

Akhlāq-i zīstī

i.e., Bioethics Journal

Special Issue on Law and Ethics Innovations, 2022

The Bioethics and Health
Law InstituteMedical Ethics and Law
Research CenterInternational Association
of Islamic Bioethics

The Impact of Biotechnology of Plant Varieties on the Environment in the Light of Bioethics

Mohammad Reza Niknam¹, Hamid Masjedsaraie^{2*}, Mehdi Zolfaghari³

1. Department of Jurisprudence and Fundamentals of Islamic Law, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran.

2. Department of Law, Semnan University, Semnan, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: Biotechnology of plant varieties is one of the important issues that have different dimensions and in this paper an attempt has been made to investigate its impact on the environment in the light of biological ethics.

Methods: The research method is descriptive-analytical and has been done using library resources.

Ethical Considerations: In all stages of writing the present study, the originality of the texts, honesty and trustworthiness have been respected.

Results: Biotechnology of plant varieties has an impact on the environment through the possibility of genetic changes on non-genetically manipulated plant species, adverse effects on insects and reduction of biodiversity. Genetic changes cause damage to some organisms (such as pests and insects) in the ecosystem and reduce their biodiversity. Biotechnology of plant cultivars has been considered from the point of view of bioethics. The World Health Organization (WHO) with actions, such as how to label the information of genetically modified products and the Food and Agriculture Organization (FAO) with the establishment of the Codex Alimentarius Commission jointly with the WHO, the establishment of the International Plant Protection Convention and the International Convention on Food and Agricultural Genetic Resources and technical meetings have emphasized biological ethics in the biotechnology process of plant varieties.

Conclusion: Adopting a fair agricultural policy, strengthening research, trying to improve plants with the participation of farmers, developing the genetic basis of plants and the widespread use of native crops and breeding methods, are regarded as the most important methods and the mechanisms to pay attention to bioethics in the process of biotechnology of plant varieties.

Keywords: Biotechnology; Plant Varieties; Environment; Bioethics

Corresponding Author: Hamid Masjedsaraie; **Email:** h_masjedsaraie@semnan.ac.ir

Received: September 21, 2022; **Accepted:** June 07, 2022; **Published Online:** January 28, 2023

Please cite this article as:

Niknam MR, Masjedsaraie H, Zolfaghari M. The Impact of Biotechnology of Plant Varieties on the Environment in the Light of Bioethics. *Akhlāq-i zīstī, i.e., Bioethics Journal*. Special Issue on Law and Ethics Innovations. 2022; e3.



انجمن بین‌المللی اخلاق زیستی اسلامی | مرکز تحقیقات اخلاق و حقوق پزشکی | انستیتو اخلاق زیستی و حقوق سلامت

مجله اخلاق زیستی

ویژه‌نامه نوآوری‌های حقوق و اخلاق، ۱۴۰۱

تأثیر فناوری زیستی ارقام گیاهی بر محیط زیست در پرتو اخلاق زیستی

محمد رضا نیکنام^۱ ID، حمید مسجدرسرای^۲ ID*، مهدی ذوالفقاری^۱

۱. گروه فقه و مبانی حقوق اسلامی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

۲. گروه حقوق، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: فناوری زیستی ارقام گیاهی از موضوعات مهمی است که دارای ابعاد مختلفی است و در این مقاله تلاش شده به بررسی تأثیر آن بر محیط زیست در پرتو اخلاق زیستی پرداخته شود.

روش: روش تحقیق توصیفی - تحلیلی است و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای به انجام رسیده است.

ملاحظات اخلاقی: در تمام مراحل نگارش پژوهش حاضر، اصالت متون، صداقت و امانتداری رعایت شده است.

یافته‌ها: فناوری زیستی ارقام گیاهی از طریق تغییرات ژنتیکی بر گونه‌های گیاهی غیر دستکاری ژنتیکی شده و تأثیر سوء بر حشرات و کاهش تنوع زیستی بر محیط زیست تأثیرگذار است. تغییرات ژنتیکی باعث آسیب به برخی ارگانیسم‌ها (مانند آفات و حشرات) در اکوسیستم می‌شود و از تنوع زیستی آن‌ها می‌کاهد. فناوری زیستی ارقام گیاهی از منظر اخلاق زیستی مورد توجه قرار گرفته است. سازمان بهداشت جهانی با اقداماتی مانند نحوه برچسب اطلاعات فرآورده‌های اصلاح ژنتیک شده و سازمان خواروبار جهانی با تشکیل کمیسیون کدکس الیمنتاریوس به صورت مشترک با سازمان بهداشت جهانی، تشکیل کنوانسیون بین‌المللی حفظ نباتات و کمیسیون و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیک غذا و کشاورزی و نشست‌های تخصصی اخلاق زیستی را در فرایند فناوری زیستی ارقام گیاهی مورد توجه و تأکید قرار داده‌اند.

نتیجه‌گیری: اتخاذ سیاست عادلانه کشاورزی، تقویت تحقیقات، تلاش برای اصلاح نباتات با مشارکت کشاورزان، توسعه بنیان ژنتیکی گیاهان و استفاده گسترده از گیاهان زراعی بومی و شیوه‌های به‌نژادی، مهم‌ترین روش‌ها و سازوکارهای توجه به اخلاق زیستی در فرایند فناوری زیستی ارقام گیاهی است.

واژگان کلیدی: فناوری زیستی؛ ارقام گیاهی؛ محیط زیست؛ اخلاق زیستی

نویسنده مسئول: حمید مسجدرسرای؛ پست الکترونیک: h_masjedsaraie@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۱/۰۸

خواهشمند است این مقاله به روش زیر مورد استناد قرار گیرد:

Niknam MR, Masjedsaraie H, Zolfaghari M. The Impact of Biotechnology of Plant Varieties on the Environment in the Light of Bioethics. Akhlaq-i zisti, i.e., Bioethics Journal. Special Issue on Law and Ethics Innovations. 2022; e3.

مقدمه

حق بهره‌مندی از غذای سالم و کافی یکی از ضروریات اساسی برای بقای ادامه حیات بشر است و نخستین نیازمندی از نیازهای پنج‌گانه انسان می‌باشد. این حق در سال‌های اخیر به عنوان حقی بنیادین برای بشریت نگرانی‌های فراوانی را در حوزه علوم کشاورزی، محیط زیست و حقوق برانگیخته است (۱). دسترسی کافی به غذای سالم در جهان به هیچ عنوان مناسب و رضایت‌بخش نیست. بنا بر گزارش‌های سازمان کشاورزی و خواربار ملل متحد (فائو) نزدیک به یک میلیارد نفر در سراسر جهان از گرسنگی رنج می‌برند. بیش از دو میلیارد نفر دچار «گرسنگی پنهان» (The Hidden Hunger) و سوءتغذیه هستند. بنا بر آمار برنامه جهانی غذا، هر هفت ثانیه، یک کودک بر اثر گرسنگی و یا بیماری ناشی از آن در جهان می‌میرد (۲). امروزه با توجه به رشد جمعیت دنیا و به تبعیت از آن افزایش نیازهای اولیه که تأمین غذا از مهم‌ترین ارکان آن است، الزام به افزایش تولیدات کشاورزی و تأمین مواد غذایی به بالاترین حد خود رسیده است. از همین رو، امروزه کشت و مصرف گیاهان و محصولات دستکاری ژنتیکی شده به کمک فناوری زیستی یا همان بیوتکنولوژی به طور وسیعی در سراسر جهان گسترش یافته است. در سال‌های اخیر ظهور تکنولوژی‌ها، ضرورت حفاظت، ارزیابی، ثبت و تبادل منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی از جهت مدیریت بر این منابع که نقطه تلاقی «کشاورزی و محیط زیست» است، مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد در بیست سال آینده باید نزدیک به دو برابر محصولات موجود فعلی افزایش یابند (۳) و همین، استفاده از آن را گریزناپذیر ساخته است. استفاده از فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) برای تولید مواد غذایی تراریخته از طریق دستکاری ژنتیکی در ارقام گیاهی، فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی برای انسان به وجود آورده است. در واقع شاید فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی در کوتاه‌مدت و سوسه‌انگیز باشد، اما تأثیرات آن‌ها بر روی محیط زیست و سلامت انسان در درازمدت، مسأله‌ای است که هنوز در هاله‌ای از ابهام قرار

دارد، به طوری که اتحادیه اروپا، آلمان و آمریکا نیز بر موضوع حساس شده و تمهیداتی جدی برای کشت، مصرف و تجارت این محصولات گذارده‌اند، اما غالب کارشناسان بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، این نکات را قبول نداشته و ادعا می‌کنند که این گزارش‌ها را به دوراز واقعیت است و تنها به فواید این محصولات اشاره دارند (۴). در خصوص نقش فناوری زیستی و بیوتکنولوژی در تولید محصولات غذایی تألیفات متعددی انجام شده است:

مهدی زاهدی و زهرا محمودی، در مقاله‌ای به مطالعه تطبیقی نظام دسترسی به منابع ژنتیکی و ثبت اختراعات فناوری زیستی در موافقت‌نامه تریپس و کنوانسیون تنوع زیستی پرداخته‌اند (۵). ابراهیم عبدی‌پور فرد و سیدجعفر موسوی نیز در مقاله‌ای، آثار الزامات کنوانسیون تنوع زیستی بر قراردادهای انتقال فناوری زیستی را بررسی کرده‌اند (۶). همچنین نجمه رزم‌خواه و بهاره حیدری، در مقاله‌ای از ابعاد حقوقی فناوری زیستی تراریخت از منظر امنیت غذایی بحث کرده‌اند (۷)، اما به تأثیر فناوری زیستی و به عبارتی بیوتکنولوژی ارقام گیاهی بر محیط زیست پرداخته نشده است و در مقاله حاضر تلاش شده به بررسی این موضوع مهم پرداخته شود. سؤال مقاله بدین شکل قابل طرح است که فناوری زیستی ارقام گیاهی چه تأثیری بر محیط زیست داشته و فناوری زیستی ارقام گیاهی از منظر اخلاق زیستی چگونه قابل بررسی است؟ به منظور بررسی سؤال مورد اشاره ابتدا به مفهوم ارقام گیاهی و فناوری زیستی پرداخته شده و در ادامه از تأثیر فناوری زیستی ارقام گیاهی بر محیط زیست بحث شده است. در ادامه فناوری زیستی ارقام گیاهی در پرتو اخلاقی بررسی شده و در نهایت راهکارها و سازوکارهای بهره‌مندی از فناوری زیستی ارقام گیاهی در کنار توجه به اخلاق زیستی ارائه شده است.

