش هزینه‌های زراعی (۶)، افزایش راندمان اقتصادی (۷)، غنی‌سازی مواد مغذی و یا مواد با ارزش درمانی، تأمین استانداردهای سلامت و بهداشت انسان‌ها با اصلاح ترکیبات شیمیایی مواد غذایی (۸-۱۱)، بهبود در فرآوری مواد غذایی (۱۶-۱۲) و تولید محصولاتی با اهداف درمانی (۱۴، ۱۵، ۱۷-۱۹) برخوردار می‌سازد. عمده‌ترین مزیت محصولات GM افزایش میزان تولید و بهبود کیفیت است و مهم‌ترین عوامل محدودکننده در این بهره‌وری، آفات، بیماری‌ها، خشکسالی، گرما، شوری و تغییرات سریع شرایط آب و هوایی می‌باشند (۶، ۲۰-۲۲). استفاده از تکنیک‌های متعارف مانند سیستم آبیاری و استفاده از کودهای شیمیایی و غیره، پیشرفت بزرگی در حیطه کشاورزی محسوب می‌شدند (۲۳)، اما در مواجهه با مشکلاتی که روز به روز در حال افزایش می‌باشند، بهره‌گیری از یک تکنولوژی پیشرفته و مدرن ضروری می‌نمود. با معرفی فناوری DNA نوترکیب در بخش کشاورزی، دانشمندان توانستند چهره جدید ارقام موجود با صفات بهبود یافته و مطلوب را توسعه دهند (۲۴-۲۶). فن‌آوری‌های GM برای پرورش دهندگان گیاهان فرصت‌هایی را ایجاد می‌کند تا بتوانند محصولاتی را که نسبت به تنش‌های آب و هوایی، هجوم آفات و بیماری‌ها، مقاوم هستند را پرورش دهند (۲۱، ۲۷). نکته مهم، چگونگی بهره‌گیری از این فناوری و رعایت اصول و مقررات مرتبط ارائه شده توسط کارشناسان این

حوزه و همچنین تأثیر آن بر افکار عمومی و مصرف‌کنندگان می‌باشد و این که با رعایت چه اصولی می‌توان از قطبی شدن سیاسی و سوءاستفاده‌های اقتصادی از آن جلوگیری کرد؟ به‌طور معمول، ما به متخصصان اعتماد می‌کنیم تا دانش درست و قابل اعتماد در زمینه‌های مربوطه خود را تولید کنند. اگرچه در ایران نیز، موضوع مدیریت و صیانت از این فناوری به متخصصان و کارشناسان این حوزه برای تصمیم‌گیری و اجماع و در نظر گرفتن منافع و معایب آن واگذار گردیده است، با این حال، به نظر می‌رسد که اعضای جامعه در مورد مواضع کارشناسان در زمینه محصولات مهندسی شده اطمینان کافی نداشته و گاهی اوقات طرح موارد علمی فیما بین متخصصین پیرامون این موضوعات و عدم اجماع آن‌ها در حوزه‌های ذی‌ربط بر بی‌اعتمادی مصرف‌کنندگان دامن زده و حواشی را به دنبال خود داشته که در نهایت تردیدهایی را در خصوص مصرف محصولات حاصل از فناوری موجود خواهد داشت. در این مقاله، علاوه بر بررسی موضوعات مورد بحث در زمینه تولید و مصرف محصولات تراریخته (GMOs) و تأثیرات احتمالی آن بر محیط‌زیست و زندگی بشر در حال و آینده، راهکارهایی نیز برای مدیریت مشاجرات اجتماعی پیرامون GMOs ارائه می‌شود.

بحث

با ورود و استفاده مهندسی ژنتیک در کشاورزی، می‌توان اطلاعات ژنتیکی مفیدی را از یک یا چند منبع مختلف به محصول هدف و با اهدافی خاص منتقل نمود که پیش از این با روش‌های سنتی و تلاقی ارقام تولید مثل امکان‌پذیر نبوده و یا نیازمند صرف سال‌های زیادی برای ایجاد آن تغییر بوده است (۳). این اطلاعات ژنتیکی به صورت DNA یا ژن‌ها کدگذاری می‌شوند. ژن‌های موجودات زنده (انسان، حیوان، گیاه و میکروارگانیسم‌ها) به راحتی قابل دست‌کاری هستند و به‌طور هدفمند قابل انتقال به موجودات دیگر می‌باشند. ارگانیسم‌های

و خوراکی می‌باشد. آزمایش محصولات زراعی GM می‌تواند در مزرعه باز یا تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده انجام شود که بستگی به نوع نمونه و حساسیت تست انجام شده دارد. به‌طور معمول، شناسایی و آزمایش مولکولی محصولات زراعی GM در سه مرحله مختلف، یعنی DNA، RNA و پروتئین انجام می‌شود (تصویر شماره ۱) که هر کدام از این آزمایشات از اهمیت ویژه‌ای در شناسایی ماهیت و نوع محصولات GM برخوردار است (۳۹).



تصویر شماره ۱: نمودار روش‌های آزمایش مولکولی محصولات تراریخته (۴۰).

نگرانی‌ها پیرامون محصولات GM

نگرانی‌هایی از ورود GMO در محصولات زراعی همچون گوجه‌فرنگی (۴۱)، ذرت (۴۲)، سیب‌زمینی (۴۳، ۴۴)، سویا (۴۵-۴۹)، برنج (۵۰)، پنبه (۵۱) و نخود فرنگی (۵۲) وجود دارد که عمده‌ترین آن‌ها را می‌شود در چهار قسمت بیان کرد: نگرانی‌های بهداشتی، نگرانی‌های زیست محیطی، نگرانی‌های اخلاقی در مورد "دستکاری طبیعت" و ترکیبی از نگرانی‌های اخلاقی و اقتصادی-اجتماعی (۵۳، ۵۴).

دست‌کاری شده در سطح ژنوم با استفاده از ابزارهای مهندسی ژنتیک به‌عنوان ارگانسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GMOs) نامیده می‌شوند. بسیاری از میکروارگانسم‌ها، یعنی باکتری‌ها و ویروس‌ها برای تولید انواع مختلف داروها و مواد غذایی، از نظر ژنتیکی اصلاح شده‌اند و در این خصوص کاربرد وسیعی دارند (۲۸، ۲۹). مهندسی ژنتیک با توسعه محصولات تراریخته برای دستیابی به صفات مختلف، در زمینه کشاورزی نقش بسزایی دارد. به‌عنوان مثال، یک ژن مفید می‌تواند از یک باکتری، قارچ و یا یک حیوان جدا شود و پس از تکثیر وارد ژنوم موجود هدف گردد تا بدین وسیله در برابر عوامل خسارت‌زا مانند بیماری، آفت و یا تنش‌های خشکی مقاوم گردد و یا اینکه صفات مرتبط با کیفیت آن محصول را بهبود بخشد (۲۲، ۳۰-۳۲).

در تولید گیاهان تراریخته یکی از پرکاربردترین موجودات زنده مورد مصرف باکتری *Bacillus thuringiensis* است که پروتئینی کریستالی تحت عنوان Cry تولید می‌کند که پس از بلعیده شدن توسط آفات باعث مرگ آنها می‌شود (۳۳، ۳۴). هم‌اکنون ژن‌های تولیدکننده این پروتئین در محصولاتی مثل ذرت، پنبه، گوجه‌فرنگی، بادمجان، برنج، کدو حلوائی، خربزه درختی، سویا و سیب‌زمینی وارد شده است (۳۷-۳۵). به‌علاوه، این فناوری به ما در بهبود کیفیت مواد غذایی، ماندگاری بیش‌تر آن‌ها و تولید غذاهایی که جذابیت بیش‌تری برای خوردن و حمل و نقل آسان‌تر دارند، کمک می‌کند. همچنین توسعه زیست-داروها یا داروهای بیولوژیک سهم بسزایی در درمان بیماری‌ها و بهبود زندگی انسان دارد (۳۸). توسعه و تولید محصولات زراعی تراریخته (GM) با تصویب یک سری از مقررات بین‌المللی پیچیده و ناهمزمان همراه بوده است (۲۹). برای ساده‌تر کردن تجارت بین‌المللی این محصولات، نیاز به شناسایی و آزمایشات دقیق جهت شناسایی مولکولی هویت و نوع محصولات GM و اطمینان از مطابقت با رعایت شاخص‌های استانداردهای واردات مواد غذایی

