Journal Homepage: https://journals.sbmu.ac.ir/be DOI: https://doi.org/10.22037/bioeth.v10i36.35035

Original Article Open Access

Akhlāq-i zīstī

i.e., Bioethics Journal

2022; 12(37): e5

Assessing the Health of Genetically Modified Foods Based on the Ethical Principle of No-harm

Alireza Alebouyeh[1], Maryam Alsadat Razavi[2*]

1. Islamic Sciences and Culture Academy, Qom, Iran.
2. Masoumiyah Seminary Higher Education Institute, Qom, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: The rapid advances of scientists in the field of biotechnology and genetic engineering have made the ethical principle of non-harm in the field of biological sciences a special place. The production of genetically modified foods is one of the latest advances in biotechnology. Today, the debate over the safety and health of genetically modified foods is a controversial issue around the world. The purpose of this article is to evaluate the health of genetically modified foods by emphasizing the ethical principle of not harming humans referring to available evidence.

Methods: The method of this research is descriptive-analytical and the collection of information has been done by library method.

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

Results: Solving the problem of global hunger, improving food quality, improving the economic situation of farmers and maintaining environmental health are the most important benefits of producing genetically modified foods. The production of genetically modified foods has been introduced as a suitable solution to meet human nutritional needs, while the health and safety of these foods are disputed. Opponents do not accept the safety and health of these foods due to scientific disagreement and the potential dangers, and believe that the ethical principle of non-harm is not observed in the production of genetically modified foods. In contrast, proponents, because of the scientific consensus on the safety and health of genetically modified foods, the results of case studies, and the successful experience of the American people, claim the safety and health of genetically modified foods and the harmonization of their production with ethics.

Conclusion: The production of genetically modified foods has significant benefits, but there are many unknowns about the disadvantages of using this technology. The existence of potential hazards in the production of genetically modified foods and scientific uncertainty about the occurrence of these hazards is a reason to implement the principle of caution in the production of these foods.

Keywords: Genetically Modified Foods; Bioethics; Principle of No-harm; Precautionary Principle

Corresponding Author: Maryam Alsadat Razavi; **Email:** ma20razavi@gmail.com

Received: May 28, 2021; **Accepted:** December 04, 2021; **Published Online:** June 21, 2022

Please cite this article as:

Alebouyeh A, Razavi MA. 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): e5.

This Open Access Article Distributed under the Terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0)

DOI: https://doi.org/10.22037/bioeth.v10i36.35035 Journal Homepage: https://journals.sbmu.ac.ir/be

دسترسی آزاد مقاله پژوهشی

مجله اخلاق زیستی

دوره دوازدهم، شماره سی‌وهفتم، ۱۴۰۱

ارزیابی سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بر اساس اصل اخلاقی زیان‌نرسانی

علیرضا آل بویه[۱]، مریم‌السادات رضوی[۲*]

۱. پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی، قم، ایران.

۲. مؤسسه آموزش عالی حوزوی معصومیه (س)، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: پیشرفت‌های سریع دانشمندان در رشته زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک موجب شده اصل اخلاقی زیان‌نرسانی در حوزه علوم زیستی جایگاه ویژه‌ای پیدا کند. تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی یکی از جدیدترین دستاوردهای زیست‌فناوری است. امروزه بحث از ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی یک موضوع جنجال‌برانگیز در سرتاسر جهان است. هدف از این مقاله ارزیابی سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با تأکید بر اصل اخلاقی زیان‌نرساندن به انسان با استناد به مدارک و شواهد موجود است.

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

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

یافته‌ها: حل مشکل گرسنگی جهانی، بالارفتن کیفیت مواد غذایی، بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان و حفظ سلامت محیط زیست از مهم‌ترین مزایای تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند. تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به عنوان راه حلی مناسب برای تأمین نیازهای غذایی بشر معرفی شده‌اند، در حالی که سلامت و ایمنی این غذاها مورد اختلاف است. مخالفان، ایمنی و سلامت این غذاها را به دلیل عدم توافق علمی و بروز خطرات احتمالی نمی‌پذیرند و معتقدند در تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اصل اخلاقی زیان‌نرسانی مراعات نمی‌شود. در مقابل، موافقان به دلیل توافق علمی بر ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی، نتایج آزمایش‌های موردی و تجربه موفق مردم آمریکا مدعی ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و هماهنگی تولید این غذاها با اصل اخلاقی زیان‌نرسانی هستند.

نتیجه‌گیری: تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با مزایای قابل توجهی همراه است، اما درباره مضرات استفاده از این فناوری مسائل ناشناخته بسیار زیادی وجود دارد. وجود خطرات احتمالی در تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و عدم قطعیت علمی درباره وقوع این خطرات، دلیلی برای اجرای اصل احتیاط در تولید این غذاهاست.

واژگان کلیدی: غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی؛ اخلاق زیستی؛ زیان‌نرساندن؛ اصل احتیاط

نویسنده مسئول: مریم‌السادات رضوی؛ **پست الکترونیک:** ma20razavi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۷؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۹/۱۳؛ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

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

Alebouyeh A, Razavi MA. 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): e5.