روش

روش تحقیق حاضر توصیفی - تحلیلی است و با استفاده از بررسی منابع کتابخانه‌ای به انجام رسیده است.

یافته‌ها

فناوری زیستی ارقام گیاهی از طریق تغییرات ژنتیکی بر گونه‌های گیاهی غیر دستکاری ژنتیکی شده و تأثیر سوء بر حشرات و کاهش تنوع زیستی بر محیط زیست تأثیرگذار است. تغییرات ژنتیکی باعث آسیب به برخی ارگانیسم‌ها (مانند آفات و حشرات) در اکوسیستم می‌شود و از تنوع زیستی آن‌ها می‌کاهد. فناوری زیستی ارقام گیاهی از منظر اخلاق زیستی مورد توجه قرار گرفته است. سازمان بهداشت جهانی با اقداماتی مانند نحوه برچسب اطلاعات فرآورده‌های اصلاح ژنتیک شده و سازمان خواروبار جهانی با تشکیل کمیسیون کدکس الیمنتاریوس به صورت مشترک با سازمان بهداشت جهانی، تشکیل کنوانسیون بین‌المللی حفظ نباتات و کمیسیون و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیک غذا و کشاورزی و نشست‌های تخصصی اخلاق زیستی را در فرایند فناوری زیستی ارقام گیاهی مورد توجه و تأکید قرار داده‌اند.

بحث

۱. ارقام گیاهی (Plant Varieties) و فناوری زیستی: رقم به معنای نوع و گونه است. «از نظر گیاه‌شناسی، رقم (وارپته) زیرگروه گونه و شامل گروهی از گیاهان مشابه است که از نظر فرم ساختاری و عملکرد از دیگر وارپته‌های آن‌گونه قابل تشخیص و از آن‌ها متمایز هستند» (۸). رقم، تیپ یا کولتیوار به انواعی از گونه‌های یک گیاه خاص می‌گویند که با شرایط محیطی به طور طبیعی یا مصنوعی منطبق شده یا بازده یا مقاومت آن‌ها را نسبت به دیگر هم‌گونه‌هایشان افزایش داده‌اند. هر شخص یا مؤسسه‌ای می‌تواند رقم مورد نظر خود را تربیت کند و آن را ثبت نماید و حق انحصاری پرورش آن را در دست گیرد. گونه ممکن است به زیرگونه و نژاد (وارپته) تقسیم شود. وارپته‌های پرورش‌یافته را رقم می‌نامند (۹).

«به موجب بند ۶ ماده ۱ کنوانسیون ۱۹۹۱، «رقم»: «به معنای یک گروه‌بندی (مجموعه) گیاهی است که در پایین‌ترین رده شناخته‌شده طبقه‌بندی گیاه‌شناسی قرار می‌گیرد و صرف نظر از اینکه شرایط اعطای حق به نژادگر را

برآورده کرده باشد یا نه می‌تواند با تجلی و تظاهر ویژگی‌های ناشی از یک ژنوتیپ خاص (ساختار ژنتیکی معین) معین شود (۱۰)، به موجب بند ۲ ماده ۱۶ کنوانسیون حمایت از ارقام جدید گیاهی، «هر نوع ماده قابل تکثیر، مواد برداشت‌شده شامل تمام یا قسمتی از گیاه و هر فرآورده‌ای که به صورت مستقیم از مواد برداشت‌شده تولید شود، می‌تواند به عنوان ماده گیاهی رقم حمایت گردد».

در خصوص مفهوم فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) نیز باید گفت که در حال حاضر علم مهندسی ژنتیک به عنوان یکی از شاخه‌های مهم زیست‌فناوری یکی از فناوری‌های مهم و کلیدی در توسعه و تأمین نیازهای بشر در تمامی زمینه‌ها محسوب می‌شود، به گونه‌ای که به اذعان بسیاری از کارشناسان، اگر قرن بیستم به نام رایانه و ارتباطات نامگذاری شده است، باید قرن بیست و یکم را قرن بیوتکنولوژی نامید (۱۱).

بیوتکنولوژی یا فناوری زیستی به مفهوم کاربرد علوم زیستی و اثر متقابل آن‌ها در فناوری‌های ساخت بشر است. فناوری زیستی شرایطی برای دانشمندان فراهم می‌آورد که بتوانند یک یا چند ژن را از یک موجود زنده (یک حیوان یا یک گیاه)، برداشته و به موجود زنده دیگری تزریق کنند و به این ترتیب موجودی با ژن‌های متفاوت خلق کنند. سالیان درازی است که بشر برای افزایش کیفیت غذای خود از روش‌های مختلف فناوری زیستی در پرورش گیاهان و حیوانات استفاده کرده است، اما در دهه اخیر، مهندسی ژنتیک دانشمندان را قادر ساخته تا ژن‌های موجودات زنده را با دستکاری تغییر دهند و یا ژن‌های ویژه‌ای را بین موجودات زنده منتقل کنند و از این طریق بتوانند موجب تکثیر صفات دلخواه شوند. به عبارت دقیق‌تر مهندسی ژنتیک با استفاده از یکسری فناوری‌های خاص قادر به تغییر ساختار ژنتیکی موجودات زنده مانند حیوانات، گیاهان و ریزسازواره‌ها (مانند باکتری‌ها و مخمرها) است. اساس مهندسی ژنتیک عبارت است از توان شناسایی ژن مورد نظر، یعنی ژنی که حاوی ویژگی مطلوب در موجودات است، مجزا کردن آن ژن، مطالعه کارکرد و اصول

فعالیت آن تغییر ژن و کار گذاشتن مجدد آن در میزبان طبیعی خود و یا گیاه و جانوری دیگر. تمامی این تکنیک‌ها ابزار هستند نه هدف و با استفاده از آن‌ها می‌توان طبیعت و وظیفه و کارکرد ژن‌ها را شناسایی کرد، اسرار مقاومت به بیماری‌ها را گشود، رشد و نمو را تنظیم نمود و یا در نحوه ارتباط میان سلول‌ها و موجودات دخل و تصرف کرد (۱۲). در کنار این ابزارها، تولید میکروارگانیسم‌ها، حیوانات و گیاهان و محصولات تراریخته (GMO: Genetically Modified Organism) از طریق مهندسی ژنتیک یکی از راهکارهایی است که می‌توان از طریق آن به اهدافی مانند تولید غذای بیشتر، تولید محصولات مطلوب و با عمر نگهداری بالا، تولید فراورده‌های دارویی و... دست یافت. تغییرات ژنتیکی باعث تغییر یک‌گونه می‌شود، این چیزی است که تکامل نامیده می‌شود. انسان‌ها نیز مدت‌ها است که به اهمیت این موضوع پی برده و تلاش کرده‌اند تا از آن بهره گیرند. در دهه‌های اخیر برنامه‌های اصلاح نژادی که بر روی گیاهان و حیوانات انجام شده و می‌شود، با هدف آن است که گیاهان و حیواناتی ایجاد شوند که هرچه بیشتر در خدمت منافع انسان باشند.

۲. تأثیر فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی بر

محیط زیست: فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی، هرچند ممکن است مشکل دسترسی به غذای کافی را تا حدی حل نماید، اما این احتمال نیز دارد خطرات ناشناخته‌ای برای محیط زیست داشته باشد. در این قسمت به بررسی تأثیر فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی بر محیط زیست پرداخته می‌شود.

۱-۲. احتمال تغییرات ژنتیکی بر گونه‌های گیاهی غیر

دستکاری ژنتیکی‌شده: احتمال خطر به مفهوم احتمال پیامدهای مضر ناشی از یک فعالیت گفته می‌شود. مخاطرات احتمالی اکولوژیکی ادعا شده برای محصولات تراریخته شامل ایمنی تراژن بیگانه برای موجودات غیر هدف، اثرات ژن معرفی شده بر صفات فنوتیپی مرتبط، سلامت زیست‌محیطی محصول و اثرات ناخواسته مانند تغییرات در سطح متابولیک‌های ثانویه است (۱۴). از نگرانی‌های مطرح شده در

خصوص ورود تراژن به یک گیاه گیرنده مربوط به برخی اثرات ناخواسته بر متابولیسم گیاه است. چنین اثرات پلی‌تروپیکی ممکن است شامل تغییر بیان یک ژن غیر مرتبط در محل القای ژن یا محلی دور از آن باشد. با این وجود، اثرات ناخواسته ممکن است در سایر گیاهان غیر تراریخته نیز از طریق نوترکیبی کروموزمی یا تحت شرایط محیطی خاص پدید آیند (۱۵). تجربیات موجود در خصوص گیاهان تراریخته نشان می‌دهد که احتمال ایجاد اثرات غیر قابل انتظار در طی مراحل انتخاب که قابل تشخیص نباشند، بسیار پایین است (۱۶)، ضمن اینکه قبل از آزادسازی این‌گونه محصولات آزمایش‌هایی برای ارزیابی اثرات ناخواسته متابولیکی جهت مقایسه محصولات تراریخته با والد‌های غیر تراریخته صورت می‌گیرد. هرگونه تفاوت معنی‌دار در غلظت ترکیبات تغذیه‌ای مهم محصول تراریخته در مقایسه با نوع غیر تراریخته آن به وسیله آنالیز ترکیبات گیاه قابل شناسایی است (۱۷).