نگرانی‌های حوزه بهداشت و سلامت

در میان نگرانی‌های حاصل از مصرف محصولات یا فراورده‌های تراریخته، موضوعات بهداشتی، آلرژی‌زایی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی از مهم‌ترین موارد مورد بحث می‌باشد. دستکاری ژنتیکی گیاهان زراعی باعث ایجاد تغییراتی در پروتئین‌های گیاهان تراریخته می‌شود که ممکن است برای بدن انسان به عنوان عامل بیگانه شناسایی شده و منجر به ایجاد واکنش آلرژیک شود (۵۴-۵۶). از آن‌جا که آزمون مشخصی برای تعیین حساسیت‌زا بودن پروتئین‌ها وجود ندارد، روشی که در این خصوص مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل مقایسه پروتئین جدید با مواد حساسیت‌زای شناخته شده و بررسی میزان پایداری دمایی و هضم آنزیمی آن است. اگر پروتئین جدید در برابر دما ناپایدار بوده و به آسانی در واکنش‌های آنزیمی هضم شود، احتمال حساسیت‌زا بودن آن بسیار پایین خواهد بود. در غیر این صورت می‌تواند به عنوان یک ماده حساسیت‌زا مطرح شود که تایید آن، نیازمند بررسی‌های بیش‌تری در این خصوص می‌باشد (۵۷). همچنین از آن‌جا که، انتقال ژن بین ارگانیسم‌های مختلف در طبیعت کاملاً متداول بوده و یک نیروی محرک در سیر تکاملی می‌باشد، احتمال انتقال ژن افقی یا (HGT) Horizontal gene transfer برای DNA نو ترکیب از غذاهای مشتق از محصولات زراعی GM به میکروفلور روده انسان یا ژنوم انسان و حیوانات از مواردی است که نگرانی‌هایی را در این حوزه ایجاد کرده است. ژن نشانگر منتخب می‌تواند باعث ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها و کاهش اثربخشی آن‌ها در درمان بیماری‌ها شود (۵۷). با این حال، انتقال از غذا به هنگام بلعیدن یک اتفاق نادر است و تنها در صورتی که به صورت صفت بیان شود و مزیت انتخابی داشته باشد، امکان‌پذیر خواهد بود (۵۳). به علاوه، از آن‌جا که ژن‌های یوکاریوتی از نظر وجود اینترون‌ها، توالی‌های تنظیمی پیش‌ر و پایان دهنده، تنظیم اختصاصی و تمایل کدونی از ژن‌های پروکاریوتی متفاوت‌اند، بنابراین احتمال بیان

یک ژن گیاهی در یک میزبان پروکاریوتی بعید به نظر می‌رسد (۵۷).

نگرانی‌های مربوط به محیط زیست و منابع طبیعی در ایمنی زیستی ما به دنبال محافظت از سلامت انسان و حیوان از اثرات سوء احتمالی فن‌آوری GM هستیم. در مورد تهدیدات احتمالی مرتبط با استفاده از محصولات GMO خطراتی مانند آلرژی‌زایی، رشد علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش و حشرات مقاوم و همچنین آسیب به موجودات غیر هدف گزارش شده است (۵۸). موضوعاتی مثل فعال کردن ژن‌های خاص به دلیل استفاده از پروموتورهای قوی، امکان انتقال ژن‌های تغییر داده شده به گیاهان وحشی و حشرات غیر هدف و ظهور متعاقب حشرات و علف‌های هرز مقاوم یا بسیار تهاجمی را به دنبال دارد (۵۹) و این ممکن است تأثیراتی بر روی پروفایل تغذیه‌ای انسان و کاهش تنوع زیستی حیات وحش در نتیجه تغییر در دسترس بودن مواد غذایی به وجود آورد (۶۰-۶۲). علاوه بر آن توجه به این نکته که منابع طبیعی هر جامعه، ثروت آن جامعه است که فقط به نسل حاضر تعلق ندارد بلکه میراثی است که باید برای نسل آینده باقی بماند، بسیار ضروری است. براساس توصیه سازمان جهانی بهداشت (WHO)، همه کشورها باید تلاش کنند تا شاخص‌های توسعه پایدار در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی را طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ به دست آورند (۶۳). اهداف توسعه پایدار در راستای تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای حداکثرسازی رفاه فعلی انسان، بدون آسیب به توانایی‌های نسل‌های آتی برای برآوردن نیازهایشان می‌باشد (۶۴،۶۵).

مزایای غذاهای GM

مزایای زراعی و اقتصادی

به‌طور کلی مهم‌ترین دلایل تولید و استفاده از محصولات اصلاح شده ژنتیکی (GM) را می‌توان به

امنیت جهانی مواد غذایی، ایمنی بیش تر محیط زیست، کشاورزی پایدارتر، کاهش فقر و گرسنگی در کشورهای در حال توسعه مرتبط دانست (۶۶،۳۸). تولید محصولات تراریخته در سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۲ باعث افزایش بیش از ۳۷۰ میلیون تن مواد غذایی گردید. در ایالات متحده، یک هفتم این افزایش عملکرد به محصولات زراعی نسبت داده شده است. مطابق بررسی های انجام شده، در شرایط بدون استفاده از محصولات GM، برای دستیابی به چنین افزایش عملکردی، لازم است بیش از ۳۰۰ میلیون هکتار به اراضی فعلی اضافه گردد (۷،۶).

این ۳۰۰ میلیون هکتار زمین اضافی، اراضی هستند که نیاز به کود یا آبیاری بیش تری دارند و همچنین برای ایجاد آن ها ناچار به از بین بردن جنگل های مناطق گرمسیری هستیم. چنین تغییراتی در تبدیل زمین به اراضی کشاورزی و باغی باعث ایجاد تنش های جدی بر محیط زیست و اکولوژی جهان خواهد شد. تحقیقات انجام شده توسط Barfoot و Brookes (۶) نتیجه های مشابهی را تایید نمود. در فاصله سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ آن ها برآورد کردند که فناوری بیوتکنولوژی موجب افزایش تولید جهانی ۱۳۸ میلیون تن سویا، ۲۷۴ میلیون تن ذرت، ۲۱۷ میلیون تن پنبه و ۸ میلیون تن کلزا بوده است (۶). از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲، افزایش جهانی درآمد کشاورزان از مواد غذایی GM به ۱۱۶ میلیارد دلار رسید که تقریباً سه برابر بیش تر از ۱۰ سال گذشته بود (۷،۶). براساس برآوردهای جیمز (۷) و بروک (۶)، حدود ۴۲ درصد سود اقتصادی، از افزایش تولید استفاده از محصولات ژنتیکی تراریخته و مقاوم به آفات و علف های هرز بوده است.

اصلاح ترکیبات شیمیایی در غذا

برخی دیگر از دست ورزی های ژنتیکی باعث تولید و یا افزایش میزان ویتامین های A، C، E، اسیدهای چرب اشباع نشده، سلولز خوراکی و پروبیوتیک و یا سایر مواد با ارزش درمانی شده است (۹). برنج طلایی

یک نمونه قابل توجه از موارد اشاره شده است که با استفاده از شیوه های دست ورزی ژنتیکی، محققان توانسته اند ترکیب اسیدهای آمینه انواع پروتئین و همچنین محتوای کربوهیدرات ها را نیز تغییر دهند. به عنوان مثال، در گیاه لوبین شیرین توانسته اند میزان متیونین آن را غنی نمایند (۶۷،۱۰) و یا تولید انواع سیب زمینی های اصلاح شده، با ارزش تغذیه ای بالا که توانسته است در تامین برخی نیازهای غذایی بشر نقش مهمی ایفا کند (۱۱).

بهبود در فرآوری مواد غذایی

فن آوری GM همچنین توانسته است نقش مهمی در تسهیل فرآوری مواد غذایی ایفا نماید. تولید گوچه فرنگی "Flavr Savr" در سال ۱۹۹۲ توسط شرکت کالیفرنیا، Calgene، نمونه ای از این موفقیت ها است یا تغییر در غده های سیب زمینی توسط تکنولوژی ویرایش ژن است که باعث معرفی سیب زمینی هایی با پایداری بیش تر و ظاهری جذاب تر شده است (۱۲). اصلاح ژنتیک محدود به گیاهان نبوده، بلکه در حوزه های حیوانی نیز ورود نموده است. برخی از محققان در حال بررسی ماهی های تراریخته به منظور افزایش تولید هورمون رشد برای سرعت بخشیدن به رشد و وزن بدن هستند (۱۴-۱۶). به تدریج FDA (اداره غذا و داروی آمریکا) نخستین حیوانات مهندسی شده ژنتیکی، سالمون "AquAdvantage" را برای مصرف انسان در ایالات متحده تأیید کرده است. این تصمیم پس از دو دهه از محدودیت های قانونی برای تولید این گونه جانوری گرفته شد. از دیگر نمونه های بهبود در عرضه محصولات غذایی، تولید شیر با کم ترین میزان لاکتوز و تغییر کیفیت شیر گاو جهت مصرف نوزادان و بزرگسالان می باشد (۱۳،۱۶).

