

Akhlāq-i zīstī

i.e., Bioethics Journal

2023; 13(38): e40

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

Ethical Challenges of Planting Genetically Modified Plants for the Environment

Ali Reza Alebouyeh¹, Maryam al-Sadat Razavi^{2*}

1. Department of Moral Philosophy, Islamic Sciences and Culture Academy, Qom, Iran.

2. Department of Philosophy, Al-Zahra Community, Qom, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: The rapid development of technology is one of the most important components of today's world. It is necessary to carefully determine the advantages and disadvantages of any new technology before using it. Production of genetically modified plants is also a new technology in food production. Planting these plants can create various ethical issues for the environment. The purpose of this article is to investigate the most important ethical challenges of planting genetically modified plants for the environment.

Methods: The method of the present research is descriptive-analytical and the collection of information was done in a library way.

Ethical Considerations: In writing this article, honesty and trustworthiness have been observed.

Results: In order to investigate the environmental issues of the production of genetically modified foods, it is necessary to identify harmful consequences, determine the probability of their occurrence and explain the reasons for considering them undesirable. Adverse effects on non-target organisms, gene transfer, threats to biodiversity and invasion of other habitats are among the most important environmental consequences of the production of genetically modified foods.

Conclusion: Based on the principle of non-harm, the production of genetically modified plants should not harm the safety and health of humans and the environment. Planting genetically modified plants can have adverse effects on the environment and create various ethical challenges for the environment. Although, based on the available evidence, it is not possible to determine the probability of the occurrence of these consequences definitively, but due to the value and irreparability of the identified damages, the amount of the expected value increases and as a result, it is necessary to consider these problems in making decisions.

Keywords: Genetically Modified Plants; Principle of Non-Harm; Environment

Corresponding Author: Maryam al-Sadat Razavi; **Email:** razavimaryamalsadat@gmail.com

Received: May 05, 2023; **Accepted:** August 14, 2023; **Published Online:** March 06, 2024

Please cite this article as:

Alebouyeh AR, Razavi MA. Ethical Challenges of Planting Genetically Modified Plants for the Environment. Akhlaq-i zisti, i.e., Bioethics Journal. 2023; 13(38): e40.



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

مجله اخلاق زیستی

دوره سیزدهم، شماره سی و هشتم، ۱۴۰۲

چالش‌های اخلاقی کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای محیط زیست

علیرضا آل‌بویه^۱، مریم‌السادات رضوی^{۲*}

۱. گروه فلسفه اخلاق، پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی، قم، ایران.

۲. گروه فلسفه، جامعه الزهراء (س)، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: پیشرفت سریع فناوری از مهم‌ترین مؤلفه‌های جهان امروز است. سنجش دقیق سود و زیان هر فناوری جدید قبل از استفاده از آن ضروری است. تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی نیز یک فناوری جدید در تولید غذاست. کاشت این گیاهان می‌تواند مسائل اخلاقی مختلفی را برای محیط زیست ایجاد کند. هدف از این مقاله بررسی مهم‌ترین چالش‌های اخلاقی کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای محیط زیست است.

روش: روش پژوهش حاضر، توصیفی - تحلیلی است و گردآوری اطلاعات به شیوه کتابخانه‌ای انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی: در نگارش این مقاله، صداقت و امانتداری رعایت شده است.

یافته‌ها: برای بررسی مسائل زیست‌محیطی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی باید به تشخیص پیامدهای مضر، تعیین احتمال وقوع آن‌ها و تبیین و توضیح علل نامطلوب دانستن آن‌ها پرداخت. اثرات نامطلوب بر موجودات غیر هدف، انتقال افق ژن، تهدید تنوع زیستی و تهاجم به زیستگاه‌های دیگر از مهم‌ترین پیامدهای زیست‌محیطی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند.

نتیجه‌گیری: بر اساس اصل زیان‌نرسانی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی نباید به ایمنی و سلامت انسان و محیط زیست آسیب برساند. تولید و کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند تأثیرات نامطلوبی برای محیط زیست داشته باشد و چالش‌های اخلاقی مختلفی را برای محیط زیست ایجاد کند. اگرچه بر اساس شواهد موجود نمی‌توان احتمال وقوع این پیامدها را به صورت قطعی تعیین کرد، اما با توجه به ارزشمندی و غیر قابل جبران بودن خسارات مشخص‌شده مقدار ارزش مورد انتظار بالا می‌رود و در نتیجه در نظرگرفتن این معضلات در تصمیم‌گیری‌ها ضروری است.

واژگان کلیدی: گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی؛ اصل زیان‌نرسانی؛ محیط زیست

نویسنده مسئول: مریم‌السادات رضوی؛ پست الکترونیک: razavimaryamalsadat@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۳؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۶

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

Alebouyeh AR, Razavi MA. Ethical Challenges of Planting Genetically Modified Plants for the Environment. Akhlaq-i zisti, i.e., Bioethics Journal. 2023; 13(38): e40.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های جهان امروز پیشرفت سریع فناوری است و فناوری‌های جدید تغییرات قابل توجهی در زندگی انسان ایجاد کرده‌اند. فناوری‌های جدید معمولاً با هدف ارتقای آسایش انسان پدید می‌آیند، اما سود و زیان‌های مختلفی به همراه دارند و با موافقت‌ها و مخالفت‌های بسیاری رو به رو می‌شوند. زیست‌فناوری یکی از جدیدترین و پیشرفته‌ترین فناوری‌ها در عصر حاضر است. زیست‌فناوری یا بیوتکنولوژی (Biotechnology) فناوری‌هایی هستند که موجب تغییر ساختار ژنتیکی و بیوشیمیایی موجودات زنده می‌شوند. بنیادی‌ترین بخش ساختاری بیوتکنولوژی، مهندسی ژنتیک است (۱). مهندسی ژنتیک مجموعه‌ای از شیوه‌های اصلاح و تغییر مواد ژنتیکی یک سلول برای اهداف خاص است (۲) و کاربردهای بسیاری در پزشکی و صنعت دارد (۳). تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی از مهم‌ترین کاربردهای مهندسی ژنتیک است. منبع اصلی بسیاری از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی، بذرها و گیاهان اصلاح‌شده هستند. کلزا، ذرت، پنبه، سویا، چغندر قند، پاپایا یا خربزه درختی، یونجه، کدو حلوایی، سیب و سیب‌زمینی اصلاح‌شده ژنتیکی از مهم‌ترین گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی هستند (۴). ژنتیک گیاهان اغلب برای مقاومت در برابر علف‌کش‌ها، آفات و حشرات اصلاح می‌شوند (۵-۶). تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی از ابتدای ظهور تا اکنون با موافقت‌ها و مخالفت‌های شدیدی مواجه شده است. از یک طرف کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به دلیل حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست یک عمل اخلاقی دانسته شده است. فرسایش کمتر زمین، سازگاری با محیط، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها و نیاز کمتر این محصولات به آب از مهم‌ترین مزایای کاشت این محصولات برای محیط زیست عنوان شده است (۷-۸). از طرف دیگر تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به دلیل وارد کردن آسیب‌های جدی و غیر قابل جبران به سلامت انسان و محیط زیست غیر اخلاقی و ناپسند به شمار آمده است. پوشیده شدن زمین‌های کشاورزی از علف‌های هرز، تهاجم گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به

زیستگاه‌های دیگر، توانایی انتقال و جریان ژن اصلاح‌شده به گونه‌های وحشی خویشاوند، تأثیر نامطلوب بر ارگان‌های غیر هدف و کاهش تنوع زیستی از خطرهای احتمالی کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی است (۹-۱۱). با توجه به عدم اتفاق دانشمندان بر سلامت و ایمنی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای محیط زیست، در این مقاله چالش‌های اخلاقی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای محیط زیست تبیین و بررسی می‌شود.

روش

این مقاله با رویکردی توصیفی - تحلیلی و با استفاده از اطلاعات کتابخانه‌ای نگاشته شده است.