از نگرانی‌های مطرح شده احتمال فراتراژن از یک گیاه تراریخته به گونه غیر تراریخته یا خویشاوندان وحشی آن است. لازم به ذکر است که گیاهان در ظرفیت دگرگشتی با یکدیگر متفاوت هستند. ظرفیت یک گیاه در آمیزش با یک علف هرز به شدت به سازگاری و خویشاوندی والدین با یکدیگر وابسته است. هیبریدهای بین‌گونه‌ای معمولاً عقیم بوده و کمتر زنده باقی می‌مانند. بنابراین احتمال اینکه گیاهان تراریخته قادر به انتقال تراژن یا ژن‌های دیگر به گونه‌هایی غیر از کولتیوارهای زراعی باشند، بسیار ناچیز است (۱۸). کولتیوارهای زراعی به انواعی از گونه‌های یک گیاه خاص می‌گویند که با شرایط محیطی به طور طبیعی یا مصنوعی منطبق شده یا بازده یا مقاومت آن‌ها را نسبت به دیگر هم‌گونه‌هایشان افزایش داده‌اند. هر شخص یا مؤسسه‌ای می‌تواند رقم مورد نظر خود را تربیت کند و آن را ثبت نماید و حق انحصاری پرورش آن را در دست گیرد. با فرض بر اینکه شار ژنی از گیاهان تراریخته به خویشاوندان وحشی انجام شود، تنها اتفاقی که رخ خواهد داد این است که باعث مقاوم شدن آن‌ها به آفات می‌شود که این یک مزیت برای این‌گونه گیاهان محسوب می‌شود، زیرا که از

انقراض آن‌ها جلوگیری می‌شود و دوباره به محیط بازگردانده می‌شوند.

فرار ژن به عنوان یک خطر بالقوه قابل توجهی شناخته شده است (۱۹). برای بسیاری از محصولات، تلاقی بین گونه و درون‌گونه‌ای با خویشاوندان وحشی امکان‌پذیر است (۲۰). عواقب بوم‌شناختی این مسأله می‌تواند جدی باشد اگر صفات جدید تغییر پارامترهای تناسب با تهاجم گیاهان اصلاح‌شده را تغییر دهد. مهاجم به عنوان یک تهدید بزرگ و نگرانی جهانی شناخته شده است (۲۱). اطلاعات مربوط به سازگاری با تهاجم گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی کم است. کراولی (Crawley) و همکاران سال ۱۹۹۷ دریافتند که دانه روغنی کلزا حاوی ژن Bt-toxin قدرت سازگاری را در برابر گیاهخواری حشرات به دست می‌آورد. در مطالعه طولانی‌مدت بقای وحشی و تهاجمی از گیاهان مقاوم در برابر علف‌کش در مناطق مختلف جزایر بریتانیا، هیچ رقم گیاه اصلاح‌شده ژنتیکی بیش از ۴ سال در زیستگاه‌های طبیعی دوام نیاورد (۲۲). با این حال، موفقیت تهاجم با مقیاس مرتبط است و پیش‌بینی عواقب کشت گیاهان تراریخته با مطالعات کم مقیاس بسیار دشوار است.

ارگانیسم‌های گیاهخوار که هدف قرار نگرفته بودند، هنوز ممکن است تحت تأثیر گیاهان مقاوم به حشره قرار گیرند. به عنوان مثال، گرده‌های ذرت تراریخته که در برگ‌های علف شیر (استبرق) انباشته‌شده می‌توانند باعث مرگ و میر لارو پروانه سلطنتی شوند (۲۳) که یک‌گونه مهم حفاظت‌شده از طبیعت آمریکاست. این مطالعه تعداد دیگری از سری مطالعاتی را باعث شد که نشان می‌دهد که غلظت‌های گرده طبیعی می‌تواند باعث مرگ و میر قابل توجهی شود (۲۴). به نظر نمی‌رسد که تمام گونه‌های پروانه‌ای تحت چنین خطری قرار بگیرند، مثلاً لارو بلال دم‌چلچله‌ای نسبت به گرده‌های ذرت تراریخته حساس نیست (۲۵-۲۶).

تحقیقات نقش مهم میکروارگانیسم‌ها در حاصلخیزی خاک را به اثبات رسانده‌اند. در هر سانتی‌متر مکعب از خاک بیش از صد میلیون میکروارگانیسم، متعلق به بیش از هزار گونه

مختلف وجود دارد. گروه‌های اصلی شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها، پروتوزوئرها، نماتدها (کرم‌های لوله‌ای)، کرم‌های خاکی و برخی از حشرات می‌باشند (۲۷). در خاک یک سری مناطق مستعد برای نقل‌وانتقال ژن وجود دارد که به آن‌ها نقاط داغ گفته می‌شود. انتقال ژن توسط وکتور (وسیله‌ای برای میان‌گذری قطعات DNA بیگانه در ژنوم سلول میزبان)، میکروارگانیسم‌های تغییریافته به باکتری‌های ناحیه آندروژن خاک به اثبات رسیده و البته عکس این حالت، یعنی انتقال ژن‌ها از باکتری‌های ناحیه آندروژن به ارگانیسم‌های تغییریافته نیز دیده شده است. بیوتای خاک که شامل بی‌مهرگان و میکروارگانیسم‌ها می‌باشد، تأثیر به سزایی در انتقال ژن دارد، به نحوی که بیشتر تبادلات ژن در خاک‌های دارای کرم‌های خاکی صورت می‌پذیرد، البته برخی از حشرات نیز شرایط مناسب را برای هم‌یوگی باکتری‌ها فراهم می‌نمایند (۲۷). پیش‌بینی می‌شود که انتقال ژن از طریق وکتورهای ارگانیسم‌های تغییریافته ژنتیکی به میکروارگانیسم‌های خاک باعث تغییر در بیوماس و ساختار و عملکرد میکروارگانیسم‌های آندروژن می‌گردد (۲۸)، البته احتمال چنین امری در شرایط مزرعه‌ای کمتر است. در آزمایشی رهاسازی میکروارگانیسم‌های حاوی ژن‌های نشانگر انجام گرفت که این ژن‌ها به میکروارگانیسم‌های خاک منتقل گردیدند (۲۹). در محیط پاسخ خاصی در واکنش به این تغییر ایجاد نشد، ولی امکان تبادل ژن را به اثبات می‌رسانید. در آزمایشی جالب توسط گدینگ و همکاران دیده شد که گیاه تراریخت ریزوبیوم لگومینوز اروم حاوی ژن Bt، برای مقابله با آسیب‌های شیشه سیتونیا، به طور غیر منتظره‌ای افزایش در تشکیل گره، در ریشه گیاه را نشان می‌دهد.

۲-۲. تأثیر سوء فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی بر حشرات: گیاهان مقاوم به حشرات به کاهش تراکم برخی از حشرات تغذیه‌کننده از گیاه کمک کرد. با این حال، این حشرات نیز به عنوان طعمه طیف وسیعی از دشمنان طبیعی به کار رفتند. اثر بالقوه قابل توجهی از گیاهان تراریخته، عواقب تغییر شیوع و تراکم شکار برای دشمنان

و وحشی می‌توانند توسط محصولات تراریخته تحت تأثیر قرار گیرند (۳۷) و مطالعه سیستماتیک آن‌ها باید در ارزیابی خطر زیست‌محیطی گیاهان تراریخته برای اطمینان حاصل نمودن از این که خدمات مزبور به اکوسیستم آسیب نرساند، حائز توجه باشد (۲۱).

مطالعات زیادی انتقال افقی ژن را طی مکانیسم گرده‌افشانی طبیعی بین گونه‌های خویشاوند نشان می‌دهند. جریان ژنی بین گونه‌های زراعی و اجداد وحشی منجر به تولید گیاهان وحشی غیر قابل کنترل می‌شود که آن‌ها را ابر علف هرزها می‌نامند. دیده‌شده که کلزای نر عقیم ژن‌های باروری را از انواع وحشی جذب کرده و سورگوم ژن‌های زمان‌بندی گلدهی را با جاسونگراس مبادله کرده است (۳۸). انتقال ژن‌های مقاوم به علف‌کش باعث می‌شود تا دامنه علف‌کش‌های اثربخش کاهش یابد. به همین خاطر دولت‌ها مجبور به اتخاذ قوانین و راهکارهایی در این ارتباط شدند. در سال ۱۹۹۹ گریزیل از پژوهشکده علوم ویزمن برای کاهش انتقال ژن از گیاه تراریخت به انواع وحشی از سازه‌های تکراری طی گرده‌افشانی استفاده کرد (۳۹). این تکنولوژی از دو ژن استفاده می‌کرد که سبب محدود شدن جریان ژنی می‌شدند. ژن‌هایی که روی گرده‌افشانی تأثیر می‌گذارند، سبب ایجاد صفاتی مثل کوتولگی، مهار تولید گل و جلوگیری از رسیدگی می‌شدند و فاصله کمی را روی سازه ژنی با ژن مورد نظر دارند. به نوعی که این صفات در گیاه زراعی بی‌تأثیر بوده، ولی برای گیاه وحشی مضر می‌باشد و از تولید مثل موفقیت‌آمیز گیاه وحشی جلوگیری می‌کنند. وجود جریان ژنی به اثبات رسیده و به منظور کاهش جریان ژنی نیز لازم است تا پایش‌های مکرر محیطی برای اطلاع از تولید ابر علف هرزها صورت پذیرد (۴۰).