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

مقدمه

غذا یکی از نیازهای اصلی بشر است. گرسنگی و سوءتغذیه علت مستقیم بسیاری از بیماری‌های کودکان و بزرگسالان است. اختلال در رشد، ضعف سیستم ایمنی بدن و معلولیت‌های برگشت‌ناپذیر از نتایج مستقیم رژیم غذایی نامناسب است. طبق اعلام مدیرکل سازمان جهانی بهداشت (WHO: World Health Organization) مهم‌ترین عامل کوتاهی قد ۲۰۸ میلیون نفر در جهان سوءتغذیه است و بیش از ۹۰۰ میلیون نفر به دلیل کمبود ید مشکلات تیروئیدی دارند. دلیل وجود ۱۶ میلیون عقب‌افتاده ذهنی و ۵۰ میلیون بیمار مغزی نیز مصرف ناکافی غذاهای حاوی ید است (۱). بنابراین غذا در حفظ سلامتی و حیات انسان‌ها نقش به سزایی دارد و مصرف غذای کافی و مناسب برای حفظ سلامت انسان ضروری است. پیشرفت‌های اخیر در رشته‌های زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک امکان تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را فراهم کرده است. کشاورزان و دامداران از دیرباز با بهره‌گیری از روش‌های سنتی کشاورزی و دامپروری به دستکاری و اصلاح گیاهان و جانوران مشغول بوده‌اند، اما امروزه بیوتکنولوژی ابزارهای پیشرفته‌ای را برای دستکاری ژنتیکی همه موجودات زنده با صفاتی کاملاً جدید به وجود آورده است (۲). با استفاده از مهندسی ژنتیک می‌توان از هر موجودی مانند ویروس، باکتری، گیاه و یا حیوان یک ژن را جداسازی کرده و پس از تغییر آن، آن را به یک موجود دیگر مثل حیوان یا باکتری منتقل نمود (۳). منظور از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی (GMO: Genetically Modified Organ) در این مقاله، غذاهایی هستند که از موجودات اصلاح‌شده ژنتیکی به وسیله ابزارهای پیشرفته بیوتکنولوژی پدید می‌آیند. موجودات اصلاح‌شده ژنتیکی موجوداتی هستند که Genome (محتوای ژنتیکی یک موجود زنده) آن‌ها به منظور ایجاد یا حذف یک صفت خاص تغییر یافته است. برنج، کانولا، ذرت، گوجه‌فرنگی، کدوسبز، سیب‌زمینی اصلاح‌شده ژنتیکی و... از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تولیدشده در جهان هستند (۴).

تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به عنوان راه حلی مناسب برای تأمین نیازهای غذایی بشر معرفی شده‌اند، در حالی که سلامت و ایمنی این غذاها مورد اختلاف است. مخالفان، ایمنی و سلامت این غذاها را به دلیل عدم توافق علمی و بروز خطرات احتمالی نمی‌پذیرند. به نظر مخالفان، در تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اصل اخلاقی زیان‌نرسانی مراعات نمی‌شود. در مقابل، موافقان ادعا می‌کنند که غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای سلامت انسان مضر نیستند و حتی به دلیل ارزیابی مناسب، این غذاها را ایمن‌تر و سالم‌تر از غذاهای اصلاح‌نشده می‌پندارند. آن‌ها برای اثبات مدعای خود به توافق علمی بر ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و نتایج آزمایش‌های موردی و تجربه موفق مردم آمریکا تمسک می‌کنند و نتایج آزمایش‌هایی را که عدم ایمنی این غذاها را اثبات می‌کنند، مردود و غیر علمی می‌دانند. آن‌ها معتقدند تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به سلامت انسان‌ها زیان نمی‌رساند؛ از این رو با اصل اخلاقی زیان‌نرسانی هماهنگ است. زیان‌نرساندن یکی از اصول چهارگانه اخلاق زیستی و اخلاق غذا است. درست است که در بعضی مطالعات به ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای سلامت انسان پرداخته شده است، اما پژوهشی که در آن دلایل موافقان و مخالفان ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی از منظر اصل اخلاقی زیان‌نرساندن به طور مفصل و به روز بررسی و نقد شده باشد، موجود نیست. از همین رو در این مقاله سعی می‌شود با استناد به مدارک و شواهد موجود، سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بر اساس اصل زیان‌نرساندن بررسی و تحلیل شود.

روش

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

یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش در دو بخش قابل بررسی است:

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

در بخش اول اصل زیان‌نرسانی بررسی می‌شود؛ بخش دوم به بررسی دلایل موافقان سلامت و ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اختصاص دارد.