یافته‌ها

۱. تأثیرات نامطلوب زیست‌محیطی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی: درباره پیامدهای استفاده از محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی در کشاورزی نگرانی‌های اخلاقی بسیار زیادی وجود دارد. از نظر تامپسون (Thompson) و گرگوروویوس (Gregorowius) نگرانی‌های اخلاقی درباره پیامدهای زیست‌محیطی کاشت محصولات اصلاح‌شده با نظریه پیامدگرایی اخلاقی مرتبط است (۱۲-۱۳). مطابق این نظریه هنجاری، درستی یا نادرستی یک عمل در پرتو ارزش پیامدهای آن مشخص می‌شود (۱۴-۱۵). بر اساس پیامدگرایی کاری به لحاظ اخلاقی خوب است که پیامدهای غیر اخلاقی خوبی در پی داشته باشد (۱۶). بنابراین بر طبق این نظریه برای یافتن بهترین عمل، باید اقدامات جایگزین را ارزیابی کرد و مضرات و مزایای یک عمل را با یکدیگر سنجید و تنها اقدامی را انتخاب کرد که ارزش تعریف‌شده را به بهترین وجه ارتقا می‌دهد، به این معنی که ضررها بر منافع برتری داشته باشد (۱۲). باید توجه داشت نگرانی‌های اخلاقی پیرامون پیامدهای زیست‌محیطی کاشت گیاهان اصلاح‌شده تنها به نظریه اخلاقی پیامدگرایی مرتبط نمی‌شود. سودرساندن به دیگران و ضرررساندن به آن‌ها دو وظیفه بدیهی اخلاقی

هستند که عمل به آن‌ها تنها با سنجیدن پیامدهای اعمال و متعادل کردن منافع و خطرات ممکن می‌شود (۱۷). بنابراین وظیفه‌گرایان نیز برای عمل به دو اصل اخلاقی مهم سودرسانی و زیان‌رسانی ناچار به سنجش پیامدهای عمل و متعادل کردن مزایا و مخاطرات آن عمل هستند، البته مهم‌ترین وظیفه متخصصان علم اخلاق توضیح دلایل و علل نامطلوب دانستن پیامدهایی است که زیانبار و خطرناک تلقی می‌شوند (۱۳).

پل بی تامپسون توجه به سه مرحله اساسی را برای ارزیابی اخلاقی مسائل زیست‌محیطی تولید غذاهای اصلاح‌شده لازم می‌داند: ۱- تشخیص پیامدهای مضر و زیانبار تولید غذاهای اصلاح‌شده برای محیط زیست؛ ۲- تعیین احتمال وقوع این پیامدها در خارج؛ ۳- تبیین و توضیح علل مضر و نامطلوب بودن پیامدهای بیان‌شده (۱۳). اهتمام تامپسون به تعیین مقدار احتمال وقوع مخاطرات سبب شد رویکرد مقدار مورد انتظار (Expected Value Approach) را برای ارزیابی اخلاقی تأثیرات زیست‌محیطی کاشت گیاهان اصلاح‌شده پیشنهاد کند. این رویکرد تابعی از مقدار (Values) و احتمالات (Probabilities) است. منظور از مقدار تعیین آسیب یا سودی است که در صورت رخ دادن یک رویداد تجربه می‌شود و مقصود از احتمالات نیز تعیین احتمال وقوع این آسیب‌ها یا سودها در خارج است. حکم عقل به سنجیدن پیامدهای اعمال و استفاده از علم برای تخمین احتمال وقوع آن‌ها مهم‌ترین دلیل برای به کارگیری این رویکرد است و انسان‌ها برای تصمیم‌گیری درباره مسائل مختلف زندگی خود از آن استفاده می‌کنند و همیشه کاری را انتخاب می‌کنند که آن‌ها را بهتر به اهداف مورد نظرشان برساند (۱۳). در ادامه برخی از مهم‌ترین و بحث‌برانگیزترین مخاطرات زیست‌محیطی کاشت بذرهای گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی تبیین و بررسی می‌شوند.

۲. اثرات نامطلوب بر موجودات غیر هدف: یکی از مهم‌ترین اهداف زیست‌محیطی اصلاح ژنتیک محصولات کشاورزی، کاهش و کنترل آفات گیاهی است. گیاهانی که برای مبارزه با آفات و حشرات غیر مفید اصلاح شده‌اند، ممکن است منجر به

نابودی «موجودات غیر هدف» (NTO: Non-Target Organisms) نیز بشوند (۱۸). استفاده از عبارت «موجودات غیر هدف» در خلال بحث‌های اولیه درباره ایمنی زیست‌محیطی گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی رایج شد. هر موجود زنده‌ای که علیرغم خواسته مهندسان ژنتیک تحت تأثیر مستقیم یا غیر مستقیم گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی قرار می‌گیرند، موجودات غیر هدف نام دارند (۱۹). تأثیرات غیر مستقیم بر موجودات غیر هدف زمانی رخ می‌دهد که حیوانات گوشتخوار از گیاهخوارانی تغذیه کنند که محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی را خورده‌اند. موجودات غیر هدف هم شامل بی‌مهرگان مفید مانند گرده‌افشان‌ها و موجودات کنترل بیولوژیکی و هم شامل تمام حیوانات وحشی و اهلی مانند پرندگان، پستانداران و ماهی‌ها می‌شوند (۲۰). طبق یک تعریف جامع اثرات نامطلوب بر موجودات غیر هدف شامل همه تأثیرات فراتر از هدف و قصد می‌شود و بنابراین عوارض جانبی ناخواسته بر موجودات هدف مانند آفات، حشرات، قارچ‌ها و علف‌های هرز نیز تحت این عنوان بررسی می‌گردد (۱۳).

از نظر اوزوگارا (Uzogara)، میش را (Mishra) و کوماری (Kumari) تأثیرات منفی محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی بر موجودات غیر هدف یک خطر بسیار جدی است (۲۱-۲۰). به اعتقاد آنان گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی می‌توانند پرندگانی مانند بلدرچین، اردک، مرغ گوشتی و مرغ مهاجر را تحت تأثیر قرار بدهند. پستانداران وحشی و جوندگان مانند موش، آهو و گربه، حیوانات آبی مانند گربه‌ماهی، بی‌مهرگان آب شیرین مانند دافنی مانگا و همچنین حشرات آبی مانند مگس کادیس نیز از اثرات نامطلوب گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی در امان نیستند. مسمومیت گرده‌افشان‌ها مانند زنبورها، مگس‌ها و پارازوئیدها نیز از دیگر مضرات این گیاهان به شمار می‌رود (۲۰). خوردن شته‌های سیب‌زمینی اصلاح‌شده ژنتیکی عمر و باروری برخی از حشرات مانند پینه‌دوزها را کاهش داده است (۲۲).

یکی از مهم‌ترین محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی، گیاهان بی تی هستند. دستگاه گوارش آفات بعد از خوردن گیاهان بی تی

زخم می‌شود و همین امر موجب مرگ و میر، گرسنگی، فلج و عفونت خونی این موجودات می‌شود (۲۰، ۲۳) کاشت این گیاهان می‌تواند زندگی موجودات غیر هدف را تهدید کند (۲۰). برای نمونه در آزمایشی به اثبات رسیده که تغذیه لارو پروانه با ذرت بی تی باعث کم‌شدن غذا، کندی رشد و مرگ و میر بالاتر این حشره شده است (۲۴)، البته از نظر یو (YU) و همکارانش گیاهان بی تی به دلیل محدودبودن گستره فعالیتشان هیچ‌گونه تأثیر نامطلوبی بر موجودات غیر هدف ندارند و حتی در برخی موارد فراوانی حشرات مفید را افزایش هم می‌دهند (۲۵). در مطالعه دنگ (DANG) و همکارانش نیز ایمنی برنج بی تی برای محیط زیست به اثبات رسیده است (۲۶). بنابراین کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی ممکن است سلامتی و جان موجودات غیر هدف را به خطر بیندازد. سؤال مهمی که در اینجا مطرح می‌شود، این است که چرا اثرگذاری نامطلوب بر موجودات غیر هدف و آسیب‌رساندن به آن‌ها غیر اخلاقی است؟ این پرسش را می‌توان با توجه به دو رویکرد غالب مطرح در فلسفه محیط زیست، یعنی رویکرد انسان‌محور (Anthropocentric Approach) و رویکرد طبیعت‌محور (Biocentric) جواب داد. بر اساس این دو رویکرد دلایل کاملاً متفاوتی برای ناپسندداشتن اثرگذاری نامطلوب بر موجودات غیر هدف ارائه می‌شود. طبق رویکرد انسان‌محور تنها انسان ارزش ذاتی دارد و محیط زیست صرفاً برای تأمین منافع انسانی حفظ می‌شود (۲۷). دکارت (Descartes) و کانت (Kant) از طرفداران این رویکرد هستند. دکارت گیاهان و حیوانات را به دلیل فقدان عقل و روح و عدم درک درد و لذت در حد یک ماشین تقلیل می‌دهد و برای آن‌ها شأن و منزلت اخلاقی قائل نیست (۲۸). کانت نیز برای تعیین ارزش موجودات از مفهوم شخص استفاده می‌کند و فقط موجودات عاقل، یعنی انسان را شخص و دارای ارزش ذاتی می‌داند و موجودات غیر عاقل مثل حیوانات را شیء و فاقد ارزش حساب می‌کند (۲۹). بر اساس این رویکرد دلیل بدبودن آسیب‌رساندن به موجودات غیر هدف، تهدیدشدن بعضی از منافع انسان است. انسان‌های کنونی و نسل‌های آینده انسان از وجود گونه‌هایی غیر از محصولات کشاورزی و حیوانات