در عصاره ریشه‌های تراریخته ذرت بی‌تی، سم بی‌تی توکسین در غلظت‌هایی که می‌توانند حشرات را بکشند شناسایی شد (۴۱). عواقب طولانی‌مدت آن هنوز مشخص نشده است. مطالعه موجودات و فرآیندهای خاک به طور کلی کم‌مزیت است که منعکس‌کننده تأکید بیشتر بر فرآیندهای اکولوژیکی روی زمین نسبت به زیرزمین است (۴۲). در یکی از مطالعات

طبیعی است. اگر تراکم شکار کاهش یابد، با یک اثر مستقیم باعث کاهش تراکم دشمنان طبیعی خود خواهد شد. سیب‌زمینی تراریخته کنترل‌کننده سوسک کلرادو احتمالاً مسئول کاهش سوسک شکارگر سوسک کلرادو است (۳۰). حشرات شکارگر و انگلی نیز نسبت به کیفیت طعمه حساس هستند و کیفیت طعمه را می‌توان با گیاهان میزبان تحت تأثیر قرارداد و باعث ایجاد تعاملات سه‌گانه می‌شود (۳۱). تعدادی از این نمونه‌ها با استفاده از گیاهان تراریخته یا معادل‌های آزمایشی آن‌ها یافت شده است. به عنوان مثال، زنبور انگلی باعث کاهش انگلی شدن در کرم میوه گوجه‌فرنگی از گیاهان با مهارکننده تریپسین لوبیای علوفه‌ای می‌شود (۳۲). حشرات انگلی همچنین می‌توانند در یک سطح رفتاری به میزبان ناشی از گیاهان تراریخته واکنش نشان دهند (۳۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد کفشدوزک‌های بالغ هنگام تغذیه با شته‌های روی برگ‌های سیب‌زمینی تراریخته (بیان‌کننده لکتین گل حسرت)، تحت تأثیر منفی قرار گرفتند. طول عمر ماده‌های بالغ کاهش یافت (بی‌اثر به نرها)، تخم‌گذاری و زنده‌مانی تخم‌ها کاهش می‌یابد (۳۴). جالب توجه است که لاروهای همین کفشدوزک‌ها به نظر نمی‌رسد که عواقب مشابهی را متحمل شوند (۳۵).

در آزمایش‌های انجام‌شده در نیوزیلند، یورگنسن و لووئی (Jørgensen & Lövei) (۲۰۰۸ م.) دریافتند که سوسک‌های بالغ زمانی که این شکار با رژیم غذایی حاوی مهارکننده پروتئین تغذیه کند کمتر از شکار کرم لیسه خودمصرف می‌کنند (نسبت به تغذیه با رژیم معمولی این اثر طولانی‌تر از قرارگرفتن در معرض واقعی طعمه دستکاری شده و وابسته به سن بود (۳۶). به نظر می‌رسد مهارکننده‌های پروتئین از سودمندی گیاهخواری را عنوان طعمه برای این شکارچی تحت تأثیر می‌گذارند.

گیاهانی که توسط حیوانات گرده‌افشانی می‌شوند، بیش از ۲۵ درصد مواد غذای جهان را تأمین می‌کنند. ارگانسیم‌های گرده‌افشان در مناطق معتدل اغلب حشرات، یعنی زنبورهای عسل و وحشی می‌توانند عوامل پخش کرده و هر محصول تراریختی که در گرده و شهد بیان می‌شود باشند. زنبور عسل

دقیق که تا به امروز منتشر شده است (۴۳)، اثرات تغییرات قابل توجهی در پرتوزایی خاک در خاک‌های تحت کشت سیب‌زمینی مهندسی ژنتیکی شده یافت شد (۴۴). همانطور که حفظ باروری خاک یک فرآیند بیولوژیکی است، آزمایشات اثرات گیاهان تراریخته در فرایندهای خاک بسیار مهم هستند.

۲-۳. تأثیر فناوری زیستی ارقام گیاهی بر کاهش تنوع زیستی: یکی از نگرانی‌ها درباره گیاهان تراریخته این است که استفاده از آن‌ها می‌تواند منجر به تک‌کشتی شود و تک‌کشتی هم تنوع زیستی را به طرق مختلفی کاهش می‌دهد. بالطبع کاهش تنوع زیستی ممکن است منجر به از بین رفتن موجودات زنده‌ای شود که از این گیاهان تغذیه می‌کنند یا اینکه تک‌کشتی ممکن است به شیوع یا اپیدمی یک بیماری خاص کمک کند (۴۵).

کاهش تنوع زیستی تهدید تنوع زیستی توسط ارگانیسم‌های تغییر یافته ژنتیکی از سوی دانشمندان بسیاری مطرح شده است. در سال ۱۹۸۶ باکتری سودوموناس سرینجی برای محافظت گیاهان از آسیب سرمازدگی مورد تغییر واقع شد (۳۸) و با مخالفت شدید گروه‌های حفاظت از محیط زیست رو به رو شد. سازمان صلح سبز جهانی نخستین گروهی بود که به مقابله با محصولات تراریخت برخاست (۴۶). آن‌ها مخالفت خود را چنین اعلام می‌کردند که محصولات تراریخت نباید در محیط آزاد شوند، زیرا که اطلاعات کافی در مورد تأثیر آن‌ها بر روی محیط زیست و سلامت انسان نداریم. همچنین اعتقاد دارند که در درازمدت خطر از بین رفتن تنوع زیستی به وسیله رشد گیاهان تراریخت وجود دارد (۴۷). برخی از مطالعات نشان می‌دهند که گیاهان تراریخت می‌توانند که روی فون و فلور تأثیر بگذارند و این به دلیل توانایی گیاهان تراریخت در افزایش فعالیت‌های کشاورزی در مناطقی می‌باشد که قبلاً به طور بیابانی بوده و مورد کشت واقع نمی‌شدند. تنوع زیستی موجودات آبی نیز بایستی مورد بررسی واقع شود، زیرا احتمال دارد که آفت‌کش‌های زیستی اثرات سوئی را در این بخش داشته باشند. شایسته است که تأثیرات گیاهان تراریخته، روی تنوع زیستی اکوسیستم‌های موجود در خاک نیز بررسی شود.

بایستی تأثیرات گیاهان ترانس‌ژنیک در سطح جهانی و منطقه‌ای مطالعه شود و خطراتی که اخیراً ذکر شد به همراه دانسته‌های معمول در مورد توسعه کشاورزی در یک رابطه معقولانه محک زده شوند تا به مزایا و معایب آن پی ببریم. تاکنون مطالعه‌ای دقیق که ارتباط بین گیاهان تراریخته و کاهش تنوع زیستی را به طور مستقیم مورد مطالعه قرار دهد و یا مقایسه‌ای بین توان رشدی گیاهان معمول و تراریخت باشد، صورت نگرفته است (۴۶).

کشاورزی متمرکز، به ویژه در نیمکره شمالی، یک عامل مهم مدیریت زیست‌محیطی است و بسیاری از تنوع زیستی این کشورها در یک چشم‌انداز کشت‌شده (۴۸)، حفظ شده است. تغییر مختصات مدیریت کنونی پیامدهای قابل توجهی برای تنوع زیستی در این کشورها دارد. انتظار می‌رود که محصولات مقاوم به علف‌کش‌ها کنترل علف‌های هرز را بیشتر کند، به ویژه در انگلستان که این امر پیامدهای منفی برای تنوع زیستی در مناطق روستایی در پی خواهد داشت (۴۹). پژوهشگران با استفاده از یک علف هرز (Chenopodium Album) و یک مرغ نغمه‌سرا، به بررسی اثرات کلی چغندر قند مقاوم به علف‌کش بر روی تنوع زیستی پرداخته‌اند. کار آن‌ها نشان‌دهنده تأثیرات منفی قابل توجهی بر روی پرندهای دانه‌خوار بود. نگرانی مشابهی موجب شد تا دولت انگلیس از توسعه تجاری گیاهان تراریخته جلوگیری کند و چهار سال تحقیق در مقیاس مزرعه را آغاز کند تا بررسی نماید که گیاهان تراریخته چه تأثیری بر تنوع زیستی دارد (۵۰). مطالعاتی که تاکنون منتشر شده در مورد تأثیرات گیاهان تراریخته بر تنوع زیستی زراعتی ناکارآمد هستند (۵۱).

تنوع زیستی کشاورزی در غرب آسیا نیز به طور کلی کم است و گونه‌های غیر بومی اغلب گونه‌های موجود در زیستگاه‌ها را شامل می‌شوند (۲۱). به نظر می‌رسد یک ارتباط محدود بین زیستگاه‌های بومی و غیر بومی در غرب آسیا وجود دارد. تفکر سیاسی کنونی در مورد تنوع زیستی در این منطقه بر روی موجودات بومی متمرکز است، در نتیجه تغییرات در زمین‌های

کشت شده به علت محصولات ترا ریخته، به علت تنوع زیستی، در صورت وجود تنوع زیستی مشکل ایجاد می کند.