تولید محصولات با اهداف درمانی

از دیگر کاربردی های تکنولوژی های نوین در عرصه زیست فناوری، بیان آنتی ژن های ویروسی یا باکتریایی

در قسمت خوراکی سلول‌های گیاهی می‌باشند (۱۹،۱۷،۱۵). به‌طوری‌که غذاهای ترانس ژنیک بتوانند به عنوان واکنش‌های خوراکی، قادر به تحریک سیستم ایمنی بدن برای تولید آنتی‌بادی‌ها شوند. انواع مختلفی از محصولات (مانند برنج، ذرت، سویا و سیب‌زمینی) به عنوان حامل واکنش‌های خوراکی در برابر عفونت‌های مختلف شامل توکسین‌های اشرشیا کولی، ویروس هاری، ویروس هلیکوباکتر پیلوری و هپاتیت ویروسی نوع B مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۱۸،۱۷،۱۵،۱۴).

برخی تلاش‌های انجام شده در تولید محصولات تراریخته در ایران

در ایران نیز حدود دو دهه است که گام‌هایی برای تولید محصولات تراریخته توسط محققین این حوزه برداشته شده است. تولید بزهای تراریخته حاوی فاکتور IX (۶۸)، تولید گیاهچه تراریخته پنبه مقاوم به آفات (۷۰،۶۹،۳۷) تولید گندم‌های تراریخته مقاوم به قارچ فوزاریومی (۷۱)، تولید تنباکو مقاوم به قارچ فوزاریومی (۷۳،۷۲) باکتری‌های تراریخته *E. coli* تولیدکننده آنزیم CLA (۷۴)، برنج تراریخته مقاوم به کرم ساقه خوار توسط مرکز تحقیقات برنج در سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۵ و تولید برنج‌های مقاوم به آفت رایج حاوی ژن تولیدکننده پروتئین (۷۵)، CryIAb لاین‌های چغندر تراریخته تولیدکننده توکسین CryIAb مقاوم به کرم برگ‌خوار آگروتیس (۷۶-۷۸)، تلاش برای تولید گیاه دارویی گل میمونی بیابانی (۷۹)، یونجه تراریخته مقاوم به آفت سرخرطومی یونجه در ایران در سال ۲۰۱۳ (۸۰)، تلاش برای تولید کلزاهای مقاوم به علف‌کش گلیفوزیت (۸۱) و صدها اقدام دیگر که در آزمایشگاه‌های مراکز مختلف دولتی و خصوصی در حال انجام می‌باشد، از جمله این اقدامات است.

مواضع حقوقی-قانونی در برابر GMOs در ایران و جهان در حالی که معرفی GMO در مواد غذایی و کشاورزی بحث‌ها و گفتگوهایی را در سرتاسر جهان ایجاد کرده

است، مردم اروپا در برابر این فناوری جدید بیش‌ترین مقاومت را داشته‌اند. گفته می‌شود که اروپایی‌ها در صلاحیت آژانس‌های نظارتی شک دارند و برخی معتقدند که عمده این مخالفت‌ها ناشی از تفسیرهای متفاوت و واکنش‌های افراطی آن‌ها می‌باشد (۸۲-۹۱). واکنش مردم اروپا به GMO با بی‌اعتمادی آن‌ها به نهادهای نظارتی و رویکرد تکنوکراتیک در ارزیابی و مدیریت خطر مشخص شده است. مطابق بررسی‌های انجام شده توسط Eurobarometer (مجموعه‌ای از نظرسنجی‌های عمومی که به نمایندگی از کمیسیون اروپا انجام می‌شود) (۹۲)، بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۲، نگرانی‌هایی راجع به "دستکاری طبیعت" و پیامدهای زیست محیطی و سلامتی (آلرژن‌ها، پیوند دو نژاد و علف‌های هرز) وجود داشته است که به نظر می‌رسد عموم مردم به عملکرد سازمان‌های نظارتی اطمینان نداشته و از طرفی به توانایی دانشمندان در خدمت‌رسانی به منافع عمومی و از سوی دیگر به توانمندی آژانس‌های دولتی در تهیه سیاست‌های مطابق با قوانین و استانداردهای سلامت مردم بوده‌اند (۹۲،۹۳). ایران به موجب قانون "الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به پروتکل ایمنی زیستی مصوب ۱۳۸۲"، عضو این پروتکل شده است (۹۴). به استناد بند ۳ قانون ایمنی زیستی جمهوری اسلامی ایران مصوب سال ۱۳۸۸ که مقرر داشته:

الف- سیاست‌گذاری، تعیین و تصویب راهبردها در عرصه ایمنی زیستی و نظارت بر اجرای آن مطابق با مفاد این قانون.

ب- هماهنگی بین وظایف قانونی دستگاه‌های اجرائی ذی‌صلاح با مقررات موضوع این قانون.

ج- تصویب آئین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و ضوابط موضوع این قانون.

شورای ملی ایمنی زیستی در جلسه ۱۵ آبان سال ۱۳۹۶ به پیشنهاد مشترک وزارتخانه‌های مرتبط (جهاد کشاورزی، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و علوم، تحقیقات و فناوری و سازمان حفاظت محیط زیست)

سیاست‌های اجرایی ایمنی زیستی شامل سرفصل‌های ذیل را تصویب کرد:

- تضمین بهره برداری از فواید فناوری زیستی جدید
- حمایت از تنوع زیستی
- حفظ سلامت و بهداشت محصولات حاصل از فناوری زیستی جدید
- افزایش سطح آگاهی و مشارکت عمومی به منظور استفاده از فناوری زیستی جدید

اما اشکالات و نکات مبهمی نیز در قانون یاد شده و همچنین در نحوه کنترل و نظارت بر اجرای مقررات به چشم می‌خورد که می‌تواند چالش‌زا باشد. مبهم و مجمل بودن برخی بندهای قانون منجر به تفسیر به رای از مفاد قانون ایمنی زیستی توسط دستگاه‌های اجرایی ذیربط شده و موجب گردیده مجریان و متولیان حوزه ایمنی زیستی در اجرایی کردن قانون به اجماع نرسند.

به عنوان مثال، سازمان محیط زیست با استناد به ماده ۴ قانون ایمنی زیستی ایران و تبصره آن، بررسی ارزیابی مخاطرات زیست محیطی تمامی حوزه‌ها را در صلاحیت خویش دانسته، فلذا عقیده دارد تمامی متقاضیان باید علاوه بر دریافت مجوز از سایر دستگاه‌های ذیصلاح از سازمان محیط زیست نیز، برای ارزیابی مخاطرات زیست محیطی مجوز دریافت نمایند. این در حالی است که سایر دستگاه‌ها معتقدند حوزه تخصصی فعالیت هر دستگاه طبق ماده ۵ همان قانون مشخص شده و سازمان محیط زیست تنها متولی امور مرتبط با حیات وحش و ارزیابی خطرات زیست محیطی آن است. یکی دیگر از مشکلات مهم، عدم ساختار مناسب حقوقی در خصوص بررسی و جبران خسارات، تخلفات در امور تولید و تجارت محصولات تراریخته است. از طرف دیگر در خصوص مبحث قانونی جرم‌انگاری و مسئولیت‌های مدنی، قانون خاصی که در این حوزه جامع و مانع باشد به تصویب نرسیده است.