پرورشی لذت می‌برند و به همین دلیل زیان‌رساندن به این موجودات غیر اخلاقی است. همچنین انسان‌ها برای رفع بسیاری از نیازهای خودشان به عملکردهای محیط زیست وابسته‌اند و قابل پیش‌بینی است که نسل‌های آینده انسان نیز به این عملکردها محتاج باشند و از همین رو نباید به گونه‌های غیر هدف آسیب رساند و یکپارچگی محیط زیست را مختل کرد (۱۳). محیط زیست و بوم‌سازگان‌های سالم خدمات متعدد و متنوعی را به انسان ارائه می‌کنند. بهره‌وری در کشاورزی به وسیله بسیاری از خدمات بوم‌سازگان مانند تشکیل خاک، تجزیه بقایای گیاهی، گرده‌افشان‌ها و کنترل طبیعی آفات تأمین می‌شود. هر یک از این خدمات توسط چندین گونه جانوری مانند صدها گونه بندپایان و هزارها گونه میکروبی انجام می‌شود. تغییر در ساختار ژنتیکی گیاهان ممکن است خدمات بوم‌سازگان را تغییر دهد. برای مثال ممکن است گرده‌افشانی حیوانات با انتقال ژن‌های جدید تهدید شود و یا اینکه کنترل بیولوژیکی طبیعی آفات به دلیل تجمع سموم در طول زنجیره‌های غذایی کاهش یابد. بسیاری از حیوانات به طور طبیعی از رشد و گسترش آفات جلوگیری می‌کنند. حیوانات شکارچی و پارازیتوئیدها حدود ۹۵ درصد از گونه‌های آفات بندپا را در زیر سطح آسیب‌رسان نگه می‌دارند. این کنترل بیولوژیکی آفات که حدود ۴۰۰ میلیارد دلار در سال می‌ارزد، یک ارزش پایه است و هر برنامه مدیریت یکپارچه آفات بر اساس آن طراحی و تنظیم می‌شود. واضح است که حفظ این خدمات بوم‌سازگان برای تضمین پایداری کشاورزی و محدودکردن نیاز به آفت‌کش‌های شیمیایی بسیار مهم است. گیاهان مقاوم در برابر حشرات می‌توانند دگرگوه‌های (Metabolite) جدیدی مانند سموم کرای را وارد شبکه غذایی موجود کنند و بر روی مصرف‌کنندگان مرتبه بالاتر تأثیرات نامطلوبی بگذارند. بسیاری از سویه‌های مختلف گیاهان اصلاح‌شده در نمونه‌های خاک، سطوح گیاهی، حشرات مرده و دانه‌های ذخیره‌شده از سراسر جهان جمع‌آوری شدند. بنابراین گزینش‌پذیری گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی یک ویژگی مهم است که باید اثرات منفی گیاهان تراریخته را برای گونه‌های هدف محدود کند. کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی

می‌تواند تهدیدی برای بقای گونه‌های کمیاب، در خطر انقراض و منحصر به فرد باشد و مانعی برای توسعه عادی برخی فعالیت‌های اقتصادی مانند زنبورداری ایجاد کند (۱۹).

در مقابل بر اساس رویکرد طبیعت‌محور محیط زیست فارغ از هرگونه استفاده انسانی مانند استفاده تجاری، تفریحی یا درک زیبایی‌شناختی ارزش ذاتی دارد. طبق این رویکرد طبیعت و محیط زیست به خودی خود ارزشمند است و به هیچ وجه انسان و منافع مادی او مطرح نیست (۲۷). رویکرد طبیعت‌محور بر اساس کانون ارزش به سه دسته اصلی تقسیم می‌شود: مطابق دسته اول انسان و حیوان ارزش ذاتی اخلاقی دارند، مطابق این نظر حیوانات نیز همچون انسان‌ها ارزش ذاتی اخلاقی دارند و نمی‌توان با آن‌ها مانند یک ابزار صرف رفتار کرد (۳۰)، پیتر سینگر (Peter Albert David Singer) و برنارد رولین (Bernard Rollin) ارزش ذاتی را به همه موجوداتی که ادراک و احساس دارند، توسعه می‌دهند و معتقدند حیوانات افزون بر احساس لذت و درد دچار سرخوردگی، اضطراب، بهبود و عصبانیت هم می‌شوند (۳۱)؛ بر اساس دسته دوم همه موجودات زنده ارزش ذاتی اخلاقی دارند، نظریه‌پردازانی مانند آلبرت شوایتزر (Albert Schweitzer)، پُل دبلیو. تیلور (Paul W. Taylor) و هومز رولستون (Holmes Rolston) از طرفداران این دسته هستند (۳۲)، هومز رولستون نیز از ارزش ذاتی گیاهان دفاع می‌کند و فقدان آگاهی و شعور را دلیلی بر فقدان ارزش ذاتی نمی‌داند، او به این دلیل که گیاهان زنده هستند و برای شکوفاشدن و حفظ هویت و نوع خود تلاش می‌کنند آن‌ها را دارای ارزش ذاتی می‌داند (۳۳)؛ بر اساس دسته سوم کل زیست‌بوم، یعنی موجودات زنده و عوامل غیر زنده از جمله خاک و سنگ‌های بی‌جان ارزش ذاتی دارند (۳۴). بر اساس این نظریه انسان زیرمجموعه‌ای از طبیعت است و همه اشکال زندگی و بوم‌سازگان ارزشمند هستند.

بنابراین تمام طرفداران رویکرد طبیعت‌محور اختصاص ارزش ذاتی و حقیقی به نوع انسان را نفی می‌کنند. به اعتقاد آن‌ها موجودات دیگر نه تنها به این دلیل که انسان‌های فعلی و آینده

به آن‌ها وابسته‌اند، بلکه به خاطر خودشان ارزش اخلاقی دارند. از این منظر هیچ انسانی مجاز نیست بدون دلایل منطقی حقوق موجودات دیگر را نادیده بگیرد و آن‌ها را تباہ کند.

از نظر قرآن کریم همه موجودات دارای علم، اراده، حیات و حب ذاتی هستند. بر اساس آیه ۴۴ سوره اسراء «تُسَبِّحُ لَهُ السَّمَاوَاتُ السَّبْعُ وَالْأَرْضُ وَمَنْ فِيهِنَّ وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ إِنَّهُ كَانَ حَلِيَّ مَا غُفُورًا؛ آسمان‌های هفت‌گانه و زمین و کسانی که در آن‌ها هستند، همه تسبیح او می‌گویند و هر موجودی، تسبیح و حمد او می‌گوید، ولی شما تسبیح آن‌ها را نمی‌فهمید، او بردبار و آمرزنده است» (۳۵)، تمام موجودات خداوند متعال را تسبیح و تحمید می‌کنند. «تسبیح» به معنای تنزیه از روی شعور و شناخت است (۳۶). این آیه اثبات‌کننده تسبیح حقیقی، یعنی تکلم برای همه موجودات است به این معنا که همه موجودات با وجودشان خداوند را تسبیح می‌کنند. حقیقت کلام همان کشف، فهماندن، اشاره و راهنمایی به سوی مقصد و هدف درونی است که می‌تواند به هر طریقی انجام شود. هر موجودی وجود محتاج و ناقص خود را درک می‌کند و احتیاج و نقص ذاتیش را که با غنا و کمال پروردگار احاطه شده است، اظهار می‌کند و بدین طریق پروردگار خود را تسبیح و تنزیه می‌کند (۳۸-۳۶). بر اساس این آیه همه موجودات خداوند را تسبیح و تحمید می‌کنند و بنابراین همه آن‌ها دارای درجاتی از حیات و آگاهی هستند و کل زیست‌بوم از جمله خاک و سنگ‌های بی‌جان نیز ارزش ذاتی دارند. در آیه ۲۱ سوره فصلت «فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ائْتِيَا طَوْعًا أَوْ كَرْهًا قَالَتَا أَتَيْنَا طَائِعِينَ؛ فرمود که ای آسمان و زمین همه به سوی خدا به شوق و رغبت یا به جبر و کراهت بشتابید. آن‌ها عرضه داشتند ما باکمال شوق و میل به سوی تو می‌شتابیم» (۳۵) نیز وجود اراده و میل و رغبت در همه موجودات عالم اثبات می‌شود. علاوه بر این بر اساس آیات قرآن همه موجودات آیات و نشانه‌های خداوند متعال هستند. (آیه ۲۱ سوره روم: «وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَخَلْقَ السَّمَكِ وَالْأَنْفُسِ»؛ آیه ۳ تا ۶ سوره جاثیه: «إِنَّ فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِلْمُؤْمِنِينَ»)

خداوند متعال وجودی صرف و بسیط است که واجد همه کمالات وجودی است و به همین دلیل نشانه‌های او هم باید همه صفات کمالی خداوند را داشته باشند. بساطت وجود خداوند اقتضا می‌کند تمام نشانه‌هایش به اندازه ظرفیت‌هایشان از کمالات او برخوردار باشند (۳۹)، البته در نظام آفرینش الهی همه موجودات ارزش وجودی یکسانی ندارند و رتبه وجودی انسان از سایر موجودات بالاتر است و به دلیل همین جایگاه ویژه است که انسان می‌تواند با در نظر گرفتن ارزش ذاتی بقیه موجودات از آن‌ها استفاده کند (آیات ۲۹ سوره حجر، ۱۴ سوره مؤمنون، ۷۰ سوره اسراء، ۱۷۲ سوره اعراف و ۳۰ سوره روم). بنابراین با توجه به اینکه همه موجودات عالم حتی جمادات از همه صفات و کمالات وجودی خداوند بهره‌مند هستند انسان باید در تمام رفتارها و تصمیم‌گیری‌های خود به مصلحت همه آن‌ها بیندیشد و حقوق آن‌ها را مراعات کند. بنابراین هم بر اساس رویکرد انسان‌محور و هم بر اساس رویکرد طبیعت‌محور آسیب رساندن به موجودات غیر هدف غیر اخلاقی است.