۳. فناوری زیستی ارقام گیاهی در پرتو اخلاق زیستی:
ایمنی محصولات غذایی ناشی از فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی شامل نگرانی های مرتبط با این موضوع است که آیا ارقام گیاهی دستکاری ژنتیکی شده در مقایسه با نوع دستکاری ژنتیکی نشده احتمال خطر بیشتری دارند (۵۲). در این قسمت تلاش شده به بررسی فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی در پرتو اخلاق زیستی پرداخته شود.

۱-۳. رویکرد سازمان بهداشت جهانی: چنانچه از اساسنامه سازمان بهداشت جهانی که در سال ۱۹۴۸ میلادی تأسیس شده است، برمی آید، هدف اصلی سازمان دسترسی تمام مردم در بالاترین سطح ممکن به بهداشت فیزیکی، جسمی، روانی و اجتماعی است نه فقط نداشتن بیماری (۵۳). مصرف غذاهای اصلاح ژنتیک شده لزوماً باید همراه ارزیابی دقیق آن ها از مخاطراتی باشد که در درازمدت ممکن است روی سلامت انسان ها تأثیرگذار باشد، البته دستورالعمل های مختلفی توسط سازمان فائو و سازمان بهداشت جهانی برای ارزیابی ایمنی و سلامت در مصرف فرآورده های حاصل از گیاهان اصلاح ژنتیک شده منتشر شده است. در اکثر این نوع دستورالعمل ها، مقایسه بین مصرف درازمدت فرآورده های اصلاح ژنتیک شده با فرآورده های متداول سنتی که به طور عادی مصرف می شوند، انجام می شود. مقایسه بین این فرآورده ها، بر اساس بروز حالت حساسیت زایی آن ها نزد مصرف کنندگان است. محققان معتقدند به دلیل گران بودن هزینه آزمون های کنترل سلامت فرآورده ها بعد از ورود به بازار، باید ارزیابی سلامت بودن مصرف فرآورده ها به طور دقیق قبل از ورود به بازار انجام شود. این نوع پژوهش ها باید به طور کامل با مستندات و با حفظ اطلاعات تجارتي انجام شود (۵۳). سازمان بهداشت جهانی مایل است تمهیداتی را فراهم آورد تا تأثیر سوء احتمالی غذاهای حاصل از محصولات تراریخته را هم به حداقل برساند. یکی از اقدامات سازمان بهداشت جهانی در

قبال فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) ارقام گیاهی، برچسب اطلاعات فرآورده های اصلاح ژنتیک شده است (۵۴). شاید مصرف کنندگان علاقمند باشند، اطلاعاتی راجع به نحوه تولید این اقلام از نظر کشت ارگانیک یا صرفاً تبلیغاتی بودن بدانند. برچسب اطلاعات روی غذاها اعم از اقلام متداول یا اصلاح ژنتیک شده، باید حاوی مطالبی در مورد نحوه تولید آن باشد. سایر اطلاعات می تواند مبنی بر توضیح نحوه انتقال ژن (دستکاری) یا علت و مزایای آن باشد.

۲-۳. رویکرد سازمان خواروبار جهانی (FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations): تأکید سازمان خواروبار جهانی بیشتر بر موضوع تغییرات ژنتیکی در گیاه و حیوان و تأمین غذا از طریق مهندسی ژنتیک و علوم نوین می باشد. «این سازمان از طریق برنامه های مختلفی در موضوع تغییرات ژنتیکی و ایمنی زیستی درگیر است. تعدادی از این برنامه ها عبارتند از:

۱- کمیسیون کدکس الیمنتاریوس (Codex Alimentarius) به صورت مشترک با سازمان بهداشت جهانی: کمیسیون کدکس الیمنتاریوس متشکل از وزرای کشاورزی کشورهای عضو به صورت مشترک بین سازمان خواروبار جهانی و سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۶۳ تأسیس شد تا اصول، راهنما و استانداردهای غذایی را تهیه و تدوین کند؛

۲- کنوانسیون بین المللی حفظ نباتات (IPPC: International Plant Protection Convention)؛

۳- کمیسیون و معاهده بین المللی منابع ژنتیک غذا و کشاورزی (PGRFA: The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture)؛

۴- فعالیت های بی شمار دیگری در مورد توانمندسازی، مطالعات اقتصادی، اجتماعی و... در مورد بیوتکنولوژی و ایمنی زیستی» (۵۵).

می توان به نشست های تخصصی مشترک سازمان خواروبار جهانی با سازمان بهداشت جهانی نیز اشاره کرد (۵۳).

این دو سازمان برای آغاز فرآیند تدوین هر نوع استاندارد، اصول، راهنما و یا بر اساس تقاضای کشورهای عضو اقدام به

تخصصی سازمان ملل متحد است. این سازمان با امضای توافقنامه‌ای در استکهلم در سال ۱۹۶۷ برای تشویق آثار خلاقانه در راستای حمایت از مالکیت معنوی در جهان و ارتقای فعالیت‌های دارایی فکری و تسهیل انتقال تکنولوژی به کشورهای در حال پیشرفت تأسیس شد. این سازمان هم‌اکنون ۱۸۴ کشور عضو دارد و ۲۴ معاهده بین‌المللی را مدیریت می‌کند و مقر آن در ژنو، سوئیس قرار دارد. در واقع این سازمان در راستای تحقق هدف ماده ۲۷ منشور حقوق بشر سازمان ملل متحد (حق دارایی فکری) که اعلام می‌دارد افراد از حمایت منافع مادی و معنوی حاصل از تولیدات علمی، ادبی و هنری بهره‌مند می‌گردند، تأسیس شده است (۶۲).

مبحث مالکیت فکری منابع زیستی و ثبت اختراعات بیوتکنولوژیک در دهه اخیر در پاره‌ای از اسناد بین‌المللی و مقررات و قوانین منطقه‌ای و ملی، به اجمال و حتی به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و در سازمان جهانی مالکیت معنوی به صورت تخصصی‌تر بدان پرداخته شده است. از زمانی که انقلاب ژنتیک و دستکاری ژنتیکی در قرن اخیر پا به عرصه ظهور گذاشت، به دنبال آن بحث حمایت از این نوع دستکاری‌ها برای حفظ حقوق مخترع و همچنین تضمین منافع اقتصادی آن مطرح شد. یکی از نظام‌های پیشنهادی نظام حقوق مالکیت فکری بود که از مخترع و جامعه به طور همزمان حمایت می‌کرد و از طرفی سازمان جهانی مالکیت معنوی در جهت این حمایت عمل می‌کرد (۶۳).

از دیگر سازمان‌های بین‌المللی جهانی که در موضوع تغییرات ژنتیکی فعالیت می‌کند، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development) می‌باشد. این سازمان در زمینه ایجاد چارچوب‌های حقوقی جهت برقراری ایمنی زیستی محصولات ناشی از مهندسی ژنتیک و نظارت حقوقی بر مواد غذایی که بدین شیوه وارد بازار اقتصاد کشورهای عضو می‌شوند، با هدف رسیدن به توسعه پایدار فعالیت می‌کند؛ توسعه‌ای که در جهت حمایت از حقوق بشر و محیط زیست باشد (۶۴). همچنین نگرانی‌های مختلف زیست‌محیطی و سلامتی محصولات

برگزاری نشست‌های مشورتی تخصصی با حضور برجسته‌ترین نخبگان فنی آن موضوع از کشورهای مختلف می‌کنند. نتایج این نشست‌های تخصصی به عنوان اسنادی که می‌توانند به عنوان نقطه آغازین برای تدوین استاندارد و یا راهنما به کار گرفته شوند، منتشر می‌شوند، اما به تنهایی سندیتی نداشته و تنها به عنوان پیشنهاد تلقی شده و به عنوان متون علمی معتبر به آن استناد می‌شود. این دو سازمان طی دو دهه گذشته بیش از بیست نشست مشورتی و تخصصی برگزار کرده‌اند (۶۰). عناوین برخی از این نشست‌های مشورتی تخصصی عبارت‌اند از:

۱- نشست تخصصی مشورتی در مورد «ایمنی زیستی در چارچوب امنیت زیستی: کمک به کشاورزی پایدار و تولید غذا» (۵۶)، ۲۸ فوریه تا ۳ مارس ۲۰۰۶ میلادی، مقر سازمان خواروبار جهانی، رم، ایتالیا؛

۲- نشست تخصصی مشورتی صاحبان منافع در مورد پیش‌نویس سند «بیوتکنولوژی مدرن، سلامت انسان و توسعه، یک مطالعه‌ای مبتنی بر شواهد» (۵۷)، مقر سازمان بهداشت جهانی، ژنو، ۲۰۰۲ میلادی؛

۳- نشست تخصصی مشورتی مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی در مورد «ارزیابی سلامتی غذاهای ناشی از حیوانات تراریخته (مهندسی ژنتیک‌شده) مشتمل بر ماهی» (۵۸)، ۱۷ تا ۲۱ نوامبر ۲۰۰۳ میلادی، مقر سازمان خواروبار جهانی، رم، ایتالیا؛

۴- اجلاس گفتمان سیاستگذاری بیوتکنولوژی سازمان خواروبار جهانی و مؤسسه بین‌المللی تحقیقات مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت عنوان «استفاده از بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک برای توسعه کشاورزی در خاور نزدیک و شمال آفریقا» (۵۹)، ۱۲ تا ۱۴ فوریه ۲۰۰۶ میلادی، قاهره، مصر (۶۱).