این در حالی است که پروتکل ایمنی زیستی (پروتکل کارتاها و پروتکل الحاقی ناگویا-کوالامپور)

به عمدی بودن یا غیرعمدی بودن خسارات کاری نداشته و در خصوص جبران خسارات احتمالی صحبت کرده است. همچنین مشخص نیست منظور از خسارت چه نوع زیان‌هایی است و این که چه اعمالی تخلف و چه اعمالی به عنوان جرم تلقی خواهند شد و تعریف درستی در این خصوص ارائه نشده است. در برخورد با تخلفات، اشاره شده است که شخص خاطی باید معادل یا چند برابر خسارت ایجاد شده را جبران کند. این در حالی است که انجام تخلف ممکن است اصلاً به خسارتی منجر نشود. در اکثریت قوانین ایمنی زیستی سایر کشورها، ساختار حقوقی مناسب با تعاریف شفاف و کافی به تخلف، جرم، خسارات غیرعمدی، نحوه جبران خسارات (پرداخت جریمه نقدی و یا زندان) اشاره شده است، اما در قانون ایمنی زیستی ایران این موارد به هیچ وجه وجود ندارد. همچنین طبق مواد ۶۸۸ و ۶۸۹ قانون مجازات اسلامی، هر اقدامی که تهدید علیه بهداشت عمومی تلقی شود، علاوه بر تحمل مجازات به تادیه خسارات وارده نیز محکوم می‌گردد. آنچه که مسلم است، قانون مسئولیت مدنی مصوب ۱۳۳۹ ایران نیز که صرفاً به جبران خسارت نظر داشته و مبحث تقصیر در بروز فعل زیانبار در آن مطرح نیست، تا زمان تصویب قانون خاص، می‌تواند بر نحوه ارزیابی و جبران خسارات ناشی بر فعالیت‌های این حوزه نظارت نماید. بنابراین، به نظر می‌رسد در حوزه زیست فناوری، مسائلی از جمله عاملان فعل، عوامل اصلی، تقصیر و نحوه تقسیم جبران خسارت بین عاملان باید با دقت و شفافیت بیش‌تری مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا در این حوزه معمولاً عوامل و اسباب متعددی در وقوع زیان احتمالی می‌توانند نقش داشته باشند و حتی ممکن است تعیین نقش و میزان ضرر برخی از این عوامل امکان‌پذیر نباشد؛ مثلاً در تغییر یافتن احتمالی گونه وحشی یک گیاه در اثر تلاقی گونه تراریخته با آن به علت پراکنده شدن بذر تراریخته، عواملی چون باد یا حشرات هم در ایجاد خسارت دخیل خواهند بود. در ارزیابی

خسارت، این نکته نیز مطرح است که آیا باید خطر و خسارتی که بالفعل شده است را ملاک قرار داد یا آنچه بالقوه است و در آینده تبعات خود را نشان خواهد داد را نیز باید لحاظ کرد؟

از آنجائی که این مباحث النهایه در عالم حقوق منجر به قاعده‌ی یقینی نشده هر یک از کشورها یکی از قواعد را برای ختم رسیدگی به موضوعات مرتبط با این مباحث برگزیده‌اند. از این رو، نیاز به تصویب قانون خاص در زمینه فعالیت‌های حوزه تراریخته برای تعیین مواردی همچون: شراکت، معاونت، سببیت و مباشرت برای جبران خسارت ناشی از فعل زیانبار در حالت‌های قصور یا تقصیر را در انواع مختلف اعمال و وقایع حقوقی تقویت می‌نماید.

اصلاح نگرش عموم مردم در پذیرش زیست فناوری و پیشنهادات در این خصوص

مطالعات بسیاری در خصوص محصولات تراریخته و ابعاد مختلف نگرش از منظر علمی، اعتقادی، شناختی، آینده‌نگری و ایمنی زیستی توسط محققین خارجی (۸۹-۸۵) و داخلی نسبت به آن انجام گرفته است. در تحقیق انجام شده در ارتباط با تعدادی از متخصصین بیوتکنولوژی کشور نشان داده شده که تعداد زیادی از این متخصصین نگرش مطلوب یا بینابینی داشته و تنها ۷/۹ درصد از این افراد مخالف استفاده از محصولات GM بودند. در مطالعه‌ای مشابه با همکاری بخشی از متخصصین شهر کرمان (۹۵) به این نتیجه رسیدند که اولویت بند در انتخاب محصولات تراریخته می‌تواند به ترتیب شامل بهداشت- سلامت، محیط زیست، منافع اقتصادی و نهایتاً تأثیرات سیاسی، مدیریتی و اجتماعی باشد. در نظر سنجی که از مردم انگلیس در سال ۲۰۰۳ (۹۶) انجام شد، بیش تر مصاحبه شوندگان نظرات مطلوبی در این ارزیابی داشتند. در مطالعه دیگری بر روی کارشناسان اروپایی، سهم نگرش این افراد به محصولات ژنتیکی مورد ارزیابی قرار گرفت، منافع درک شده و دانش در تمایل

به خرید این محصولات یا نگرش نسبت به آن‌ها را به عنوان یک عامل اصلی دانستند (۹۸،۹۷). با توجه به این که GMOها نمونه‌ای از فناوری جدید با عواقب و خطرات ناشناخته و در عین حال فواید بسیار را برای جامعه تشکیل می‌دهند، با اینحال، ارزیابی مخاطرات در این حوزه، از نظر بسیاری از کارشناسان و همچنین مصرف‌کنندگان ناکافی به نظر می‌رسد و از نظر عده‌ای تصمیم‌گیری در این خصوص بسیار تکنوکراتیک تلقی می‌شود. بسیاری از صاحب نظران و کارشناسان حوزه غذا خواستار بهبود مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها و تنظیم مقررات در بحث‌های مربوط به محصولات تراریخته می‌باشند. قدم اول در جهت پذیرش این فناوری جلب اعتماد کارشناسان و صاحب نظران حوزه غذا و سلامت و به تبع آن مصرف‌کنندگان می‌باشد. جهت حصول نتایج قابل قبول، انجام آزمایشاتی دقیق در خصوص سلامت این محصولات برای انسان‌ها و محیط زیست باید با مشارکت سازمان‌های نسبتاً بی طرف مانند دانشگاه‌ها (بدون سرمایه‌گذاری ذینفعان در حوزه زیست فناوری) یا اتاق فکر فعالان محیط زیست و یا سازمان‌های بشردوستانه و فعال در حوزه‌های اجتماعی انجام شود. پر واضح است که، در مورد GMO یافتن خط مشی "بی‌طرفی" کار سختی خواهد بود، اما با داشتن رهبری قوی غیرممکن نیست. از این رو، توانمندسازی زیرساخت‌ها و نیروی انسانی در زمینه مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی و اقدامات مناسب دولت برای توسعه ایمن محصولات تراریخته و ارزیابی مخاطرات احتمالی آن ضروری می‌باشد. همچنین، دولت مکلف است تا اقدامات لازم برای تشخیص و بررسی مواد تراریخته با ایجاد آزمایشگاه‌های پیشرفته و همکاری بخش‌های خصوصی انجام دهد تا اطلاع رسانی مناسب به مردم را در مورد سلامت مواد غذایی تراریخته انجام داده و در خصوص مخاطرات احتمالی این مواد که براساس آزمایشات معتبر معلوم می‌شود، اقدامات لازم را انجام دهد. در این راستا تهیه اطلاعات و اخبار مستند علمی بر

پایه ارزیابی‌های علمی از مخاطرات احتمالی با استفاده از متخصصان امر برای جلوگیری از انتشار اخبار غیرعلمی و غیرمستند و افراط و تفریطی مخالفان یا موافقان بسیار دارای اهمیت است. در این بین، وظیفه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت جهاد کشاورزی دارای اهمیت بیش‌تری می‌باشد.

راهکارهایی جهت ارتقاء کیفیت بهره‌وری از تکنولوژی‌های نوین در زمینه کشاورزی

ایران به دلیل تنوع اقلیمی و قدمتی که در کشاورزی دارد، گنجینه‌ای ارزشمند از میراثی است که باید حفظ و نگهداری شود. به نظر می‌رسد که علی‌رغم سابقه تاریخی کشاورزی در ایران و تنوع الگوهای مختلف کشاورزی در ایران، مطالعات انجام شده در این خصوص بسیار محدود بوده و اقدامات مناسبی در خصوص حفظ تنوع زیستی و میراث کشاورزی ایران صورت نگرفته است (۹۹). از طرفی تامین امنیت غذایی و حفظ منابع طبیعی با توجه به افزایش جمعیت تبدیل به چالشی بزرگ شده است. هر چه جمعیت بیش‌تر شود، فشار مردم بر منابع طبیعی نیز افزایش می‌یابد و با از بین رفتن پوشش گیاهی، زمین برای فرسایش آماده می‌شود. پس با فرسایش شدید زمین و کمبود آب، نتیجه‌ای جز بروز قحطی و هجوم روستاییان به مناطق شهری و پر کردن اطراف شهرها باقی نمی‌ماند (۱۰۰). بر این اساس، بدون حفظ منابع طبیعی و دست‌یابی به بهترین شیوه‌های بهره‌برداری از آن، نمی‌توان امنیت غذایی انسان‌ها را تأمین کرد. خاک از منابع طبیعی و محدود زمین است و پس از آب و هوا، مهم‌ترین جزء محیط زیست محسوب می‌شود. اهمیت و نقش خاک در تغییرات آب و هوایی، فرسایش زمین، امنیت غذایی و نیز اکوسیستم به ترتیب موضوع کنوانسیون سازمان ملل در خصوص تغییرات آب و هوایی، کنوانسیون سازمان ملل در خصوص مبارزه با بیابان‌زایی و نیز کنوانسیون تنوع زیستی به عنوان مصادیقی از منابع الزام آور مرتبط در عرصه حقوق

بین‌الملل محیط زیست می‌باشد (۱۰۱). در این‌جا، در کنار اهمیت و لزوم پرداختن به موضوع تراریخته، مواردی را در جهت جلب اعتماد کشاورزان و استفاده بهینه از زیست‌فناوری در زمینه کشاورزی و افزایش بهره‌وری برای کشاورزان و تولیدکنندگان غذا به موازات بهره‌گیری از مزایای محصولات تراریخته ارائه خواهیم داد.