با توجه به اینکه بیشتر گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای مبارزه با آفات و علف‌های هرز طراحی شده‌اند (۲۵) و گونه‌های آفات تنها بخش کوچکی از موجوداتی هستند که با محصولات کشاورزی مرتبط هستند، احتمال اینکه موجودات غیر هدف در اثر تماس با گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی آسیب ببینند، وجود دارد. اگر از بین بردن موجوداتی که ما نام آن‌ها را آفت و علف هرز گذاشته‌ایم، با دلایلی چون حفظ سلامت انسان و رفع گرسنگی توجیه بشود، اما آسیب رساندن به موجوداتی که تنها برای حفظ زندگی خود تلاش می‌کنند و ضرری برای انسان ندارند، قطعاً نادرست است.

۳. انتقال افقی ژن: یکی از بحث‌برانگیزترین معضلات زیست‌محیطی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی، امکان انتقال افقی ژن (HGT: Horizontal gene transfer) از گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به سایر موجودات است. اطلاعات ژنتیکی معمولاً به صورت عمودی و از والد به فرزندان منتقل می‌شود، اما گاهی ژن‌های یک موجود به صورت افقی، یعنی بدون

داشتن رابطه والد و فرزندی به موجود دیگر انتقال می‌یابند (۴۰). انتقال افقی ژن فرایندی است که در آن ماده ژنتیکی بدون تولیدمثل از یک موجود به موجود دیگر جا به جا می‌شود. انتقال افقی ژن ممکن است به طور طبیعی یا با مداخله و فعالیت‌های انسانی همچون فناوری ژن، نجات جنین، لقاح آزمایشگاهی، هم‌جوش پروتوپلاست و خود شبیه‌سازی رخ بدهد (۴۱).

آنتی‌بیوتیک‌ها گروه بزرگی از مواد دارویی هستند که به طور گسترده در درمان عفونت‌های پزشکی و دام‌پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به طوری که حدود ۱۵ درصد از مصرف کل داروها مربوط به این داروهاست (۴۲).

آنتی‌بیوتیک‌ها به طور قابل توجهی در کنترل بیماری‌های عفونی باکتریایی نقش داشته‌اند. با این حال گسترش روزافزون مقاومت آنتی‌بیوتیکی باعث شده درمان عفونت توسط آنتی‌بیوتیک‌ها مختل شود و مرگ‌های عفونی متعددی رخ دهد (۴۳). برای ایجاد گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی معمولاً از ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی به عنوان نشانگر استفاده می‌کنند که ممکن است مقاومت آنتی‌بیوتیک به حیوانات و انسان‌ها منتقل شود و در نتیجه ارزش درمانی آنتی‌بیوتیک‌ها در پزشکی انسانی و دام‌پزشکی به خطر بیفتد (۴۴). انتقال افقی ژن از گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند ویژگی‌ها و صفات جدیدی را در موجودات دیگر ایجاد کند. همچنین سرطان‌زایی و بروز بیماری‌ها و میکروب‌های جدید نیز از آثار نامطلوب انتقال مقاومت آنتی‌بیوتیکی است (۴۱، ۴۵).

دانشمندان درباره احتمال انتقال افقی ژن از گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی اختلاف نظر دارند. به اعتقاد گی (Gay) و گیلسپی (Gillespie) احتمال انتقال افقی ژن بسیار کم یا صفر است و خطر قابل توجهی را برای سلامتی انسان و حیوان ایجاد نمی‌کند (۴۶). طبق این نظر انتقال افقی ژن تأثیر نامطلوب تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی نیست، بلکه رویدادی است که ممکن است منجر به آسیب بشود یا نشود. انتقال افقی ژن یک عامل بسیار مهم در شکل‌گیری ژنوم همه موجودات است و ژنوم هر موجود زنده‌ای ردپای بسیاری از رویدادهای انتقال افقی ژن را نشان می‌دهد. طبق گزارش

اعضای سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA) بر اساس وضعیت فعلی دانش استفاده از ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی در گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به سلامت انسان و محیط زیست ضرر نمی‌زند، البته این نظر اجماعی نبوده و دو عضو از اعضای این سازمان با این نظر مخالف بودند (۴۷).

بر اساس گزارشات انجمن پزشکی انگلستان امکان انتقال ژن‌های نشانگر مقاومت آنتی‌بیوتیک از محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی به میکروب‌های عامل بیماری در دستگاه گوارش وجود دارد (۴۸). انتقال افقی ژن از گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی در آزمایشگاه به صورت قطعی و در محیط‌های طبیعی به صورت غیر قطعی نشان داده شده است که همین امر ثابت می‌کند تحقیقات انتقال افقی ژن با محدودیت‌های روش‌شناختی قابل توجه، عدم قطعیت مدل و شکاف دانش مواجه است (۴۹). در پایان سال ۲۰۱۲، چن (Chen) و همکارانش در دانشگاه سیچوان چین گزارش دادند ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی پلاسمید مصنوعی در تمام رودخانه‌های چین یافت شد. بر اساس این گزارش ناقل‌های پلاسمید مصنوعی ممکن است منبعی از مقاومت آنتی‌بیوتیکی در انسان باشند (۵۰). آزمایش بر روی زمینی که قبلاً سیب‌زمینی اصلاح‌شده ژنتیکی در آن کاشته شده است، نشان می‌دهد که گرده سیب‌زمینی و قطعاتی از دی‌ان‌ای در خاک موجود است و ممکن است این دی‌ان‌ای توسط ریشه‌ها و گرده‌های گیاهان منتشرشده و باکتری‌های موجود در خاک آن را جذب کنند (۵۱-۵۲).

بسیاری از ژن‌های واردشده در گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی تحت کنترل پیش‌بر ویروس موزائیک گل کلم (پیش‌بر یا پروموتور در ژنتیک به بخشی از دی‌ان‌ای گفته می‌شود که رونویسی یک ژن از آن‌جا آغاز می‌شود. فعال‌کننده‌ها در نزدیکی توالی پروموتور قرار داشته و میزان بیان را افزایش می‌دهند) هستند و پروتئین‌های حشره‌کش تولید می‌کنند. این پیش‌بر می‌تواند در طیف وسیعی از گیاهان و حیوانات عمل کند و یک پیش‌بر ژن خاص بافت مجاور را به یک پیش‌بر عمومی تبدیل کند. این پیش‌بر ارتباط نزدیکی با ویروس هپاتیت ب انسانی دارد و ممکن است از طریق بیان

بیش از حد ژن‌های تومورزا باعث سرطان شود. اورابی (Oraby) و همکارانش برای بررسی امکان انتقال افقی ژن از یک رژیم غذایی حاوی بخش‌های دی‌ان‌ای از پیش‌بر ویروس موزائیک گل کلم به سلول‌های اندام‌های مختلف موش‌ها یک آزمایش انجام دادند. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش نشان داد قطعات خورده‌شده از پیش‌بر ویروس موزائیک گل کلم در خون، کبد و بافت مغز موش‌های آزمایشگاهی یافت می‌شود و میانگین کل انتقال توالی‌های هدف با افزایش مدت‌زمان تغذیه به طور قابل توجهی افزایش یافته است (۵۳). بنابراین بر اساس شواهد تجربی، احتمال انتقال افقی ژن از گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی وجود دارد. انتقال افقی ژن می‌تواند به سلامت انسان‌ها و حیوانات زیان برساند.

۴. تهدید تنوع زیستی: تنوع زیستی به تعداد، انواع و تغییرات موجود در بین گونه‌های گیاهان، جانوران، ریز سازواره‌ها و محیط‌های زندگی آن‌ها اطلاق می‌شود. تنوع ژنتیکی، تنوع گونه و تنوع بوم سه سطح مستقل از تنوع زیستی هستند. تسلط انسان بر زمین به طور قابل توجهی تنوع گونه‌ها را در بسیاری از زیستگاه‌های در سراسر جهان کاهش می‌دهد. تنوع ژنتیکی در جوامع کشاورزی اهمیت زیادی دارد. نابودی رویشگاه‌های طبیعی، جایگزینی نژادهای محلی ایجادشده توسط کشاورز با ارقام اصلاح‌شده و یکنواختی ژنتیکی در محصولات اصلاح‌شده سه عامل مهم در نابودی تنوع ژنتیکی است (۵۴). از نظر مخالفان، تولید غذاهای اصلاح‌شده می‌تواند بر تنوع موجودات یک اکوسیستم و تنوع ژنتیکی موجودات زنده تأثیرات نامطلوبی بگذارد.

کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی ممکن است از طرق گوناگونی بر تنوع زیستی تأثیر بگذارد. برای نمونه کاشت گیاهان بی‌تی می‌تواند بر حیات حشرات غیر هدف و مفید تأثیر بگذارد و منجر به مرگ و نابودی آن‌ها شود. همچنین کاشت گیاهان مقاوم در برابر علف‌کش‌ها می‌تواند از تعداد علف‌های هرز که غذای پرندگان است، بکاهد و زندگی این پرندگان را دچار مشکل کند. علاوه بر این به دلیل اینکه فقط

ژنتیک تعداد کمی از گیاهان، اصلاح شده است، کاشت آن‌ها تنوع ژنتیکی را کم می‌کند (۴۸).

اثرات نامطلوب تولید غذاهای اصلاح‌شده بر تنوع زیستی از نظر اخلاقی بسیار مهم است، زیرا همه موجودات به هم متصل هستند و از دست‌دادن تنوع زیستی بر روی همه موجودات زنده تأثیرات منفی می‌گذارد. طبق این نظر حفظ سیستم‌های طبیعی حسن ذاتی دارد و باید هر چیز طبیعی را حفظ کرد (۵۵). ثبات، بهره‌وری و عملکرد اکوسیستم به تنوع زیستی وابسته است. هرچه تنوع زیستی بیشتر باشد بهره‌وری گیاهان و حفظ مواد مغذی بیشتر می‌شود. دوام محصولاتی چون ذرت، برنج و گندم که حدود ۶۰ درصد از منابع غذایی انسان را تأمین می‌کنند در گرو حفظ تنوع ژنتیکی است. تنوع ژنتیکی می‌تواند موجب پدیدآمدن گونه‌هایی از این محصولات شوند که در برابر بیماری و آفات مقاوم هستند. در درازمدت، ثبات غذا مستلزم توسعه محصولات جدیدی از گیاهان وحشی است، زیرا ممکن است آفات مقاوم به بیماری یا آفت‌کش‌ها، موجب از بین رفتن محصولات فعلی شوند (۵۶). همچنین نبودکردن تنوع زیستی به دلیل ارزش‌های زیبایی‌شناختی آن غیر اخلاقی است. انسان باید چیزهایی را که ارزش زیبایی‌شناختی دارد، برای نسل‌های آینده حفظ کند و مراقبت از اشیا هنری در موزه‌ها و کتابخانه‌ها شاهی بر این مدعا است (۵۷)، البته باید توجه داشت یک شیء هنری ساخته دست انسان است که مانند تنوع زیستی متابولیسم، نشاط، بازسازی، هرم تغذیه‌ای، جانشینی و تاریخچه تکاملی ندارد. با این حال زیبایی‌شناسی در حفاظت از محیط زیست نقش بزرگی دارد و باعث ایجاد وظیفه می‌شود. بنابراین یک عمل زمانی درست است که به حفظ یکپارچگی، ثبات و زیبایی جامعه زیستی بینجامد و اگر عملی منجر به از بین رفتن یکپارچگی، ثبات و زیبایی محیط زیست شود، نادرست است. منطقاً نباید زیبایی را از بین برد. از نظر روانی، انسان زیبایی را دوست دارد و نمی‌خواهد آن را از بین ببرد و مراقبت از زیبایی لذت‌بخش و وظیفه دلی‌پذیری است. علاوه بر این تنوع زیستی رفاه عمومی را نیز فراهم می‌کنند و مصارف کشاورزی، پزشکی و صنعتی دارد. جنگل‌ها دی‌اکسید کربن را به اکسیژن تبدیل

می‌کنند و آب را برای آشامیدن و آبیاری تأمین می‌کنند. آن‌ها فرسایش را کنترل می‌کنند و به عنوان پایه‌ای برای مطالعات علمی هستند (۵۸).

در آیه ۷ سوره سجد «الذی أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ؛ همان کسی است که هرچه را آفرید، حسن و نیکو آفرید» (۳۵) نیز به زیبایی‌های ارزش‌شناختی همه موجودات اشاره شده است. هر چیزی که موجب بهجت و رغبت انسان شود، حسن و نیکو است. سازگاری اجزای هر چیز نسبت به هم و سازگاری همه اجزا با هدف، حقیقت حسن است. دقت در آفرینش اشیا نشان می‌دهد هر موجودی دارای اجزایی موافق و مناسب با یکدیگر است و همه موجودات ابزار مورد نیاز برای رسیدن به کمال و سعادت را دارا هستند (۳۷). همه آفریده‌های خداوند متعال نیکو هستند، هرچند از جهت خوب بودن و خوب‌تر بودن تفاوتی دارند (۳۸). هرچه را خدا آفریده زیبا و جمیل است و زیباتر از این آفرینش ممکن نبوده است، و گرنه علم، قدرت و بخشش خداوند حتماً به آن تعلق می‌گرفت. گروهی در اثر اغوای شیطان به بهانه حفظ صنعت، چهره زیبای خلقت را دگرگون و آلوده می‌کنند. بر اساس آموزه‌های قرآن تابلوی زیبای آفرینش امانت الهی در دست بشر است و صاحبان صنایع موظف‌اند در اقدامات خودشان به تأمین سلامت و سعادت همه انسان‌ها و حقوق طبیعی همه موجودات دیگر اعم از دریا، آبریان، هوا، پرندگان و... احترام بگذارند (۵۹). همچنین در آیات مختلفی مانند آیه «أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيْضٌ وَ حُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَ غَرَابِيبُ سُودٌ؛ آیا ندیدی خداوند از آسمان آبی فرو فرستاد که به وسیله آن میوه‌هایی (از زمین) خارج ساختیم با الوان گوناگون و از کوه‌ها نیز (به لطف پروردگار) جاده‌هایی آفریده شده به رنگ سفید و سرخ با الوان مختلف و (گاه) به رنگ کاملاً سیاه!» (۳۷) به تنوع زیستی اشاره شده است. منظور از اختلاف الوان در این آیه، اختلاف انواع موجودات است (۶۰).

احتمال اینکه تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی پیامدهای نامطلوبی برای تنوع زیستی داشته باشد، وجود دارد، اگرچه برای سنجش آسیب‌های گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی بر تنوع

زیستی به مطالعات بیشتری احتیاج است و گذشت زمان می‌تواند تأثیرات این گیاهان را بهتر آشکار کند و از این رو جانب احتیاط را باید در نظر داشت.

۵. تهاجم به زیستگاه‌های دیگر: گونه‌های مهاجم موجوداتی هستند که از زیستگاه اصلی خود به زیستگاه‌های دیگر منتقل می‌شوند و می‌توانند خسارت‌های مختلفی را برای محیط زیست، اکوسیستم، اقتصاد، سلامت، شیوه زندگی، کشاورزی و... ایجاد کنند (۶۱). انتشار عمدی وزغ نیشکر در استرالیا یک مثال بسیار روشن برای درک آسیب‌های زیست‌محیطی گونه‌های مهاجم است. وزغ نیشکر یک گونه وزغ بزرگ خشکی زی بومی آمریکای جنوبی و مرکزی است که به دلیل اشتباهی زیادش برای از بین بردن آفات محصولات کشاورزی به نقاط مختلف دنیا منتقل شده است. انتقال این وزغ در بسیاری از موارد نتیجه رضایت‌بخشی نداشته و تأثیرات بسیار مخربی بر کشاورزی و محیط زیست آن مناطق داشته است. در ژوئن سال ۱۹۳۵ حشره‌شناسی به نام رگ مانگامری (Reg Mungomery) برای از بین بردن سوسک‌های مزارع نیشکر ۱۰۲ وزغ نیشکر را از هاوایی به استرالیا برد و آن‌ها را پرورش داد. وقتی تعداد وزغ‌های نیشکر به ۲۴۰۰ عدد افزایش یافت رگ مانگامری آن‌ها را در مزارع نیشکر آزاد کرد. دانشمندان، مقامات دولتی و اهل صنایع تصور می‌کردند، انتشار این جانوران تأثیرات چشم‌گیری در ریشه‌کن کردن سوسک‌های نیشکر دارد، اما برخلاف تصور این افراد، وزغ‌های نیشکر در کار خود موفق نبودند و سوسک‌ها را از بین نبردند و حتی خودشان هم به یک عامل تهدیدکننده برای محیط زیست تبدیل شدند. طبق آخرین آمار حدود ۱/۵ میلیارد عدد از این وزغ‌ها در مناطق مختلف استرالیا وجود دارند که هر ساله ۵۵ کیلومتر مرز خود را گسترش می‌دهند. پوست و غده‌های بسیار سمی وزغ‌های نیشکر سلامتی همه حیوانات بومی استرالیا را تهدید می‌کند. به اعتقاد جان پل (John Paull) انتشار موجودات اصلاح‌شده ژنتیکی در محیط زیست منجر به تکرار تجربه تلخ وزغ‌های نیشکر می‌شود. از نظر او موجودات اصلاح‌شده ژنتیکی گونه‌های مهاجمی هستند که