علاوه بر اقدامات سازمان خواروبار جهانی و سازمان بهداشت جهانی می‌توان به اقدامات دیگر سازمان‌های جهانی مانند سازمان جهانی مالکیت معنوی (WIPO: World Intellectual Property Organization) نیز اشاره کرد. سازمان جهانی مالکیت معنوی یا فکری، یکی از شانزده آژانس

از منابع طبیعی یا برخی منابع جایگزین و یا تبدیل منابع طبیعی به منابع مصنوعی در جهت پاسخگویی به نیازهای تغذیه جهانی در دستیابی به امنیت غذایی جهانی پایدار، اقداماتی در راستای تحقق تثبیت امنیت غذایی مطلوب برای انتقال همین منابع ژنتیکی گیاهی به نسل‌های آتی باشد» (۶۶).

لذا دولت‌ها باید در جهت دستیابی به سیاست عادلانه کشاورزی در حفاظت و بهره‌برداری از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی و رشد اقتصادی بین‌المللی با اندیشه حمایتی به این منابع توجه نمایند تا از این طریق بتوانند بهتر به حل مشکلات مرتبط با تخریب و انقراض منابع ژنتیکی گیاهی کمک کنند.

۴-۲. تقویت تحقیقات: بر این اساس دولت‌ها مکلفاند دست به تقویت تحقیقاتی بزنند که تنوع زیستی را در مورد کشاورزی و به حداکثر رساندن تنوع داخلی و بین گونه‌های خاص بهبود بخشیده و حفاظت می‌کند (۶۷).

همان‌گونه که در اسناد بیانیه‌های بین‌المللی درباره محیط زیست، از جمله ذخایر ژنتیکی گیاهی و تنوع زیستی در بیانیه ریو نیز مورد تأکید قرار گرفته است. در مراحل تکامل طولانی و دشوار بشر بر روی زمین، مرحله‌ای فرا رسیده است که در آن، انسان به یاری پیشرفت سریع علوم و تحقیقات و فناوری به روش‌های متعدد و در مقیاس‌های غیر قابل پیش‌بینی قدرت تغییر این منابع ژنتیکی و اصلاح آن به دست آورده است.

این وضعیت نه تنها نسل کنونی بشر را با تهدیدی جدی مواجه ساخته، بلکه بقای بشر را به ویژه در امنیت غذایی جهانی و توسعه کشاورزی پایدار به طور جدی در معرض خطر قرار داده است. کنوانسیون تنوع زیستی (۱۹۹۲ م.) نیز در خصوص تنوع گونه‌های زیستی در ماده ۶، فهرست اقدامات مربوطه را که باید در جهت تقویت، حفاظت و استفاده معقولانه از منابع زیستی اتخاذ شود، مورد توجه قرار داده است. به طور کلی در تحقیقات و بر اساس اسناد حقوق بین‌الملل محیط زیست، اصل جلوگیری از تخریب و حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهی

تراریخته قوانین و مقررات بین‌المللی در خصوص ایمنی زیستی و مدیریت مخاطرات احتمالی زیست‌محیطی موجودات زنده تراریخته، ازجمله موضوع‌های مطرح‌شده در سازمان استاندارد جهانی است. در این سازمان همچنین به استانداردهای بین‌المللی در خصوص ایمنی غذایی محصولات تراریخته، تجزیه و تحلیل مخاطرات احتمالی سلامت غذایی و روش‌های شناسایی و ردیابی این محصولات پرداخته می‌شود.

۴. راهکارها و سازوکارهای توجه به اخلاق زیستی و محیط زیست در فرایند فناوری زیستی ارقام گیاهی: به منظور توجه به اخلاق زیستی و عدم آسیب‌رساندن به محیط زیست در فرایند فناوری زیستی ارقام گیاهی می‌توان، راهکارها و سازوکارهای زیر را ارائه کرد:

۴-۱. سیاست عادلانه کشاورزی: اتخاذ سیاست عادلانه کشاورزی که به طور مناسب توسعه و نگهداری سیستم‌های متنوع زراعی را که استفاده پایدار از تنوع کشاورزی و زیستی و منابع طبیعی دیگر را بهبود می‌بخشد، می‌بایست ترغیب گردد. بر اساس ماده هفت معاهده ذخایر ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی نیز هر طرف متعاقد در صورت اقتضای فعالیت‌های موضوع مواد ۵ و ۶ معاهده را در سیاست‌ها و برنامه‌های کشاورزی و توسعه روستایی خود وارد نموده و با طرف‌های متعاقد دیگر به طور مستقیم یا از طریق سازمان کشاورزی و خواروبار ملل متحد (فائو) و سایر سازمان‌های بین‌المللی مربوط، در حفاظت و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی همکاری خواهد نمود (۶۵).

با این حال، آنچه هنوز نیاز به شناسایی و ارزیابی دارد، نقش توسعه اقتصادی در توجه به استانداردها و سازوکارهای حمایت از منابع ژنتیکی گیاهی و در نهایت استانداردهای حقوق بشری و اجتماعی مرتبط با بهره‌برداری از این منابع می‌باشد که سیاست عادلانه کشاورزی همانند مثلی که ضلع سه‌گانه آن اقتصاد، محیط زیست و حقوق بشر را مشترکاً باید مد نظر قرار داد.

سیاست عادلانه کشاورزی به دنبال آن است که «همزمان با انتقال تکنولوژی حاصل از تلاش نسل حاضر در استفاده بهینه

۴-۴. استفاده گسترده از گیاهان زراعی بومی و شیوه‌های به‌نژادی: رشد و توسعه علم و تکنولوژی در سده‌های اخیر همچون تیغی دودم، زندگی بشر را تحت تأثیر خود قرار داد. دستاوردهای مثبت علم و تکنولوژی در سایه کنترل بیماری‌ها و افزایش بهداشت و سلامت عمومی منجر به کاهش مرگ و میر گردید و امکان افزایش بی‌سابقه جمعیت در جهان را فراهم ساخت، به نحوی که تنها در قرن بیستم جمعیت جهان بیش از سه برابر شد. فشارهای جمعیتی همراه با تغییر در الگوهای مصرف و شیوه‌های زندگی بشری، مسائل حادی را در سطح کره زمین ایجاد کرد. هجوم بی‌سابقه به منابع تجدیدنپذیر برای ازتزاقت جمعیت و برآورده‌سازی نیازهای رو به تزاید جامعه بشری، تغییراتی اساسی در سطح جهان ایجاد نمود و نگرانی‌هایی در سطح بین‌المللی برانگیخت. غارت منابع کره زمین در عرصه‌های مختلف شامل ذخایر زیستی و به مخاطره‌افتادن گونه‌های مختلف گیاهی نیز گردید. اهمیت حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهی موضوعی بود که در اواسط قرن بیستم مورد توجه قرار گرفت و اما آنچه که خیلی دیر به آن عنایت شد، لزوم حفاظت و ثبت جنبه‌های مفید زراعی بومی و دانش بومی در خصوص این ذخایر بود (۷۰).

ژنتیک گیاهی زراعی بومی به عنوان بخشی مشخص از تنوع زیستی دربردارنده مواد ژنتیکی است که در اشکال اولیه و گونه‌های وحشی، وارینه‌های بومی و سنتی وجود دارد و این منابع برای معیشت انسان اعم از تهیه غذا، دارو و تهیه سوخت ضروری است و بسیاری از مایحتاج انسان را فراهم می‌کند. شناسایی و افزایش شمار گونه‌های زراعی بومی که پرورش آن‌ها ممکن است برای نیازهای جمعیتی جهان اعم از تغذیه، خوراک دام و تهیه سوخت در صنعت کاربرد داشته باشند، از جمله مواردی است که اهمیت حیاتی دارد. این کار می‌تواند با شناسایی گونه‌های بومی، آزمایش بر روی آن‌ها، سازگار نمودن و پرورش آن‌ها به روش به‌نژادی در کمیت و کیفیت، صورت گیرد.

به عنوان یک حقیقت و واقعیت مورد توجه بوده است. لازم است در تحقیقات پیش از آغاز فعالیت یا طرحی که ممکن است آثار زیان‌بار زیست‌محیطی درخور توجه به بار آورد، «اصل احتیاطی (The Precautionary Principle)» موردتوجه قرار گیرد.

۳-۴. تلاش برای اصلاح نباتات با مشارکت کشاورزان: توسعه تلاش‌های اصلاح نباتات با مشارکت کشاورزان به ویژه در کشورهای در حال توسعه، توان ایجاد انواع سازگاری با شرایط اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی، از جمله مناطق کم‌بازده را تقویت می‌کند. امروزه انتقال عامل وراثتی یا ژن از یک موجود به موجود دیگر امکان‌پذیر است. در خصوص اصلاح نباتات در گذشته از دانش «بیوتکنولوژی» در موارد محدودی استفاده می‌شد، اما از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد استفاده از این دانش با مشارکت کشاورزان و زارعین در موارد گوناگون افزایش یافته است، از جمله برنامه تولید نسل گیاهی که منجر به افزایش انواع گوناگون گیاهان با ویژگی‌های مرغوب می‌شود، لذا با مشارکت کشاورزان بیشتری تولید نسل گیاهان از طریق اصلاح نباتات به صورت سنتی کاهش یافت، اما مهندسی ژنتیکی در محصولات کشاورزی (گیاهی) ممکن است، بهتر و بیشتر مورد نیاز کشورهای جهان سوم (در حال توسعه) باشد تا کشورها پیشرفته و صنعتی که در حال حاضر آن را بسط و توسعه می‌دهند (۶۸). در این برنامه، کشورهای متعاهد نسبت به دستکاری ژنتیکی، تحقق نتیجه در صرفه‌جویی برای بخش کشاورزی و کاهش آلودگی محیط زیست را متعهد شده‌اند.