۱- توسعه مزارع بیودینامیک

از جمله راهکارهای موفق در حیطه کشاورزی که اخیراً در جهان مورد توجه بسیاری قرار گرفته است، توسعه مزارع بیودینامیک (BD) می‌باشد (۱۰۲-۱۰۴). در کشاورزی تجاری از مواد شیمیایی نظیر کودها و آفت‌کش‌های سنتزی (synthetic) استفاده می‌شود که با وجود تأثیرات مثبت بر کنترل آفات گیاهی باعث تأثیرات منفی بر میکروارگانیسم‌های مفید و مواد آلی خاک می‌گردند. به کار بردن سموم شیمیایی ممکن است به افزایش آفات مقاوم بیانجامد (۵۸) که در نهایت نیازمند سموم بیش‌تر و قوی‌تر خواهند بود. نهاده‌های شیمیایی که در کشاورزی تجاری مصرف می‌شوند علاوه بر تأثیرات منفی بر خاک‌ها قادرند پس از شسته شدن توسط باران و آب‌های آبیاری سبب آلودگی سفره‌های زیر زمینی با مصارف آشامیدنی شوند. بقایای سموم شیمیایی در محصولات کشاورزی که وارد بدن می‌گردند، قادرند تا بر سیستم ایمنی انسان صدمه بزنند، ایجاد حساسیت و تولید بیماری‌های عفونی و حتی سرطان نمایند و نیز طعم محصولات تولیدی را تغییر دهند (۱۰۵). استفاده از تکنیک‌های کشاورزی سنتی بدون کاربرد نهاده‌های شیمیایی و سایر افزودنی‌ها کمک می‌نماید تا خاک و گیاهانی سالم داشته باشیم. در واقع این روش‌ها به عنوان مسیری صحیح در جهت دور ماندن از مضرات کشاورزی تجاری پیشنهاد شده است (۱۰۶). علی‌رغم تایید وجود بقایای سموم شیمیایی در محصولات غذایی و علم به مضرات این مواد برای سلامتی انسان و همچنین تایید برخی مطالعات، حاکی از

نزول کیفیت پروتئین‌های گیاهی در اثر کاربرد آفت‌کش‌ها، با وجود این تصور می‌شود که محصولات ارگانیک در مقایسه با محصولات تجاری از کیفیت غذایی مطلوب برخوردار نیستند (۱۰۷). ایده اولیه کشاورزی بیودینامیک حدود ۹۰ سال پیش توسط رودولف اشتاینر، فیلسوف اتریشی تحت عنوان "آنتروپوزوفی" (Anthroposophy) یا حکمت انسانی شکل گرفت. اشتاینر نگاهی معنوی به دنیای انسان داشت و معتقد بود که انسان با دنیای پیرامون خود یکی است و ارتباطی عرفانی با آن دارد. پیروان او بر این باورند که با حذف کودها و آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی، نیروهای کیهانی آزاد می‌شوند (۱۰۸). در حقیقت کشاورزی BD نوعی از کشاورزی ارگانیک پیشرفته است که در راستای افزایش تولیدات کشاورزی به کیفیت مواد غذایی و سلامت خاک نیز توجه ویژه‌ای دارد (۱۰۹، ۱۰۴). این نوع کشاورزی بر توسعه عمومی و متعادل کل مجموعه کشاورزی شامل خاک، گیاهان و حیوانات بسان یک واحد "خود غذادهنده" (self nourishing) تأکید می‌ورزد. کشاورزی BD نظیر کشاورزی آلی و سایر روش‌های جدید کشاورزی اکولوژیک طرفدار بکارگیری کودهای دامی و کمپوست با اجتناب از کاربرد مواد شیمیایی بر خاک و گیاهان می‌باشد (۱۰۷).

۲- بکارگیری فن‌آوری‌های پیشرفته کشاورزی و آبیاری و تغییر نوع محصول

این فن‌آوری می‌تواند شامل استفاده از حسگرها باشد از قبیل: حسگرهای قابل استفاده در آب و هوا، تجهیزات تله‌ماتیک، حسگرهای مورد استفاده برای محصولات، حسگرهای مرتبط با زیرساخت سلامت و استفاده از ربات‌های کشاورز (۱۱۲-۱۱۰).

۳- کاهش ضایعات و اتلاف مواد غذایی

ضایعات محصولات کشاورزی از دیدگاه امنیت غذایی، اقتصادی و سیاسی قابل عنایت و تأمل بوده و

باید در قالب یک برنامه جامع راهبردی و فرابخشی نسبت به پیاده‌سازی ساختارهای لازم در جهت پیشگیری، پایش و کاهش ضایعات اقدام نمود. این امر با تولید فرآورده‌هایی با ارزش افزوده از پسماندهای صنایع تبدیلی و کشاورزی امکان پذیر خواهد بود (۱۱۵-۱۱۳).

۴- توسعه سیاست‌های حامی تولید و مصرف غذای پایدار

بر اساس تعریف سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی، در سال ۲۰۱۰، "رژیم‌های غذایی پایدار" رژیم‌هایی هستند که با کم‌ترین اثرات زیست محیطی به تحقق امنیت غذا و تغذیه کمک می‌کند و زندگی سالم را برای نسل‌های حاضر و آینده به ارمغان می‌آورد. رژیم‌های غذایی پایدار حافظ و مراقب تنوع زیستی و اکوسیستم ما هستند. این نوع رژیم از نظر فرهنگی قابل قبول، از لحاظ اقتصادی منصفانه و مقرون به صرفه، قابل دسترس برای همه و از نظر تغذیه ای کافی، ایمن و سالم می‌باشند و از منابع انسانی و طبیعی به صورت بهینه استفاده می‌کنند (۱۱۶-۱۱۸). از دیگر موضوعات تولید پایدار استفاده از روش‌های کنترل بیولوژیک علیه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در مزارع، باغات و گلخانه‌ها می‌باشد که نقش مهمی در تولید پایدار محصولات کشاورزی دارد و می‌بایست به آن توجه نمود (۱۱۹).

در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کرد که محصولات GM به طور گسترده تولید و در سراسر جهان استفاده می‌شوند و هم‌اکنون به طور وسیع در بیش‌تر کشورهای دنیا با برجسب مناسب این نوع از محصولات توزیع شده و مزایای آن نیز کم نبوده است. با توجه به تمام نگرانی‌ها و شک و تردیدهایی که در ارتباط با تکنولوژی GM وجود دارد، سازمان‌های بین‌المللی متعددی استفاده برخی محصولات مهندسی شده ژنتیکی براساس آزمایش‌های *in vitro* و *in vivo* را پذیرفته‌اند. علاوه بر بحث‌ها و چالش‌های ذکر شده در بررسی کنونی، لازم به ذکر است که امروزه بحران شدید کمبود آب و کاهش بارندگی در مناطق جغرافیایی وسیع وجود دارد.

تراریخته نبوده و در محصولات سنتی حاصل از روش‌های اصلاح سنتی نیز قابل مشاهده است. در کشور ما با توجه به مجموعه اقداماتی که برای تولید این محصولات در دو دهه اخیر علی‌رغم بسیاری از مخالفت‌ها برای تحقیق و تولید این محصولات با توجه به رویکردهای اقتصادی و مدیریتی و با در نظر گرفتن تأثیرات زیست محیطی و حفظ سلامت و بهداشت جامعه در حال انجام است، به نظر می‌رسد بار اصلی نظارتی و فنی بر عهده سه وزارتخانه بهداشت، کشاورزی و محیط زیست می‌باشد. نظارت کامل بر اجرای فرایندهای تولید این محصولات، ارائه دستورالعمل‌ها و به روز رسانی فرایندهای بررسی ایمنی زیستی با توجه به ویژگی‌های هر محصول، مونیتورینگ مستمر تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم محتمله استفاده از این مواد بر انسان، حیوانات و محیط زیست، رعایت قوانین برچسب‌گذاری محصولات تراریخته در احترام به حقوق مصرف‌کننده و اعطای حق آزادی انتخاب به وی از جمله مجموعه موضوعات مهم در فرایند تولید و توزیع این محصولات می‌باشد.