می‌توانند سلامت وضعیت اقتصادی کشاورزان را به خطر بیندازند و مانند وزغ نیشکر، به فروشگاه‌های مواد غذایی حمله کنند. در ایالات متحده حدود ۸۰ درصد از غذاهای فرآوری شده بدون اینکه برچسب‌گذاری شده باشند، حاوی مواد اصلاح‌شده ژنتیکی هستند و این یک تهاجم نامرئی و خاموش است (۶۱). پیش‌بینی این موضوع که بذره‌های اصلاح‌شده ژنتیکی به کجا می‌روند و چگونه می‌توان آن‌ها را ردیابی کرد، بسیار دشوار است. مهاجم‌بودن محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند به ضرر کشاورزان باشد (۶۲). مرور سرگذشت یک کشاورز کانادایی به نام پرسی اشمایزر (Percy Schmeiser) اثبات‌کننده این موضوع است. پرسی اشمایزر که بیش از ۵۰ سال سابقه کشاورزی داشت، در مزرعه خود کلزا کاشت. در همین زمان پنج نفر از همسایگان وی کلزای اصلاح‌شده ژنتیکی شرکت مونسانتو را پرورش دادند. به نظر می‌رسید محصولات اشمایزر با کلزای اصلاح‌شده ژنتیکی مخلوط شده باشد. در هر صورت، اشمایزر از بذره‌های کلزایی که پرورش داده بود، نگهداری کرد و دوباره سال بعد آن‌ها را کاشت. ذخیره بذره‌های محصولات کاشته شده و استفاده مجدد از آن‌ها، شیوه بسیار رایجی در کشاورزی است. مدیران شرکت مونسانتو به بازرسان خود دستور دادند وارد مزارع اشمایزر شوند و نمونه‌هایی را جمع‌آوری کنند. آن‌ها ادعا کردند کلزای جمع‌آوری‌شده شامل ژن ثبت اختراع‌شده مونسانتو برای مقاومت در برابر علف‌کش گلیفوسیت است و اشمایزر باید هزینه استفاده از این ژن را بپردازد، اما اشمایزر نپذیرفت و مونسانتو به دلیل نقض حق ثبت اختراع از او شکایت کرد، زیرا پرونده تجاری محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی بر اساس قابلیت ثبت اختراع موجودات زنده است. اشمایزر نیز به دلیل افترا، تجاوز و آلوده‌شدن مزارع خود به ژن گلیفوسیت شکایت کرد، اما دادگاه درخواست او را مردود دانست. وضعیت مارش (March) نیز مؤید دیگری بر تهاجمی‌بودن گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی و واردشدن آسیب اقتصادی به کشاورزان است. کشاورزانی که دارای گواهی ارگانیک هستند، ممکن است به دلیل وجود گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی گواهی ارگانیک خود را

از دست بدهند و ضرر اقتصادی ببینند (۶۲). مارش صاحب یک کشاورزی ارگانیک (کشاورزی ارگانیک گونه‌ای کشاورزی است که در تولید و فرآوری محصولات آن از کودهای شیمیایی، سموم، هورمون‌ها و دگرگونی‌ها و دست‌کاری‌های ژنتیکی استفاده نشود و همه مراحل تقویت زمین، کاشت و برداشت با استفاده از نهاده‌های طبیعی همچون کود زیستی و... باشد) معتبر در استرالیا ی غربی است. همسایه‌اش در مزرعه خود کلزای اصلاح‌شده ژنتیکی کاشت. بذره‌های کلزای اصلاح‌شده وارد مزرعه مارش شدند و بدین ترتیب گواهی کشاورزی ارگانیک مارش لغو شد. کشت کلزای اصلاح‌شده ژنتیکی در مجاورت مزرعه مارش موجب پدید آمدن زیان‌های اقتصادی و آسیب دیدن مزرعه‌اش شد و او دیگر نتوانست در مزرعه‌اش کلزای ارگانیک بپروراند. بررسی مواردی چون اشمایز و مارش نشان می‌دهد گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی توانایی انتقال و هجوم به زیستگاه‌هایی غیر از زیستگاه‌های خود را دارند و ممکن است توسط عوامل طبیعی مانند باد از مزارع مورد نظر خارج شوند و به زمین‌های مجاور هجوم ببرند و در آن‌ها نیز رشد کنند و گسترش و توسعه غیر قابل کنترلی داشته باشند و برای کشاورزان ضررهای اقتصادی به وجود آورند. مطابق اصل زیان‌رسانی مطالعات، پژوهش‌ها و فناوری نباید برای انسان و محیط زیست ضررهای مادی، معنوی، محسوس و نامحسوس داشته باشند و منجر به نتایج زیانباری در آینده شوند (۶۳). بنابراین اصل زیان‌رساندن شامل آسیب‌های اقتصادی هم می‌شود و مطابق این اصل انسان نباید برای دیگران خسارت مالی به بار بیاورد. برای پیشگیری از چنین ضررهایی می‌توان برای صاحبان این صنایع قوانین سختگیرانه اعمال کرد.

بحث

اصلاح کردن ژنتیک گیاهان یکی از فناوری‌های نوینی است که با هدف افزایش تولید غذا، بهبود کیفیت مواد غذایی و بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان به وجود آمده است (۶۴-۶۵). تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی سود و زیان‌های فراوانی دارد

و به همین دلیل باید این فواید و مضرات را بررسی کرد و سنجید تا بتوان درباره اخلاقی بودن یا نبودن آن حکم کرد. حل گرسنگی جهانی و سوءتغذیه از مهم‌ترین فواید این فناوری محسوب می‌شود. معضل گرسنگی و سوءتغذیه در سراسر جهان وجود دارد و از نظر برخی اصلاح ژنتیک گیاهان می‌تواند به حل این معضلات کمک کند (۶۶)، اما این فناوری معایبی نیز دارد. احتمال دارد تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی به شیوه‌های مختلفی سلامت انسان‌ها و محیط زیست را به خطر بیندازد. بروز بیماری‌های مختلف، حساسیت‌زاد بودن، ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک و سمی بودن از مضرات تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای سلامت انسان است (۵۱، ۷۰-۶۷). بر اساس اصل اخلاقی زیان‌رسانی، استفاده از فناوری‌ها نباید به سلامت انسان‌ها و محیط زیست زیان برساند (۷۱). بر طبق این اصل کشتن، ناتوان‌ساختن، آسیب‌زدن، توهین‌کردن و تجاوزکردن به دیگران نادرست و غیر اخلاقی است (۷۲). این اصل از انجام کارهایی که زیان‌داشتن آن‌ها مشخص نیست و یا اطمینانی نیست که سودشان از زیان‌شان بیشتر باشد نیز جلوگیری می‌کند (۷۱). مطابق اصل زیان‌رسانی اگر مخاطرات تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای سلامت انسان و محیط زیست بسیار کم باشد و در مقابل منافع بسیار زیاد و حیاتی برای انسان داشته باشد، استفاده از این فناوری مجاز است (۷۳). در تصمیم‌گیری‌های اخلاقی پیرامون تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی باید حقوق و مسئولیت‌های کشاورزان، مصرف‌کنندگان، محیط زیست و صنعت زیست‌فناوری در نظر گرفته شود. تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند عاملی برای تهدید سلامت محیط زیست باشد و ما وظیفه ویژه‌ای در قبال آن داریم، زیرا محیط زیست نمی‌تواند در برابر مداخلات بشر از خود دفاع کند (۷۴). محیط زیست دارای ارزش ذاتی است و انسان حق ندارد بدون دلایل موجه ارزش آن را نقض کند و به آن آسیب برساند. علاوه بر اینکه سود و زبانی که انسان به محیط زیست می‌رساند، در نهایت به خود انسان باز می‌گردد، زیرا انسان در محیط زیست زندگی می‌کند و بسیاری از نیازهایش را به وسیله محیط زیست برطرف می‌کند. برای ارزیابی اخلاقی مسائل زیست‌محیطی تولید