تحولات در بخش کشاورزی جهان تا قبل از دوران صنعتی، کشاورزان و زارعین نقش اصلی را بر عهده داشته‌اند و کماکان نیز موتور تحولات در فرآیند بهره‌برداری کشاورزی تلقی می‌شوند (۶۹) و حتی بخش عظیمی از کشاورزان همواره در اصلاح نباتات در حال انجام آزمایش و نوآوری برای حل مسائل و افزایش بهره‌برداری در دستیابی به امنیت غذایی جهانی‌اند، لذا امکان مشارکت این نوع زارعین و کشاورزان در اصلاح نباتات را باید کشورهای متعاهد برنامه‌ریزی نمایند.

نتیجه‌گیری

امروزه در راستای حل بسیاری از مشکلات غذایی از دستاوردهای فناوری زیستی ارقام گیاهی استفاده می‌شود که از جمله می‌توان به تولید گیاهان تراریخته متحمل به خشکی، مقاوم به آفات و بیماری‌ها، مقاوم به فلزات سنگین و افزایش سطوح ترکیبات ثانویه گیاهی اشاره کرد. در کنار تأثیرات مثبتی که برای بیوتکنولوژی گیاهی عنوان می‌شود، این فرایند تأثیراتی بر محیط زیست دارد که می‌توان به انتقال افقی ژن، آلودگی ژنتیکی، ایمنی مربوط به علف‌کش‌های زیستی، تأثیرات طولانی‌مدت سموم و از دست دادن تنوع ژنتیکی اشاره کرد. همچنین بحث ملاحظات اخلاق زیستی در فناوری زیستی ارقام گیاهی مطرح است که سازمان‌های جهانی مانند سازمان خواربار جهانی و سازمان بهداشت جهانی دست به اقدامات متعددی در این خصوص زده‌اند که می‌توان به ضرورت برچسب‌گذاری محصولات ناشی از فناوری زیستی ارقام گیاهی اشاره کرد.

شناخت و ثبت گونه‌های مختلف گیاهی زراعی بومی در قسمت‌های مختلف دنیا و کشورهای متعاقد در کنوانسیون رم می‌تواند از خطر انقراض این منابع ژنتیکی گیاهی و همچنین متروک شدن دانش بومی که طی اعصار و قرون کسب شده، جلوگیری کند و اقدام در زمینه اصلاح نژادی و معرفی گیاهان جدید برای بهره‌برداری کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را مؤثر نماید. معرفی گیاهان جدید، پیش از اقدام و اعمال شیوه‌های به‌نژادی برای بهره‌برداری در کشورهای مختلف منجر به بهبود وضعیت بیولوژیکی زیست‌محیطی، خاک، آب و پوشش گیاهی می‌شود و این دو نیز با افزایش تنوع زیستی به منظور تعویض سیستم‌های تولید تک‌کشتی که در نقاط مختلف جهان وجود دارد، ممکن می‌شود. اهداف غایی دولت‌ها نسبت به تقویت تحقیقات در منابع ژنتیکی گیاهی جهت نیل به خودکفایی و امنیت غذایی، باید بهبود کیفیت و کمیت تولیدات کشاورزی و افزایش درآمد زارعان و کشاورزان در راستای توسعه پایدار، بهبود فرآورده‌ها، با استفاده از

بیوتکنولوژی باشد، به نوعی که متضمن سلامت بیشتر محیط زیست باشد و از آلاینده‌های محیطی اجتناب گردد.

مشارکت نویسندگان

محمدرضا نیکنام: جمع‌آوری مطالب و تدوین مقاله.
حمید مسجدسرائی: ارائه ایده و موضوع، معرفی منابع.
مهدی ذوالفقاری: راهنمایی و نظارت بر تألیف مقاله.
نویسندگان نسخه نهایی را مطالعه و تأیید نموده و مسئولیت پاسخگویی در قبال پژوهش را پذیرفته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافع احتمالی را در رابطه با تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله اعلام نکرده‌اند.

تقدیر و تشکر

ابراز نشده است.

تأمین مالی

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

ملاحظات اخلاقی

در پژوهش حاضر جنبه‌های اخلاقی مطالعه کتابخانه‌ای شامل اصالت متون، صداقت و امانتداری رعایت شده است.

References

1. Ebrahim Gol A. The right to food is a prerequisite for other rights. *Journal of International Law*. 2017; 39: 221-224. [Persian]
2. Cooper HD. The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture. *Rev. Eur. Comp. & Int'l Env'tl. L.* 2002; 11: 1.
3. Salehi Jozani G, Towheed Far M, Sadeghi A. Biosafety of transgenic crops. 1st ed. Karaj: Agricultural Biotechnology Research Institute; 2019. p.202-205. [Persian]
4. Karimi A. The role of biosafety regulations, biological protection and ethical and legal protocols in military medicine researches in the implementation of the goals of the Biological Disarmament Convention. *Medical Law Quarterly*. 2019; 4(1): 169-192. [Persian]
5. Zahedi M, Mahmoudi Z. Comparative study of the system of access to genetic resources and the registration of biotechnology patents in the TRIPS Agreement and the Convention on Biological Diversity. *Journal of Private Law Research*. 2017; 6(22): 37-64. [Persian]
6. Abdipour Fard IB, Mousavi SJ. Effects of the requirements of the Convention on Biological Diversity on Biotechnology Transfer Contracts. *Journal of Private Law*. 2018; 15(32): 67-86. [Persian]
7. Razmkhah N, Heydari B. Analysis of legal aspects of transgenic biotechnology from the perspective of food security. *Journal of Legal Research*. 2017; 17(34): 37-53. [Persian]
8. Hanrenjad R. Comprehensive Biology Dictionary. 1st ed. Gilan: Gilan University Publications; 2007. p.1021. [Persian]
9. Begum Faqir M. Common Genera of Flowering Plants. 1st ed. Rasht: Gilan University Press; 2010. p.7 [Persian]
10. Arzani A, Rezaei AH. Dictionary of Genetics and Plant Breeding. 1st ed. Mashhad: Mashhad University Jihad; 1999. p.43 [Persian]
11. Salehi Jozani G. Biotechnology (biotechnology) and its importance in agriculture. 1st ed. Tehran: Publications of the Promotion and Communication Committee of Iran's Biotechnology Headquarters; 2009. p.13 [Persian]
12. Ahmadi S, Samadian F. Transgenic products in the mirror of sustainable development and the requirements of a scientific approach to these products. 1st ed. Tehran: publications of Tadbir Eketaz Research Institute; 2017. p.12. [Persian]
13. Kane B. Legal Aspects of Gene Technology. 1st ed. Tehran: Ganj Danesh Publications; 2015. p.25. [Persian]
14. Carpenter JE. Impacts of GM crops on biodiversity. *GM Crops*. 2011; 2(1): 7-23.
15. Conner AJ, Glare TR, Nap JP. The release of genetically modified crops into the environment, Part II, Overview of ecological risk assessment. *Plant Jour Nal*. 2003; 33(1): 19-46.
16. Bradford KJ, Deynze A, Gutterson N, Parrot W, Strauss SH. Regulating transgenic crops sensibly: lessons from plant breeding, biotechnology and genomics. *Nature Biotechnology*. 2005; 23(4): 439-444.
17. Tohidfar T, Ghareyazie B, Rahnema H, Mokhtari F. Risk assessment of Foods derived from GM crops. Tehran: Andisheye Zohur Press; 2007. p.1-15. [Persian]
18. Akinbo O, Obukosia S. Commercial Release of Genetically Modified Crops in Africa: Interface between Biosafety Regulatory Systems and Varietal Release Systems. *Plant Biotechnology*. 2021; 12: 1-18.
19. Wolfenbarger LL, Phifer PR. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*. 2000; 290: 2088-2093.
20. Elstrand NC, Prentice HC, Hancock JF. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1999; 30: 539-563.
21. Lövei GL. The ground-dwelling predatory fauna in an organic and an abandoned kiwifruit orchard. Edited by Popay L. *Proceedings of the NZ. Inst. Agric. Sci. & N.Z.Hort. Soc Symp on Sustainable Agriculture and Organic Food Production*. 1991. p.9-14.
22. Crawley MJ, Brown SL, Hails RS, Kohn DD, Rees M. Transgenic crops in natural habitats. *Nature*. 2001; 409: 682-683.
23. Losey JE, Raynor LS, Carter ME. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*. 1999; 399(6733): 214.
24. Hansen Jesse LC, Obrycki JJ. Field deposition of BT transgenic corn pollen, lethal effects on the monarch butterfly. *Oecologia*. 2000; 125: 241-248.
25. Wraight CL, Zangerl AR, Carroll MJ, Berenbaum MR. Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. *Proc. Natl. Acad. Sci*. 2000; 97(14): 7700-7703.