سپاسگزاری

این مطالعه با کد طرح ۳۴۳۹ و کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1397.3439 در معاونت محترم تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران به تصویب رسیده است.

References

1. Harlander SK. The evolution of modern agriculture and its future with biotechnology. *J Am Coll Nutr* 2002; 21(3): 161S-165S.
2. Monti LM. The role of biotechnology in agricultural research. *Biotechnology enhancing research on tropical crops in Africa*. CTA/IITA co-publication; 1992; 1-10.
3. Herdt RW. *Biotechnology in agriculture*. *Annu Rev Environ Resour* 2006; 31: 265-295.
4. King PP. *Biotechnology. An industrial view*. *J Chem Technol Biotechnol* 1982; 32(1): 2-8.
5. Stanciu S, Sarbu R. Research on the use of GMOs in Romanian food production. *J East Eur Res Bus Econ* 2019; 2019: 2169-0367.
6. Brookes G, Barfoot P. Economic impact of gm crops: the global income and production effects 1996-2012. *GM Crop Food* 2014; 5(1): 65-75.

همچنین کمبود عرضه مواد غذایی در برخی کشورها یا سوء تغذیه، توجه بیش‌تری به چالش‌های امنیتی غذایی را جلب می‌کند. تغییرات جدید در رونویسی ژنوم برای تولید محصولات با ارزش بالا و متابولیت‌های مطلوب، مانند مقادیر بالاتری از اسیدهای اولئیک در روغن‌های گیاهی و محصولاتی که غنی شده با بعضی از ویتامین‌ها و مواد معدنی هستند، نمونه‌هایی از نقش‌های امیدوارکننده این تکنولوژی در ریشه‌کشی قحطی و سوء تغذیه است. با این حال، بازنگری و تصویب قوانین خاص در زمینه فعالیت‌های حوزه تراریخته و بررسی ایمنی محصولات غذایی GM برای ارزیابی احتمال اثرات ناخواسته در آینده مورد نیاز است.

در بسیاری از جوامع، محصولات تراریخته‌ای که با هدف کاهش سوء تغذیه، افزایش عملکرد و در نهایت بهبود کشاورزی تولید شده‌اند، تنها به دلایل متعصبانه و نادرست مورد قضاوت ناروا قرار گرفته‌اند. در حالی که، خطرات احتمالی مطرح شده در مورد محصولات تراریخته می‌تواند در محصولات حاصل از روش‌های اصلاح سنتی و نیز روش‌های اصلاحی از طریق ایجاد جهش‌های شیمیایی یا پرتوی نیز مشاهده شود. یکی از بحث‌های مطرح شده در مورد محصولات تراریخته، غیر طبیعی بودن آن‌ها است. به هر حال طبیعی بودن هرگز به معنای کامل بودن و بی‌عیب بودن نیست. همچنین بحث سمی بودن و حساسیت‌زایی نیز تنها مختص محصولات

7. James C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. Isaaa Brife No 2013; 46.
8. Schmidt MA, LaFayette PR, Artelt BA, Parrott W. A comparison of strategies for transformation with multiple genes via microprojectile-mediated bombardment. *In Vitro Cell & Dev Biol Plant* 2008; 44(3): 162-168.
9. Schell J, Van Montagu M. The ti-plasmid of *Agrobacterium tumefaciens*, a natural vector for the introduction of nif genes in plants? *Basic Life Sci* 1977;9:159-179.
10. Rizzi A, Raddadi N, Sorlini C, Nordgrd L, Nielsen KM, Daffonchio D. The stability and degradation of dietary DNA in the gastrointestinal tract of mammals: implications for horizontal gene transfer and the biosafety of GMOs. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2012; 52(2): 142-161.
11. Kramkowska M, Grzelak T, Czyzewska K. Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Ann Agric Environ Med* 2013; 20(3): 413-419.
12. Oakes JV, Shewmaker CK, Stalker DM. Production of cyclodextrins, a novel carbohydrate, in the tubers of transgenic potato plants. *Biotechnology* 1991; 9(10): 982-986.
13. Chandler S, Dunwell JM. Gene flow, risk assessment and the environmental release of transgenic plants. *Crit Rev Plant Sci* 2008; 27(1): 25-49.
14. Nicolia A, Manzo A, Veronesi F, Rosellini D. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Crit Rev Biotechnol* 2014; 34(1): 77-88.
15. Ellstrand NC, Prentice HC, Hancock JF. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu Rev Ecol Syst* 1999; 30: 539-563.
16. Tabashnik BE. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annu Entomol* 1994; 39: 47-79.
17. Hare PD, Chua NH. Excision of selectable marker genes from transgenic plants. *Nat Biotechnol* 2002; 20(6): 575-580.
18. Reichman JR, Watrud LS, Lee EH, Burdick CA, Bollman MA, Storm MJ, et al. Establishment of transgenic herbicide-resistant creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.) in non-agronomic habitats. *Mol Ecol* 2006; 15(13): 4243-4255.
19. Schafer MG, Ross AA, Londo JP, Burdick CA, Lee EH, Travers SE, et al. The establishment of genetically engineered canola populations in the US. *PLoS ONE* 2011; 6(10): e25736.
20. Gilbert N. Case studies: A hard look at GM crops. *Nature* 2013; 497(7447): 24-26.
21. Areal FJ, Riesgo L, Rodriguez-Cerezo E. Economic and agronomic impact of commercialized GM crops: A meta analysis. *J Agric Sci* 2013; 151(1): 7-33.
22. Schuler TH, Poppy GM, Kerry BR, Denholm L. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *Trends Biotechnol* 1999; 17(5): 210-216.
23. Cassman KG, Harwood RR. The nature of agricultural systems: food security and environmental balance. *Food Policy* 1995; 20(5): 439-454.
24. Tanksley SD, Young ND, Paterson AH, Bonierbale MW. RFLP Mapping in Plant Breeding: New Tools for an Old Science. *Nat Biotechnol* 1989 ;7(3): 257-264.
25. Hartung F, Schiemann J. Precise plant breeding using new genome editing techniques: opportunities, safety and regulation in the EU. *Plant J* 2014; 78(5): 742-752.

26. Gao C. The future of CRISPR technologies in agriculture. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2018; 19(5): 275-276.
27. Finger R, El Benni N, Kaphengst T, Evans C, Herbert S, Lehmann B, et al. A meta analysis on farm-level costs and benefits of GM crops. *Sustainability* 2011; 3: 743-762.
28. Atherton KT. Safety assessment of genetically modified crops. *Toxicology* 2002; 181-182: 421-426.
29. Halford N, Shewry PR. Genetically modified crops: methodology, benefits, regulation and public concerns. *British Medical Bulletin* 2000; 56(1): 62-73.
30. Glass S, Fanzo J. Genetic modification technology for nutrition and improving diets: an ethical perspective. *Curr Opin Biotechnol* 2017; 44: 46-51.
31. Carozzi N, Koziel M. *Advances in insect control: the role of transgenic plants*. London: Taylor and francis 1997. [Internet]. Available from: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=l2XDdZHZE1IC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Advances+In+Insect+Control:+The+Role+Of+Transgenic+Plants&ots=>.
32. Shah D, Rommens C, Beachy RN. Resistance to diseases and insects in transgenic plants: progress and applications to agriculture. *Trends in Biotechnology* 1995; 13(9): 362-368.
33. Saleh SM, Harris RF, Allen ON. Recovery of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* from field soils. *J Invertebr Pathol* 1970; 15(1): 55-59.
34. Kamle S., Ali S. Genetically modified crops: Detection strategies and biosafety issues. *Gene* 2013; 522(2): 123-32.
35. Kaur S. Risk Assessment of Bt Transgenic Crops. E. Sansinenea (ed.), *Bacillus thuringiensis Biotechnology*. Springer Sci Media BV. 2012; 41-85.
36. Tohidfar M, Nakhoda B, Abedini R. Potential environmental risks of GM crops. *Biosaf J* 2008; 2: 57-67.
37. Tohidfar M, Mohsenpour M. Effective factors in cotton (*Gossypium* spp) transformation using agrobacterium. *J Agric Biotechnol* 2010; 2(1): 1-24.
38. Brookes G, Barfoot P. Global income and production impacts of using GM crop technology. 1996-2014. *GM Crop Food* 2016; 7(1): 38-77.
39. Miraglia M, Berdal KG, Brera C, Corbisier P, Holst-jensen A, et al. Detection and traceability of genetically modified organisms in the food production chain. *Food and Chemical Toxicology* 2004; 42(7): 1157-1180.
40. Nazir S, Iqbal MZ, Ur rahman S. *Molecular Identification of Genetically Modified Crops for Biosafety and Legitimacy of Transgenes*: IntechOpen. Gene Editing-Technologies and Applications. 2019. 1-18.
41. Noteborn HPJM, Bienenmann-Ploum ME, van den Berg JHJ, Alink GM, Zolla L, Raynaerts A, et al. Safety assessment of the *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal protein cryIIA (b) expressed in transgenic tomatoes. In: engel kh, takeoka gr, teranishi r (eds) *genetically modified foods-safety aspects*. Am Chem Soc Washington, DC, 1995; S605: 134-147.
42. Brake J, Vlachos D. Evaluation of transgenic event 176 "bt" corn in broiler chickens. *Poult Sci* 1998;77(5):648-653.
43. Hashimoto W, Momma K, Yoon HJ, Ozawa S, Ohkawa Y, Ishige T, et al. Safety assessment of transgenic potatoes with soybean glycinin by feeding studies in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 1999; 63(11): 1942-1946.
44. Hashimoto W, Momma K, Katsube T, Ohkawa Y, Ishige T, Kito M, et al. Safety