نتیجه‌گیری

درباره پیامدهای تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی نگرانی‌های اخلاقی بسیار زیادی وجود دارد. برای بررسی معضلات اخلاقی استفاده از این فناوری، می‌توان از رویکرد مورد انتظار استفاده کرد. رویکرد مقدار مورد انتظار که تابعی از مقدار و احتمالات است برای ارزیابی بهتر اثرات اخلاقی زیست‌محیطی به کار می‌رود. بر اساس این رویکرد تشخیص پیامدهای مضر و تعیین احتمال وقوع آن‌ها ضروری است، البته مهم‌ترین وظیفه عالمان اخلاق تبیین و توضیح علل مضر و نامطلوب بودن پیامدهای بیان شده است. اثرات نامطلوب بر موجودات غیر هدف، انتقال افقی ژن، تهدید تنوع زیستی و تهاجم به زیستگاه‌های دیگر از مهم‌ترین و بحث‌برانگیزترین مخاطرات زیست‌محیطی کاشت بذرها و گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی هستند. هر موجود زنده‌ای که برخلاف اراده مهندسان ژنتیک تحت تأثیر گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی قرار بگیرد، موجود غیر هدف نام دارد. با توجه به دو رویکرد انسان‌محور و طبیعت‌محور اثرگذاری نامطلوب بر موجودات غیر هدف غیر اخلاقی است. بر اساس رویکرد انسان‌محور آسیب‌رساندن به موجودات غیر هدف به دلیل نقض ارزش ذاتی آن‌ها غیر اخلاقی است. انتقال افقی ژن دومین معضل زیست‌محیطی کاشت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی است که در طی آن ماده ژنتیکی بدون تولید مثل از یک موجود به موجود دیگر منتقل می‌شود. انتقال افقی ژن می‌تواند باعث ایجاد صفات جدید، بروز بیماری‌ها و میکروب‌های جدید و سرطان‌زایی شود و در نتیجه سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کند. تهدید تنوع زیستی نیز از دیگر اثرات منفی کاشت این گیاهان است که به دلیل تأثیرات منفی بر همه موجودات زنده و نقض ارزش‌های زیبایی‌شناختی تنوع زیستی غیر اخلاقی است. تهاجم به زیستگاه‌های دیگر آخرین معضل مهم تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی است که می‌تواند به محیط زیست، اقتصاد، شیوه

غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تشخیص پیامدهای مضر، تعیین احتمال وقوع آن‌ها و تبیین و توضیح علل نامطلوب‌دانستن آن‌ها ضروری است. تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند به سلامت محیط زیست آسیب برساند. اثرات نامطلوب بر موجودات غیر هدف، انتقال افقی ژن، تهدید تنوع زیستی و تهاجم به زیستگاه‌های دیگر از مهم‌ترین معضلات و چالش‌های اخلاقی زیست‌محیطی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی هستند، اگرچه بر اساس شواهد موجود نمی‌توان احتمال وقوع این پیامدها را به صورت قطعی تعیین کرد، اما با توجه به ارزشمندی و غیر قابل جبران بودن خسارات مشخص‌شده، مقدار ارزش مورد انتظار بالا می‌رود و در نتیجه در نظر گرفتن این معضلات در تصمیم‌گیری‌ها ضروری است. درباره مضرات استفاده از این فناوری مسائل ناشناخته بسیار زیادی وجود دارد و درباره ایمنی و سلامت گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای انسان و محیط زیست اطمینانی نیست (۷۵). تعداد دانشمندانی که در مورد پیامدهای زیست‌محیطی مهندسی ژنتیک مطالعه می‌کنند، بسیار کمتر از محققانی است که برای توسعه نسل‌های بعدی انواع محصولات دستکاری‌شده ژنتیکی تلاش می‌کنند. در مورد خطرات زیست‌محیطی گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی و مدیریت آن‌ها نگرانی‌های فراوانی وجود دارد. بسیاری از محققانی که بر روی مخاطرات زیست‌محیطی تولید گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی کار می‌کنند، وابسته به صنعت تولید این گیاهان هستند (۷۴). به نظر می‌رسد مزایای این فناوری نمی‌تواند ضررهای احتمالی آن را جبران کند، زیرا علاوه بر جبران‌ناپذیر بودن مضراتی که برای این فناوری برشمرده شد، درباره منافع این فناوری نیز تشکیک شده است. تولید غذاهای اصلاح‌شده ظرفیت حل مشکل گرسنگی جهانی را ندارد و نمی‌تواند نقش مؤثری در برطرف کردن گرسنگی و سوءتغذیه داشته باشد (۷۶)، زیرا مشکل گرسنگی نه به خاطر کمبود غذا، بلکه به دلایل دیگری چون سیاست‌های استعماری دولت‌های مرفه و توزیع ناعادلانه غذا به وجود آمده است (۷۹-۷۷).

زندگی، کشاورزی و... آسیب برساند. بر اساس اصل اخلاقی زیان‌نرسانی، استفاده از فناوری‌ها نباید به سلامت انسان‌ها و محیط زیست زیان برساند، اگرچه بر اساس شواهد موجود نمی‌توان احتمال وقوع این پیامدها را به صورت قطعی تعیین کرد، اما با توجه به ارزشمندی و غیر قابل جبران بودن خسارات مشخص‌شده مقدار ارزش مورد انتظار بالا می‌رود و در نتیجه در نظر گرفتن این معضلات در تصمیم‌گیری‌ها ضروری است و احتیاط کردن شرط عقل است.

مشارکت نویسندگان

علیرضا آل‌بویه: راهنمایی و نظارت بر نگارش مقاله.
مریم‌السادات رضوی: نگارش و 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. Yonesi E. Principles of genetic engineering and plant biotechnology. Hamedan: Khwaja Rashid Publications; 2004. [Persian]
2. Shahadati Moghaddam Z. Transgenic tracking methods. Tehran: Sepehr; 2000. [Persian]
3. Nicholl DS. An introduction to genetic engineering. Cambridge: Cambridge University Press; 2023.
4. Kumar K, Gambhir G, Dass A, Tripathi AK, Singh A, Jha AK, et al. Genetically modified crops: Current status and future prospects. *Planta*. 2020; 251: 1-27.
5. Brookes G, Barfoot P. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2018: impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*. 2020; 11(4): 215-241.
6. Gatew H, Mengistu K. Genetically modified foods (GMOs); a review of genetic engineering. *J Life Sci Biomed*. 2019; 9(6): 157-163.
7. Sanvido O, Stark M, Romeis J, Bigler F. Ecological impacts of genetically modified crops. Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. *ART-Schriftenreihe*. 2006; 1(1): 1-84.
8. Saeedi Tehrani S, Larijani B, Parsapoor A. Ethical considerations of genetic engineering in genetically modified organisms. *IJMEHM*. 2016; 2(9): 23-37. [Persian]
9. Tsatsakis AM, Nawaz MA, Kouretas D, Balias G, Savolainen K, Tutelyan VA, et al. Environmental impacts of genetically modified plants: A review. *Environmental Research*. 2017; 156: 818-833.
10. Regal PJ. Models of genetically engineered organisms and their ecological impact. *Ecology of biological invasions of North America and Hawaii*. Springer; 1986. p.111-129.
11. Ervin DE, Welsh R. Environmental effects of genetically modified crops: Differentiated risk assessment and management. *Regulating Agricultural Biotechnology: Economics and Policy*. Dordrecht: Springer; 2005. p.301-326.
12. Gregorowius D, Lindemann-Matthies P, Huppenbauer M. Ethical discourse on the use of genetically modified crops: A review of academic publications in the fields of ecology and environmental ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 2012; 25: 265-293.
13. Thompson PB. Food and agricultural biotechnology in ethical perspective. New York: Springer; 2020.
14. Copp D. The Oxford handbook of ethical theory. Oxford: Oxford University Press; 2005.
15. Brink DO. Some forms and limits of consequentialism 2007. Edited by Copp D. The Oxford handbook of ethical theory. Oxford: Oxford University Press; 2005.
16. Palmer M. Ethical Issues. Translated by Alebouyeh A. Tehran: Samt Publications; 2017. [Persian]
17. Vaughn L. Bioethics: Principles, issues and cases. Oxford: Oxford University Press; 2013.
18. Romeis J, Naranjo SE, Meissle M, Shelton AM. Genetically engineered crops help support conservation biological control. *Biological Control*. 2019; 130: 136-154.
19. Arpaia S. Genetically modified plants and "non-target" organisms: analysing the functioning of the agro-ecosystem. *Collection of Biosafety Reviews*. 2010; 5: 12-80.
20. Mishra M, Kumari S. Biosafety issues relate to genetically engineered crops. *MOJ Res Rev*. 2018; 1(6): 272-276.
21. Uzogara SG. The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: A review. *Biotechnology Advances*. 2000; 18(3): 179-206.
22. Birch ANE, Geoghegan IE, Majerus ME, McNicol JW, Hackett CA, Gatehouse AM, et al. Tri-trophic interactions involving pest aphids, predatory 2-spot ladybirds and transgenic potatoes expressing snowdrop lectin for aphid resistance. *Molecular Breeding*. 1999; 5: 75-83.
23. Tohidfar M, Khosravi S. Challenges facing the release of transgenic Bt products. *Agricultural Biotechnology Journal*. 2015; 7(3): 33-54. [Persian]
24. Losey JE, Rayor LS, Carter ME. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*. 1999; 399(6733): 214.
25. Yu HL, Li YH, Wu KM. Risk Assessment and Ecological Effects of Transgenic *Bacillus thuringiensis* Crops on Non-Target Organisms F. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2011; 53(7): 520-538.
26. Dang C, Zhou X, Sun C, Wang F, Peng Y, Ye G. Impacts of Bt rice on non-target organisms assessed by the hazard quotient (HQ). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021; 207: 111214.
27. Fahimi A, Mashhadi A. Intrinsic and instrumental value in environmental philosophy (from philosophical

