REVIEW ARTICLE

An Overview of Challenges in Producing and Consuming Transgenic Products

Leila Najafian[1],
Ali Zamanmirabadi[2],
Fatemeh Khaleghi[3]

[1]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
[2] PhD Student in Plant Pathology, Applied Research & Seed Production Center, Oilseed Research and Development Co., Mazandaran, Iran
[3]PhD 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)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

مـــروری

مجلـــه دانشـــگاه عـــلـــوم پـــزشـــکـــی مـــازنـــدران
دوره سی ام شماره ۱۸۵ خرداد سال ۱۳۹۹ (۱۷۲-۱۵۴)

مروری بر برخی از چالش های 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 تاثیرات 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، آلرژی 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 Genetically modified plants، GMOs Safety و Health risks در پایگاه‌های اطلاعاتی Google scholar، Pubmed، Scopus، SID، Science direct و Civilica مورد جست‌وجو قرارگرفت و 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.

واژه های کلیدی: اصلاح شده ژنتیکی، تراریخته، زیست فناوری

مقدمه

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 وسایر میکروارگانیسم‌ها درجهت افزایش ارزش آن‌ها به‌کار 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 کمیت و کیفیت محصولات زراعی مهم از روش‌های انتخاب (سلکسیون)،

مولف مسئول: فاطمه خالقی– ساری: سه راه جویبار، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی E-mail: ftkhaleghi@yahoo.com
۱. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
۲. دانشجوی دکترای آسیب شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه های روغنی، مازندران، ایران
۳. دکتری شیمی ترکیبات طبیعی، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

دورگ‌گیری (تلاقی) و در نهایت اصلاح نباتات، بهره گرفته‌اند(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 زیست فناوری به طور 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 مزایایی 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(۱۱-۸)، 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 مواجه با مشکلاتی که روز به روز در حال افزایش می باشند، 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 پرورش‌دهندگان 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 این‌که با رعایت چه اصولی می‌توان از قطبی شدن سیاسی و سوءاستفاده‌های اقتصادی از آن جلوگیری کرد؟ به‌طورمعمول، ما به متخصصان اعتماد می‌کنیم تا دانش درست و قابل‌اعتماد 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 مهندسی‌شده اطمینان کافی نداشته و گاهی اوقات طرح موارد علمی فیمابین متخصصین پیرامون این موضوعات و عدم اجماع آن‌ها در حوزه‌های ذی‌ربط بر بی اعتمادی 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.

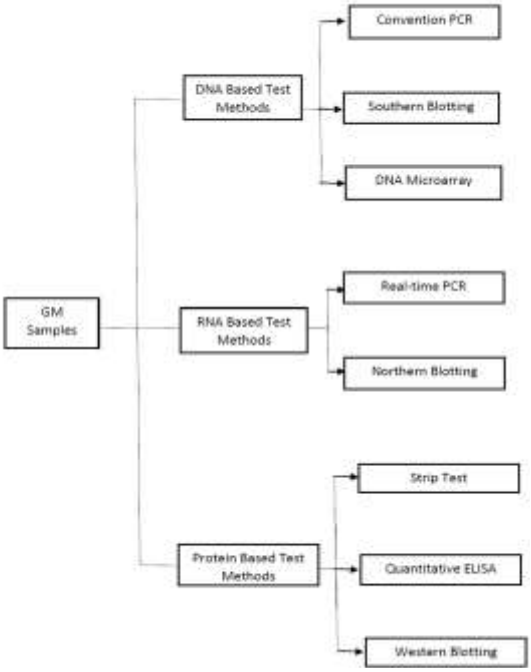
بحث

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) به‌راحتی قابل دست‌کاری هستند و به طور هدفمند قابل انتقال به موجودات دیگرمی‌باشند. ارگانیسم‌های