- assessment of genetically engineered potatoes with designed soybean glycinin: compositional analyses of the potato tubers and digestibility of the newly expressed protein in transgenic potatoes. *J Sci Food Agric* 1999; 79: 1607-1612.
45. Padgett SR, Taylor NB, Nida DL, Bailey MR, MacDonald J, Holden LR, et al. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J Nutr* 1996; 126(3): 702-716.
 46. Taylor NB, Fuchs RL, MacDonald J, Shariff AB, Padgett SR. Compositional analysis of glyphosate-tolerant soybeans treated with glyphosate. *J Agric Food Chem* 1999; 47(10): 4469-4473.
 47. Lappe MA, Bailey EB, Childress C, Setchell KDR. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. *J Med Food* 1999; 1: 241-245.
 48. Hammond BG, Vicini JL, Hartnell GF, Naylor MW, Knight CD, Robinson EH, et al. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J Nutr* 1996; 126: 717-727.
 49. Harrison LA, Bailey MR, Naylor MW, Ream JE, Hammond BG, Nida DL, et al. The expressed protein in glyphosate-tolerant soybean, 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase from *Agrobacterium* sp. strain CP4, is rapidly digested in vitro and is not toxic to acutely gavaged mice. *J Nutr* 1996; 126(3): 728-740.
 50. Momma K, Hashimoto W, Ozawa S, Kawai S, Katsube T, Takaiwa F, et al. Quality and safety evaluation of genetically engineered rice with soybean glycinin: analyses of the grain composition and digestibility of glycinin in transgenic rice. *Biosci Biotechnol Biochem* 1999; 63(2): 314-318.
 51. Berberich SA, Ream JE, Jackson TL, Wood R, Stipanovic R, Harvey P, et al. The composition of insect-protected cottonseed is equivalent to that of conventional cottonseed. *J Agric Food Chem* 1996; 44: 365-371.
 52. Pusztai A, Grant G, Bardocz S, Alonso R, Chrispeels MJ, Schroeder HE, et al. Expression of the insecticidal bean alpha-amylase inhibitor transgene has minimal detrimental effect on the nutritional value of peas fed to rats at 30 % of the diet. *J Nutr* 1999; 129(8): 1597-1603.
 53. Vergragt PJ, Brown HS. Genetic engineering in agriculture: New approaches for risk management through sustainability reporting. *Technol Forecast Soc Change* 2008; 75(6): 783-798.
 54. Barling D, De Vriend H, Cornelese JA, Ekstrand B, Hecker EF, Howlett J, et al. The social aspects of food biotechnology: a European view. *Environ Toxicol Pharmacol* 1999; 7(2): 85-93.
 55. Kuiper HA, Konig A, Kleter GA, Hammes WP, I. Knudsen. Concluding remarks. *Food Chem Toxicol* 2004; 42: 1195-1202.
 56. Endo Y, Boutrif E. Plant biotechnology and its international regulation-FAO's initiative. *Livest Prod Sci* 2002; 74(3): 217-222.
 57. Conner, A J, Glare TR, Nap JP. The release of genetically modified crops into the environment. part II. overview of ecological risk assessment. *Plant J* 2003; 33(1): 19-46.
 58. Deisingh AK, Badrie N. Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Res Int* 2005; 38(6): 639-649.
 59. Ullah I, Asif M, Ranjha M, Iftikhar R, Ullah M, Mehmood khan N, et al. Biosafety risk assessment approaches for insect-resistant

- genetically modified crops. *Adv Life Sci* 2017; 4(2): 39-46.
60. Van Duijn G, Biert R, Bleeker Marcelis B, Peppelman H, Hessing M. Detection of genetically modified organisms in foods by protein-and DNA-based techniques: bridging the methods. *Journal of AOAC International* 2002; 85: 787-791.
61. Ives AR, Paull C, Hulthen A, Downes S, Andow DA, Haygood R, et al. Spatio-temporal variation in landscape composition may speed resistance evolution of pests to Bt crops. *Plas one* 2017; 12(1): e0169167.
62. Finamore A, Roselli M, Britti S, Monastra G, Ambra R, Turrini A, et al. Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice. *J Agric food Chem* 2008; 56(23): 11533-11539.
63. Gaugitsch H. Experience with environmental issues in GM crop production and the likely future scenarios. *Toxicol Lett* 2002; 127(1-3): 351-357.
64. United Nations. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. General Assembly 2015.
65. Naghdi A, Sadeghi R. Marginalization and challenge for sustainable urban development. *J Soc Welf* 2000; 20(2): 213-233 (Persian).
66. United Nations Sustainable Development Knowledge Platform. Sustainable Development Goals; 2017.
67. James C. A global overview of biotech (GM) crops: Adoption, impact and future prospects. *GM Crops* 2010; 1(1): 8-12.
68. Schmidt MA, Lafayette PR, Artelt BA, Parrott WA. A comparison of strategies for transformation with multiple genes via microprojectile-mediated bombardment, In *Vitro Cell Dev. Biol Plant* 2008; 44: 162-168.
69. Dalman A, Amiri Yekta A, Eftekhari Yazdi P, Sanati MH, Shahverdi A, Fakheri R, et al. Production of transgenic goats, carrying human coagulation factor ix cdna, by nuclear transfer of transfected fetal fibroblasts. *Iran J Biol* 2011; 23(5): 622-637 (Persian).
70. Tohidfar M, Ghareyazie B, Mosavi M, Yazdani S, Golabchian R. Agrobacterium-mediated transformed of cotton (*Gossypium hirsutum*) using a synthetic Cry 1Ab gene for enhanced resistance against *Heliothis armigera*. *Iran J Biotechnol* 2008; 6(3): 164-173 (Persian).
71. Tohidfar M, Ramezanzpour L, Golabchian R. Transformation of Cotton Using a gus Gene and Study of its Inheritance and Expression in Second Generation (T1) of Transgenic Cotton. *Iran J F Crop Sci* 2008; 39(1): 67-775 (Persian).
72. Gharanjik SH, Moieni A, Mousav A, Alizadeh H. Designing and cloning of gene constructs containing yeast acetyl transferase gene (Ayt1) in order to transformation of wheat (*Triticum aestivum* L). *Proceeding of 10th Iran Genet Congr Tehran Iran*; 2008. (Persian).
73. Sanjarian F, Mousavi A, Alizadeh A, Weindorfer H, Adam G. Evaluation of the acetyltransferase in detoxification of the *F.graminearum* toxin deoxynivalenol in transgenic plants. *Iran J Biol* 2009; 19: 222-231 (Persian).
74. Irani Z, Sanjarian F, Azimi MR. Conversion of Deoxynivalenol to 3-acetyl deoxynivalenol in wheat and tobacco through the expression of Synthetic Acetyltransferase gene. *J Agric Biotechnol* 2015; 7(1): 17-28.
75. Farmani J, Safari M, Roohvand F, Aghasadeghi MR, Razavi SH, Motevalli F. Production of Conjugated Linoleic Acid by