- approaches to legal strategies). *Journal of Philosophical Theological Research*. 2009; 11(1): 192-216. [Persian]
28. Copleston F. *History of philosophy*. Tehran: Scientific and Cultural Publishing Company; 2007.
29. Poyman L. *Environmental ethics*. Group of translators. Tehran: Tosse; 2004. [Persian]
30. Reagan T. *The right of the animal, the wrong of the human: an introduction to the philosophy of ethics*. Translated by behnam khoda panah. Tehran: Kargadan; 2018. [Persian]
31. Rollin BE. Animal rights as a mainstream phenomenon. *Animals*. 2011; 1(1): 102-115.
32. Taylor PW. *Respect for nature: A theory of environmental ethics*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press; 2011.
33. Rolston H. *What do we mean by the intrinsic value and integrity of plants and animals?* Fort Collins, Colorado: Colorado State University; 2002.
34. Surmeli H, Saka M. Preservice teachers' anthropocentric, biocentric and ecocentric environmental ethics approaches. *International Journal of Academic Research Part B*. 2013; 5(5): 159-163.
35. *The Holy Quran*. [Persian]
36. Shirazi M. *Tafsire nemooneh*. Tehran: Dar al-Kotob al-Eslamieh; 1987. [Persian]
37. Tabatabaee M. *Tafsire al-Mizan*. Qom: Jamee Modarresin Hozehe Ehmieh Qom, Daftare Entesharate Slami; 1995. [Persian]
38. Tabarsi A. *majmaoalquran fi tafsire alquran*. Beirut: Dar al-Maarefah; 1970. [Arabic]
39. Hassanzadeh Amoli H. *Sharhe Fussoos al-Hikam*. Qom: Bustan-e Ketab; 2020. [Persian]
40. Hall RJ, Whelan FJ, McInerney JO, Ou Y, Domingo-Sananes MR. Horizontal gene transfer as a source of conflict and cooperation in prokaryotes. *Frontiers in Microbiology*. 2020; 11: 1569.
41. Keese P. Risks from GMOs due to horizontal gene transfer. *Environmental Biosafety Research*. 2008; 7(3): 123-149.
42. Nasseh N, Barikbin B, Taghavi L, Nasser MA. Antibiotics Pollution Damaging Effects on Environment and Review of Efficiency of Different Methods for Removing them. *NPWJM*. 2016; 4(10-11): 50-62. [Persian]
43. Su JQ, Cui L, Chen QL, An XL, Zhu YG. Application of genomic technologies to measure and monitor antibiotic resistance in animals. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2017; 1388(1): 121-135.
44. Capita R, Alonso-Calleja C. Antibiotic-resistant bacteria: a challenge for the food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013; 53(1): 11-48.
45. Heidari R, Dorani E. Genetically modified plants: concerns and facts. *Journal of Biosafety*. 2017; 9(4): 103-126. [Persian]
46. Gay PB, Gillespie SH. Antibiotic resistance markers in genetically modified plants: A risk to human health? *The Lancet Infectious Diseases*. 2005; 5(10): 637-646.
47. Andreoletti O, Budka H, Buncic S, Colin P, Collins JD, De A, et al. Assessment of the Public Health significance of meticillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in animals and foods Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. *EFSA J*. 2009; 993: 1-73.
48. Bennett AB, Chi-Ham C, Barrows G, Sexton S, Zilberman D. Agricultural biotechnology: Economics, environment, ethics and the future. *Annual Review of Environment and Resources*. 2013; 38: 249-279.
49. Ho MW. Horizontal transfer of GM DNA-why is almost no one looking? Open letter to Kaare Nielsen in his capacity as a member of the European Food Safety Authority GMO panel. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 2014; 25(1): 25919.
50. Chen J, Jin M, Qiu ZG, Guo C, Chen ZL, Shen ZQ, et al. A survey of drug resistance bla genes originating from synthetic plasmid vectors in six Chinese rivers. *Environmental Science & Technology*. 2012; 46(24): 13448-13454.
51. de Vries J, Heine M, Harms K, Wackernagel W. Spread of recombinant DNA by roots and pollen of transgenic potato plants, identified by highly specific biomonitoring using natural transformation of an *Acinetobacter* sp. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003; 69(8): 4455-4462.
52. Ozkok GA. Genetically modified foods and the probable risks on human health. *Int J Nutr Food Sci*. 2015; 4(3): 356-363.
53. Oraby HA, Kandil MM, Hassan AA, Al-Sharawi HA. Addressing the issue of horizontal gene transfer from a diet containing genetically modified components into rat tissues. *African Journal of Biotechnology*. 2014; 13(48).

54. Zahravi M. Genetic engineering as a tool for biodiversity enhancement. *Journal of Biosafety*. 2017; 9(4): 1-22. [Persian]
55. Namkoong G. Biodiversity-issues in genetics, forestry and ethics. *The Forestry Chronicle*. 1992; 68(4): 438-443.
56. Tilman D. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature*. 2000; 405(6783): 208-211.
57. Welchman J. Commentary on Jonathan A. Newman, Gary Varner and Stefan Linquist: Defending Biodiversity: Environmental Science and Ethics, chapter 11: Should biodiversity be conserved for its aesthetic value? *Biology & Philosophy*. 2020; 35(1): 13.
58. Berleant A. Environment and the Arts. *Perspectives on Environmental Aesthetics*. 2002.
59. Javadi Amoli A. Islam and the environment. Qom: Esra; 2011. [Persian]
60. Alusi SH. Rouh al-maany. Beirut: Scientific Books House, Muhammad Ali Beydoun Publications; 1994. [Persian]
61. Paull J. Genetically modified organisms (GMOs) as invasive species. *Journal of Environment Protection and Sustainable Development*. 2018; 4(3): 31-37.
62. Robaey Z. Gone with the wind: Conceiving of moral responsibility in the case of GMO contamination. *Science and Engineering Ethics*. 2016; 22(3): 889-906.
63. Alsan M. Principles of Bioethics. Tahghighate Hoghoghi. 2007; 137(45): 153-183. [Persian]
64. Klümper W, Qaim M. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PloS one*. 2014; 9(11): e111629.
65. Moseley WG. A risky solution for the wrong problem: Why GMOs won't feed the hungry of the world. *Geographical Review*. 2017; 107(4): 578-583.
66. Estrada AC, Díaz DV, Hernández CAM. The role of biotechnology in agricultural production and food supply. *Ciencia e investigación agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de la Agricultura*. 2017; 44(1): 1-11.
67. Zdziarski IM, Carman JA, Edwards JW. Histopathological investigation of the stomach of rats fed a 60% genetically modified corn diet. *Food and Nutrition Sciences*. 2018; 9(6): 763-796.
68. Dona A, Arvanitoyannis IS. Health risks of genetically modified foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009; 49(2): 164-175.
69. Clausen P, Robinson C, Burtscher-Schaden H. Pesticides and public health: An analysis of the regulatory approach to assessing the carcinogenicity of glyphosate in the European Union. *J Epidemiol Community Health*. 2018; 72(8): 668-672.
70. Terefe M. Biosafety issues of genetically modified crops: Addressing the potential risks and the status of GMO crops in Ethiopia. *Clon Transgen*. 2018; 7(2): 164.
71. Gabbaran M. Convergence of the principles of biological ethics in the field of research with the Islamic approach. *Pazuhesh-nameh Akhlagh*; 2018; 41(11): 89-106. [Persian]
72. Jahn WT. The 4 basic ethical principles that apply to forensic activities are respect for autonomy, beneficence, nonmaleficence, and justice. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2011; 10(3): 225.
73. Holtug N. The harm principle and genetically modified food. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 2001; 14: 168-178.
74. Strauss DM. Defying nature: The ethical implications of genetically modified plants. *J food L & pol'y*. 2007; 3: 1.
75. Alebouyeh A, Razavi M. Assessing the Health of Genetically Modified Foods based on the Ethical Principle of No-harm. *Akhlaq-i zisti, i.e., Bioethics Journal*. 2022; 12(37): 1-16. [Persian]
76. Shiva V, Barker D, Lockhart C. The Gmo Emperor Has No Clothes. Italy and New Delhi, India. Navdanya International: Florence; 2011.
77. Bratspies RM. Food, technology and hunger. *Law, Culture and the Humanities*. 2014; 10(2): 212-224.
78. Spang ES, Moreno LC, Pace SA, Achmon Y, Donis-Gonzalez I, Gosliner WA, et al. Food loss and waste: measurement, drivers, and solutions. *Annual Review of Environment and Resources*. 2019; 44: 117-156.
79. Wube Y. Against the Grain: Biotechnology and the Corporate Takeover of Your Food. By Lappé M, Bailey B. Monroe: Common Courage Press; 2002.