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

دست‌کاری شده در سطح ژنوم با استفاده از ابزارهای مهندسی ژنتیک به‌عنوان ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GMOs) نامیده می‌شوند. بسیاری از میکروارگانیسم‌ها، یعنی باکتری‌ها و ویروس‌ها برای تولید انواع مختلف داروها و مواد غذایی، از نظر ژنتیکی اصلاح شده‌اند و در این خصوص کاربرد وسیعی دارند(۲۹،۲۸،۴). مهندسی ژنتیک با توسعه محصولات تراریخته برای دستیابی به صفات مختلف، در زمینه کشاورزی نقش بسزایی دارد. به عنوان 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 خسارت زا 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 thurigiensis* است که پروتئینی کریستالی تحت عنوان Cry تولید می‌کند که پس از بلیعیده شدن توسط آفات باعث مرگ آنها می‌شود(۳۴،۳۳). هم‌اکنون ژن‌های تولیدکننده این پروتئین در محصولاتی مثل ذرت، پنبه، گوجه فرنگی، بادمجان، برنج،کدو حلوایی، 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 بین المللی 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 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 هرکدام از این آزمایشات از اهمیت ویژه ای در شناسایی ماهیت و نوع محصولات GM برخوردار است(۳۹).



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

نگرانی‌ها پیرامون محصولات GM

نگرانی‌هایی از ورود GMO در محصولات زراعی همچون گوجه‌فرنگی(۴۱)، ذرت(۴۲)، سیب‌زمینی(۴۴،۴۳)، 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(۵۴،۵۳).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 آن‌جاکه 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 آن‌جاکه، 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 نوترکیب 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 درصورتی که به صورت صفت بیان شود و مزیت انتخابی داشته باشد، امکان‌پذیر خواهد بود(۵۳). به علاوه، از آن‌جاکه ژن‌های یوکاریوتی از نظر وجود اینترون ها، توالی‌های تنظیمی پیشبر 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 محصولاتGMO خطراتی مانند آلرژی زایی، 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 پروموترهای 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، منطقه ای و بین المللی 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

امنیت جهانی مواد غذایی، ایمنی بیش‌تر 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 بررسی‌های 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 بیش‌تری دارند و همچنین برای ایجاد آن‌ها ناچار به از بین بردن جنگل‌های مناطق گرمسیری هستیم. چنین تغییراتی در تبدیل زمین به اراضی کشاورزی و باغی باعث ایجاد تنش‌های جدی بر محیط زیست و اکولوژی جهان خواهد شد. تحقیقات انجام شده توسط Brookes و Barfoot (۶) نتیجه‌های مشابهی را تایید نمود. در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ آن‌ها برآورد کردند که فناوری بیوتکنولوژی موجب افزایش تولید جهانی ۱۳۸ میلیون تن سویا، ۲۷۴ میلیون تن ذرت، ۲۱/۷ 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 تقریبا سه برابر بیش‌تر 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 علف‌های هرز بوده است.

اصلاح ترکیبات شیمیایی در غذا

برخی دیگر از دست ورزی‌های ژنتیکی باعث تولید و یا افزایش میزان ویتامین‌های 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 شیوه‌های دست ورزی ژنتیکی، محققان توانسته‌اند ترکیب اسیدهای آمینه انواع پروتئین و همچنین محتوای کربوهیدرات‌ها را نیز تغییر دهند. به عنوان مثال، در گیاه لوپین شیرین توانسته‌اند میزان متیونین آن را غنی نمایند(۶۷،۱۰) و یا تولید انواع سیب‌زمینی‌های 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 گوجه فرنگی "Flavr Savr" در سال ۱۹۹۲ توسط شرکت کالیفرنیا، Calgene، نمونه‌ای از این موفقیت‌ها است یا تغییر در غده‌های سیب زمینی توسط تکنولوژی ویرایش ژن است که باعث معرفی سیب‌زمینی‌هایی با پایداری بیش‌تر و ظاهری جذاب‌تر شده است(۱۲). اصلاح ژنتیک محدود به گیاهان نبوده، بلکه در حوزه‌های حیوانی نیز ورود نموده است. برخی از محققان در حال بررسی ماهی‌های 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 "AquAdvan-tagea" را برای مصرف انسان در ایالات متحده تأیید کرده است. این تصمیم پس از دو دهه از محدودیت‌های قانونی برای تولید این گونه جانوری گرفته شد. از دیگر نمونه‌های بهبود در عرضه محصولات غذایی، تولید شیر با کم‌ترین میزان لاکتوز و تغییر کیفیت شیر گاو جهت مصرف نوزادان و بزرگسالان می‌باشد(۱۶،۱۳).