26. Clark BW, Phillips TA, Coats JR. Environmental fate and effects of *Bacillus thuringiensis* (BT) proteins from transgenic crops: A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2005; 53(12): 4643-4653.
27. Jaan Suurkula MD. Genetically Engineered Crops - A Threat to Soil Fertility?. *Physicians and Scientists for Responsible Application of Science and Technology. Biosafety and Biosecurity*. 2010; 6(1): 1-13.
28. Ocallaghan M, Glare TR. Impacts of Transgenic Plants and Microorganisms on Soil Biota. *Ecological Impacts of GMOs*. 2010; 8(54): 105-110.
29. Sung Eun K, Sun Moon J, Kyu Kim J, Sik Choi W, Han Lee S, Uk Kim S. Investigation of Possible Horizontal Gene Transfer from Transgenic Rice to Soil Microorganisms in Paddy Rice Field. *J. Microbiol. Biotechnol*. 2010; 20(1): 187-192.
30. Riddick EW, Dively G, Barbosa P. Effect of a seed-mix deployment of Cry3A- transgenic and nontransgenic potato on the abundance of *Lebia grandis* (Coleoptera: Carabidae) and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals Entomol. Soc. America*. 1998; 91(5): 647-653.
31. Price PW, Bouton CE, Gross P, Bruce AM, Thompson JN, Weis AE. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Entomol*. 1980; 11: 41-65.
32. Bell HA, Fitches EC, Down RE, Ford L, Marris GC, Edwards JP, et al. Effect of dietary cowpea trypsin inhibitor (CpTI) on the growth and development of the tomato moth (Lepidoptera: Noctuidae) and on the success of the gregarious ectoparasitoid (Hymenoptera: Eulophidae). *Pest Mgt Sci*. 2001; 57(1): 57-65.
33. Asghari Mirek A. The Dos and Don'ts of Transgenic Plant Cultivation and Its Effects on the Environment. Hamedan: Second National Conference on Environmental Protection and Planning, Farda Environment Thinkers Company; 2013. p.8-13. [Persian]
34. Birch ANE, Geoghean IE, Majerus MEN, McNicol JW, Hackett CA, Gatehouse AMR, et al. Tri-trophic interactions involving pest aphid, predatory 2-spot ladybirds and transgenic potatoes expressing snowdrop lectin for aphid resistance. *Molecular Breeding*. 1999; 5: 75-83.
35. Down RE, Ford L, Woodhouse SD. Raemaekers RJM, Leitch B, Gatehouse JA, et al. Snowdrop lectin (GNA) has no acute toxic effects on a beneficial insect predator, the 2-spot ladybird (*Adalia bipunctata* L.). *J Insect Physiol*. 2000; 46(4): 379-391.
36. Jørgensen HB, Lövei GL. Tritrophic effects on predator feeding: consumption by the carabid *Harpalus affinis* of *Heliothis armigera* caterpillars fed on proteinase- inhibitor-containing diet. *Entomol Exp Appl*. 1999; 93(1): 113-116.
37. Malone LA, Burgess EPJ, Gatehouse HS, Voisey CR, Tregida EL, Philip BA. Effects of ingestion of a *Bacillus thuringiensis* toxin and a trypsin inhibitor on honey bee flight activity and longevity. *Apidologie*. 2001; 32(1): 57-68.
38. Greenpeace International, Say no to genetic engineering. 2008. p.1-8. Available at: <http://www.greenpeace.com>.
39. Raybould A. Ecological versus ecotoxicological methods for assessing the environmental risks of transgenic crops. *Plant Science*. 2007; 173(6): 589-602.
40. Borovsky D, Janssen I, Vanden Broeck J, Huybrechts R, Verhaert P, DeBondt HL, et al. Molecular sequencing and modeling of *Neobellieria bullata* trypsin: Evidence for translational control with Neb TMOF. *Eur J Biochem*. 1996; 237(1): 279-287.
41. Saxena D, Flores S, Stotzky G. Insecticidal toxin in root exudates from BT corn. *Nature*. 2000; 402(6761): 480.
42. Brown VK, Gange AC. Insect herbivory below ground. *Adv. Ecol. Res*. 1990; 20: 1-58.
43. Hosseini F, Habibi Najafi MB. Methods for identifying and tracking transgenic food products with a safety approach in biotechnology. Shiraz: 21st National Congress of Food Sciences and Industries, Shiraz University Press; 2019. [Persian]
44. Khosravi S, Tawheed Far M. The role of transgenic crops in sustainable development. *Biosafety Journal*. 2013; 4(4): 87-102. [Persian]
45. Rad medicine G, Naimi A. Factor analysis of the attitude of biotechnological experts in Tehran province towards the use of transgenic plants. *Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development*. 2011; 41(2): 1-9. [Persian]
46. World Wildlife Fund. Biodiversity loss puts people at risk: World wildlife fund. *Scienc Daily*. 2008. Available at: <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/05/080516112715.htm>.
47. Thompson CJ, Thompson BJP, Ades PK, Cousens SR, Garnier-Gere P, Landman K, et al. Model-based analysis of the likelihood of gene introgression

- from genetically modified crops into wild relatives. *Ecol Modell.* 2003; 162(3): 199-209.
48. Krebs JR, Wilson JD, Bradbury RB, Siriwardena GM. The second silent spring? *Nature.* 1999; 400(6745): 611-612.
49. Watkinson AR, Freckleton RP, Robinson RA, Sutherland WJ. Predictions of biodiversity response to genetically modified herbicide-tolerant crops. *Science.* 2000; 289(5484): 1554-1557.
50. Firbank LG, Dewar AM, Hill MO, May MJ, Perry JN, Rothery P, et al. Farm-scale evaluation of GM crops explained. *Nature.* 1999; 399: 727-728.
51. Hilbeck A, Meier MS, Raps A. Review on non-target organisms and Bt-plants. Zurich: Ecostrat GmbH; 2000. p.77.
52. Schroder M, Poulsen M, Wilcks A, Kroghsbo S, Miller A, Frenzel T, et al. A 90-day safety study of genetically modified rice expressing CryIAb protein (*Bacillus thuringiensis* toxin) in Wistar rats. *Food and Chemical Toxicology.* 2007; 45(3): 339-349.
53. Qarayazi B, Rahnama H, Tohidfar M, Mokhtari F. Risk assessment of foods resulting from genetic engineering. Tehran: Biosafety Society Publications; 2006. p.78-144. [Persian]
54. WHO. Application of the Principles of Substantial Equivalence to the Safety Evaluation of Foods and Food Components from Plants Derived by Modern Biotechnology. Report of a WHO Workshop; 1995. p.1-13.
55. Amini Ranjbar G, Mossadegh Mehrjardi F. New Food Biotechnology (Human Health and Sustainable Development (A Research Based on Evidence). 1st ed. Tehran: Forozan Publications; 2005. p.171-173 [Persian]
56. FAO WHO Biosafety within a Biosecurity Framework, Scope and Relevance of "Biosafety" as a Contribution to Sustainable Agriculture and Food Production. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2006. p.13-18.
57. OECD Safety Evaluation of Foods Produced Modern Biotechnology. Human Health and the Development of an Evidence-Based Study. Geneva: World Health Organization; 2002. p.8-13.
58. Qarayazi B, Mokhtari F. Health Assessment of Foods Derived from Transgenic Animals (Genetically Engineered), Including Fish. Tehran: Andisheye Zohur Press; 2003. p.1-8.
59. Sabbagh SK. Harnessing Biotechnology and Genetic Engineering for Agricultural Development in the Near East and North Africa. Nairobi: Leading Authoring Institution, Network of African Science Academies (NASAC); 2015. p.78-85.
60. Khademi H, Abbasi M. Protection of genetic resources in the light of the law of patents, industrial designs and trademarks. *Medical Law Quarterly.* 2010; 4(12): 105-130. [Persian]
61. Marin P. Providing Protection for Plant Genetic Resources. London: Springer Publication; 2002. p.8-13.
62. Graham D. Intellectual Property Rights, Trade and Biodiversity. London: Earth Can Publication; 2000. p.1-13.
63. Shahraki F. Legal systems for protecting genetic resources and patenting genetic patents (a comparative study of Iranian and American laws). Tehran: Allameh Tabatabai University Master's Thesis on Intellectual Property Law; 2013. p.32. [Persian]
64. OECD. Biotechnology Regulatory Developments in OECD Member countries. Paris; 2003. p.1-8. Available at: <http://www.oecd.org/oecd/pages/hom>.
65. Mashhadi A. The right to a healthy environment. 1st ed. Tehran: Mizan Publishing House; 2012. p.23-28. [Persian]
66. Mardani N, Razmkhah A. Reviewing the legal dimensions of intellectual property of agricultural plant species from the perspective of international and domestic law. 1st ed. Tehran: Mizan Publishing House; 2012. p.86-90. [Persian]
67. Etaat H. Biotechnology and conservation of genetic resources, a new perspective on increasing food production and quality. *Journal of Agricultural Economics.* 2017; 21: 223-243. [Persian]
68. Haniya MR, Mohammadi M. The application of biotechnology and genetic engineering methods in agricultural sciences and plant breeding. *Zaytonush Magazine.* 1998; 106: 220-225. [Persian]
69. Vojdani P. Role of gene bank and plant genetic materials in the increase of crops. Collection of Key Articles of the First Congress of Agriculture and Plant Breeding of Iran. Tehran: Publications of Tehran and Karaj College of Agriculture; 1993. p.45-55. [Persian]
70. Mashhadi A, Najafi M. Green economy based on sustainable development in the light of Rio+20 declaration. International and online conference of green economy; 2014. p.14-40. [Persian]