- Transformed E.coli TT. J Mazand Univ Med Sci 2011; 21(82): 37-46 (Persian).
76. Alinia F, Ghareyazie B, Rubia LG, Bennett J, Cohen MB. effect of plant age, larval age, and fertilizer treatment on resistancet of a cryIAb-transformed aromatic rice to lepidopterans stem borers and foliage feeders. J Econ Entomol 2000; 93: 484-493.
77. Malboobi MA, Norouzi P. Production of transgenic sugar beet expressing resistant gene against Lepidopteran pests. Sugar Beet Seed Inst (SBSI), Karaj Final Report 2009; 88 (Persian).
78. Jafari M, Norouzi P, Malboobi MA, Ghareyazie B, Valizadeh M, Mohammadi SA, et al. Enhanced resistance to a lepidopteran pest in transgenic sugar beet plants expressing synthetic cry1Ab gene. Euphytica 2009; 165: 333-344.
79. Norouzi P, Malboobi MA, Zamani K, Yazdi-Samadi B. Using a competent tissue for efficient transformation of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). In Vitro Cell Dev Biol Plant 2005; (41): 11-16.
80. Ebrahimi R, Jafari M, Qadim Zadeh M, Abdollahi B. Optimization of induction and culture conditions of transgenic hairy roots in the medicinal plant *Scrophularia deserti*. Agric Biotechnol J 2016; 7(4): 1-20.
81. Tohidfar M, Zare N, Salhi Jouzani G, Eftkhari SM. Agrobacterium-mediated transformation of alfalfa (*Medicago sativa*) using a synthetic cry3a gene to enhance resistance against alfalfa weevil. Plant Cell Tissue Organ Cult 2012; 113(2): 227-235.
82. Mousavi A, Salmanian AH, Eftekharian Ghamsari MR, Parvanian S. Simultaneous expression of 5-enol pyruvyl shikimate 3-phosphate synthase (epsps) and glyphosate oxidoreductase (gox) in transgenic canola plants towards enhancing resistance to glyphosate herbicide. Iran J Plant Biol 2018; 10(1) (Persian).
83. Alexandratos N, Bruinsma J. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA working paper no 12-03. Rome, FAO; 2012 .
84. Sanford JC. Biolistic plant transformation. Physiol Plant 1990; 79(1): 206-209.
85. Barampuram S, Zhang ZJ. Recent advances in plant transformation. Methods Mol Biol 2011; 701: 1-35.
86. Raney T. Economic impact of transgenic crops in developing countries. Curr Opin Biotechnol 2006; 17(2): 174-178.
87. Wheeler S. Factors Influencing Agricultural Professionals' Attitudes towards Organic Agriculture and Biotechnology. PhD diss, ANU, Canberra; 2005.
88. Aerni P. Public acceptance of transgenic rice and its potential impact on rice markets in Southeast Asian countries. Ph.D Dissertation at the Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. [Public acceptance of agricultural biotechnology in developing countries.]; 1999.
89. Aerni P. Stakeholder attitudes toward the risks and benefits of agricultural biotechnology in developing countries: a comparison between Mexico and the Philippines. Risk Anal An Int J 2003; 22(6): 1123-1137.
90. Aerni P. Stakeholder attitudes towards the risks and benefits of genetically modified crops in South Africa. Environ Sci Policy 2005; 8(5): 464-476.
91. Gaskell G, Thompson P, Allum N. Worlds apart? Public opinion in Europe and the USA. in Biotechnology: the making of a global controversy. Gaskell G (eds) Cambridge eds. Sci Museum, London; 2002. 351-375.

92. Pellizoni L. Democracy and the governance of uncertainty. The case of agricultural gene technologies. *J Hazard Mater* 2001; 86: 205-222.
93. Frewer L, Lassen J, Kettlitz B, Scholderer J, Beekman V, Berdal KG. Societal aspects of genetically modified foods. *Food Chem Toxicol* 2004; 42(7): 1181-1193.
94. Pellizzoni L. Democracy and the governance of uncertainty: the case of agricultural gene technologies. *J Hazard Mater* 2001; 86(1-3): 205-222.
95. Islamic Parliament Research Center. GM crop biosafety and rules in Iran. 2017: NO. 15971.
96. Baghizadeh F, amirtaimoori somayeh, Zare Mehrjerdi MR, Ziaabadi M. Study and prioritize the various aspects of the producing transgenic plants. *J Environ Stud* 2018; 44(2): 321-329 (Persian).
97. Association Friends of Earth, 2003 Genetically modified crops and food briefing. Retrieved From: <http://www.foe.co.uk>.
98. Aleksejeva I. EU experts' attitude towards use of GMO in food and feed and other industries. *Procedia- Soc Behav Sci* 2014; 110: 494-501.
99. Ghasemi S, Karami E, Azadi H. Knowledge, Attitudes and Behavioral Intentions of Agricultural Professionals toward Genetically Modified (GM) Foods: A case study in southwest Iran. *Sci Eng Ethics* 2013; 19(3): 1201-1227.
100. Tahoori P, Parvin MR. Conservation and Sustainable Use of Soil and Its Stand in International Environmental Law. *J Env Sci Tech* 2016; 18(2): 1461-61.
101. Yazdani MH, Ghaffari A, Fallah R. Evaluating the rate of satisfaction towards unofficial settlement (case study: Mir-Ashraf district in Adrabil, Iran). Masters thesis, Univ Mohaghegh Ardabili. 2016.
102. Bayat N, Rastgar A, Azizi F. Environmental Protection and Rural Soil Resources Management in Iran. *J Manag Syst* 2010; 1(2): 63-78.
103. Karadağ H, Ünal B, Aksut B. A part of sustainable agricultural sector: biodynamic agriculture. *Internationnal Journal of Agriculture Forestry and Life Science* 2019; 3(2): 345-349.
104. Nabi A, Narayan S, Afroza B, Mushtaq F, Mufti S, Hm U. Biodynamic farming in vegetables. *Journal of Phytochemistry* 2017; 6(6): 212-219.
105. Beluhova-Uzunova R, Sciences DA-TJ. Biodynamic agriculture-old traditions and modern practices. *Trakia Journal of Sciences* 2019; 17(1): 530-536.
106. Mohammadi-Nasrabadi F. Local solutions for global target of sustainable food and nutrition. *Iran J Nutr Sci Food Technol* 2018; 13(1): 175-82 (Persian).
107. Thurston HD. Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. 1st Deliver to iran ,islamic republic of, out of print; 2019.
108. Naglova Z, Vlasicova E. Economic performance of conventional, organic, and biodynamic farms. *J Agr Sci Tech* 2016; 18: 881-894.
109. Paull J. The Library of Rudolf Steiner: The Books in English. *J Soc Dev Sci* 2018; 9(3): 21-46.
110. Faust S, Heinze S, Ngosong C, Sradnick A, Oltmanns M, Raupp J, et al. Effect of biodynamic soil amendments on microbial communities in comparison with inorganic fertilization. *Applied Soil Ecology* 2017; 114: 82-89.

111. Sistler F. Robotics and intelligent machines in agriculture. *IEEE J Robot Autom* 1987; 3(1): 3-6.
112. Kassler M. Agricultural Automation in the new Millennium. *Comput Electron Agric* 2001; 30(1-3): 237-240.
113. Atzberger C. Advances in Remote Sensing of Agriculture: Context Description, Existing Operational Monitoring Systems and Major Information Needs. *Remote Sens* 2013; 5(2): 949-981.
114. Chiew YL, Spångberg J, Baky A, Hansson P-A, Jönsson H. Environmental impact of recycling digested food waste as a fertilizer in agriculture—A case study. *Resour Conserv Recycl* 2015; 95: 1-14.
115. Papargyropoulou E, Lozano R, Steinberger JK, Wright N, Ujang ZB. The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *J Clean Prod* 2014; 76: 106-115.
116. Waldron KW. Handbook of waste management and co-product recovery in food processing: Elsevier. 1st ed 2007;1. [Internet]. [cited 2020 Jan 10]. 651 p. Available from: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=ZQ6kAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=management+food+waste+in+agriculture&ots=LUVKDJWIBS&sig=GrecZJP9v_X6Rpr0kalxaDe4DWk#v=onepage&q=management+food+waste+in+agriculture&f=false.
117. Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 2011; 478(7369): 337-342.
118. Turner RK, Daily GC. The ecosystem services framework and natural capital conservation. *Env Resour Econ* 2008; 39(1): 25-35.
119. Etiévant P. Dietary behaviours and practices: Determinants, action, outcomes. *Sustain Diets biodiversity*; 2012.
120. Chittenden A, Saito Y. The role of biological control in sustainable agriculture. *Designing Our Future* 2013; 63-75.