تولید محصولات با اهداف درمانی

از دیگر کاربردی‌های تکنولوژی‌های نوین در عرصه زیست فناوری، بیان آنتی‌ژن‌های ویروسی یا باکتریایی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

در قسمت خوراکی سلول‌های گیاهی می‌باشند(۱۹،۱۷،۱۵). به‌طوری‌که غذاهای ترانس ژنیک بتوانند به عنوان واکسن‌های خوراکی، قادر به تحریک سیستم ایمنی بدن برای تولید آنتی‌بادی‌ها شوند. انواع مختلفی از محصولات (مانند برنج، ذرت، سویا و سیب‌زمینی) به عنوان حامل واکسن‌های 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)، Cry1Ab لاین‌های چغندر تراریخته تولیدکننده توکسین Cry1Ab مقاوم به کرم برگخوار آگروتیس(۷۶-۷۸)، تلاش برای تولید گیاه دارویی گل میمونی بیابانی(۷۹)، یونجه تراریخته مقاوم به آفت سر خرطومی یونجه در ایران در سال ۲۰۱۳ (۸۰)، تلاش برای تولید کلزاهای مقاوم به علف کش 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

درحالی‌که 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 بی اعتمادی 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 مردد بوده‌اند(۹۳،۹۲). 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)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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. ازطرف دیگر در خصوص مبحث قانونی جرم انگاری 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 کارتاهنا و پروتکل الحاقی ناگویا- کوالالامپور) 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 این‌که 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. آن‌چه‌که مسلم است، قانون مسئولیت مدنی مصوب ۱۳۳۹ ایران نیز که صرفا به جبران خسارت نظر داشته و مبحث تقصیر در بروز فعل زیانبار در آن مطرح نیست، تا زمان تصویب قانون خاص، می‌تواند بر نحوه‌ی 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 پراکنده‌شدن بذر تراریخته، عواملی چون باد یا حشرات هم در ایجاد خسارت دخیل خواهند بود. در ارزیابی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 اَعمال 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 نهایتا تاثیرات سیاسی، مدیریتی و اجتماعی باشد. در نظر سنجی که از مردم انگلیس در سال ۲۰۰۳ (۹۶) انجام شد، بیش‌تر 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 این‌که GMO ها 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 این‌خصوص 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 این‌رو، 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 درمورد سلامت مواد غذایی تراریخته انجام داده و درخصوص 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 تکنولوژی های 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 دست یابی 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 بیابان زایی و نیز کنوانسیون تنوع زیستی به عنوان مصادیقی از منابع‌الزام 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 اخیرا 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 میکروارگانیزم های مفید و مواد آلی خاک می گردند. 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 خاک ها 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 تکنیک های کشاورزی سنتی بدون کاربرد نهاده‌های شیمیایی و سایر افزودنی‌ها کمک می نماید 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

نـزول کیفیـت پـروتئین‌هـای گیـاهی در اثـر کـاربرد آفت‌کش‌ها، با وجود این تصور می‌شود که محصـولات ارگانیـک در مقایسـه بـا محصـولات تجـاری از کیفیـت غذایی مطلوب برخوردار نیستند(۱۰۷). ایده اولیـه کشـاورزی بیودینامیـک حـدود ۹۰ سـال پـیش توسـط رودولـف اشتاینر، فیلسوف اتریشـی تحـت عنـوان "آنتروپـوزوفی" (Anthroposophy) یـا حکمـت انسـانی شـکل گرفـت. اشتاینر نگاهی معنوی به دنیای انسان داشت و معتقـد بـود که انسان با دنیای پیرامـون خـود یکـی اسـت و ارتبـاطی عرفانی با آن دارد. پیروان او بر این باورند کـه بـا حـذف کودها و آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی، نیروهای کیهانی آزاد می‌شوند(۱۰۸). در حقیقت کشاورزی BD نـوعی از کشاورزی ارگانیک پیشرفته اسـت کـه در راسـتای افـزایش تولیدات کشاورزی به کیفیت مواد غذایی و سلامت خـاک نیز توجه ویژه‌ای دارد(۱۰۹،۱۰۴). این نـوع کشـاورزی بـر توسعه عمومی و متعادل کل مجموعـه کشـاورزی شـامل خـاک، گیاهـان و حیوانـات بسـان یـک واحـد "خـود غذادهنده" (self nourishing) تأکید مـی‌ورزد. کشـاورزی BD نظیـر کشـاورزی آلـی و سـایر روش‌هـای جدیـد کشاورزی اکولوژیک طرفدار بکارگیری کودهای دامی و کمپوست با اجتناب از کاربرد مواد شیمیایی بر خـاک و گیاهان می‌باشد(۱۰۷).

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

این فن آوری می‌توانـد شـامل اسـتفاده از حسـگرها باشد از قبیـل: حسـگرهای قابـل اسـتفاده در آب و هـوا، تجهیزات تلـه ماتیـک، حسـگرهای مـورد اسـتفاده بـرای محصولات، حسگرهای مرتبط بـا زیرسـاخت سـلامت و استفاده از ربات‌های کشاورز(۱۱۲-۱۱۰).

۳- کاهش ضایعات و اتلاف مواد غذایی

ضایعات محصـولات کشـاورزی از دیـدگاه امنیـت غذایی، اقتصادی و سیاسـی قابـل عنایـت و تأمـل بـوده و بایـد در قالـب یـک برنامـه جـامع راهبـردی و فرابخشـی نسبت به پیاده‌سازی ساختارهای لازم در جهت پیشگیری، پایش و کاهش ضایعات اقـدام نمـود. ایـن امـر بـا تولیـد فـرآورده‌هـایی بـا ارزش افـزوده از پسـماندهای صـنایع تبدیلی و کشاورزی امکان پذیر خواهد بود(۱۱۵-۱۱۳).

۴- توسعه سیاست‌های حامی تولید و مصرف غذای پایدار

بـر اساس تعریـف سـازمان خواروبـار و کشـاورزی جهـانی، در سـال ۲۰۱۰، "رژیـم‌هـای غـذایی پایـدار" رژیم‌هایی هستند که با کم‌ترین اثرات زیست محیطی به تحقق امنیت غذا و تغذیه کمک می‌کند و زندگی سـالم را برای نسل‌های حاضـر و آینـده بـه ارمغـان مـی‌آورد. رژیم‌های غذایی پایدار حافظ و مراقـب تنـوع زیسـتی و اکوسیستم ما هستند. این نوع رژیم از نظر فرهنگـی قابـل قبول، از لحاظ اقتصادی منصفانه و مقرون به صرفه، قابـل دسترس برای همه و از نظر تغذیه ای کافی، ایمن و سالم می‌باشند و از منابع انسانی و طبیعی به صـورت بهینـه اسـتفاده مـی‌کننـد(۱۱۶-۱۱۸). از دیگـر موضـوعات تولیـد پایـدار اسـتفاده از روش‌هـای کنتـرل بیولوژیـک علیـه آفـات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در مزارع، باغات و گلخانه‌هـا مـی‌باشـد کـه نقـش مهمـی در تولیـد پایـدار محصـولات کشاورزی دارد و می‌بایست به آن توجه نمود(۱۱۹).

در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کـرد کـه محصـولات GM به طور گسترده تولیـد و در سراسـر جهـان اسـتفاده می‌شوند و هم اکنون به طور وسیع در بیش‌تر کشـورهای دنیا با برچسب مناسب این نوع از محصولات توزیع شده و مزایای آن نیز کم نبوده است. با توجه به تمام نگرانی‌ها و شک و تردیدهایی کـه در ارتبـاط بـا تکنولـوژی GM وجـود دارد، سـازمان‌هـای بـین‌المللـی متعـددی اسـتفاده برخـی محصـولات مهندسـی شـده ژنتیکـی براسـاس آزمایش‌های *in vitro* و *in vivo* را پذیرفته‌اند. علاوه بر بحث‌ها و چالش‌های ذکر شده در بررسـی کنـونی، لازم بـه ذکـر اسـت کـه امـروزه بحـران شـدید کمبـود آب و کاهش بارندگی در مناطق جغرافیایی وسیع وجـود دارد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 ویتامین ها و مواد معدنی هستند، نمونه‌هایی از نقش‌های امیدوارکننده این تکنولوژی در ریشه‌کنی 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 هرحال طبیعی بودن هرگز به معنای کامل بودن و بی عیب بودن نیست. همچنین بحث سمی بودن و حساسیت زایی نیز تنها مختص محصولات 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 تاثیرات 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 تاثیرات 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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 comparisonof 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 tractof 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, anovel 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 environ-mental 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 nona-gronomic 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 genet-ically 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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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, etal. 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 (gossipium 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 cryia (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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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. Padgette 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, Padgette 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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 Assembley 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 transformated 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, Ramezanpour 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 acetyltransferse 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

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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. Internattionnal 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 Phytochmistry 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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]

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=LUVKDjWlBS&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.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-07-02]