۱. اصل اخلاقی زیان‌نرسانی: زیان‌نرساندن یکی از اصول چهارگانه اخلاق زیستی و اخلاق غذا است (۵). بر طبق این اصل کشتن، ناتوان‌ساختن، آسیب‌زدن، توهین‌کردن و تجاوز به دیگران نادرست و غیر اخلاقی است (۶). عقل انسان به قبح ضرر و حسن جلوگیری از آن و ناپسندبودن ضرررساندن به دیگران حکم می‌کند. عقل مخالف زیان‌رساندن به انسان‌ها و بلکه به همه جانداران است و زیان‌رساندن به دیگران را فعلی نامطلوب می‌داند. بنابراین یکی از مدارک و دلایل غیر اخلاقی‌بودن زیان‌رساندن به دیگران عقل است و این دلیل می‌تواند به تنهایی ناپسندبودن زیان‌رساندن به دیگران را ثابت کند.

اصل زیان‌نرساندن گستره بسیار وسیعی دارد و شامل همه فعالیت‌های انسان می‌شود. با توجه به پیشرفت‌های سریع دانشمندان در رشته زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک و ظهور مخالفت‌ها و موافقت‌های فراوان پیرامون مزایا و معایب دستاوردهای مختلف این فناوری، این اصل در حوزه علوم زیستی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. مطابق این اصل مطالعات، پژوهش‌ها و فناوری‌های مربوط به انسان و محیط زیست نباید ضررهای مادی و معنوی محسوس و نامحسوس داشته باشند و منجر به نتایج زیانباری در آینده شوند (۷) و متخصصان علوم زیستی نباید به دیگران و به ویژه به استفاده‌کنندگان از خدماتشان آسیبی برسانند (۸). برخی اصل زیان‌نرسانی را مختص به انسان‌ها می‌دانند، اما گروهی معتقدند این اصل شامل محیط زیست نیز می‌شود، به این معنا که پژوهش‌های علوم زیستی نباید به گونه‌ای باشند که به محیط زیست آسیب برسانند.

کاربرد اصل زیان‌نرسانی در حوزه علوم زیستی تنها محدود به زیان‌های قطعی نیست و این اصل فقط مانع از انجام کارهای زیانبار نمی‌شود، بلکه این اصل از انجام کارهایی که زیان‌نداشتن آن‌ها مشخص نیست و یا اطمینانی نیست که سودشان از زیانشان بیشتر باشد نیز جلوگیری می‌کند (۸). بنابراین مطابق اصل زیان‌نرساندن ما نباید از فناوری‌های جدیدی که معمولاً با هدف ارتقای رفاه انسان‌ها و سودرساندن به آن‌ها پدید می‌آیند، اما زیانبارنبودن آن‌ها نامعلوم است و سود و زیانشان به درستی ارزیابی نشده، استفاده کنیم، البته باید توجه داشت که اکثر فناوری‌ها با سود و زیان‌های مختلفی همراه هستند و با موافقت‌ها و مخالفت‌های بسیاری رو به رو می‌شوند و کمتر موردی را می‌توان یافت که استفاده از یک فناوری با سود و مزایای صرف همراه باشد و ضرر و زیانی نداشته باشد، اما این امر به هیچ وجه باعث ممنوعیت استفاده از آن فناوری‌ها نیست و می‌توان با بررسی دقیق مزایا و مضرات و مدیریت صحیح معایب، از مزایای قابل توجه فناوری‌های جدید بهره جست. تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی که یکی از دستاوردهای جدید زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک است نیز از این امر مستثنا نیست و برای این فناوری هم مزایا و معایب فراوانی ذکر شده است و قضاوت درباره اخلاقی‌بودن یا نبودن استفاده از این فناوری تنها با بررسی و ارزیابی دقیق این سود و زیان‌ها ممکن است.

حل مشکل گرسنگی جهانی، بالارفتن کیفیت مواد غذایی، بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان و حفظ سلامت محیط زیست از مهم‌ترین مزایای تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند. اصلاح‌کردن ژنتیک گیاهان زراعی و جانوران مانع از خرابی و نابودی زودهنگام آن‌ها می‌شود و بازدهی محصولات آن‌ها را افزایش می‌دهد. افزایش تولید غذا به واسطه اصلاح ژنتیک گیاهان و جانوران می‌تواند دسترسی به مواد غذایی را بیشتر کند و تأثیر بسیار زیادی در حل مشکل گرسنگی جهانی داشته باشد. بالارفتن کیفیت مواد غذایی با تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی‌ای که حاوی مقادیر زیادی مواد مغذی مانند پروتئین، اسیدهای آمینه، نشاسته، کربوهیدرات، ویتأمین‌ها، آنزیم‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و... هستند، امکان‌پذیر است. به علاوه تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند با کاهش هزینه‌های تولید مانند کاهش هزینه‌های مبارزه با علف‌های هرز و آفات و افزایش تولید محصولات کشاورزی

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

وضعیت اقتصادی کشاورزان را بهبود ببخشد (۹). همچنین می‌توان از مزایای زیست‌محیطی کاشت دانه‌های اصلاح‌شده ژنتیکی برای تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی فرسایش کمتر زمین به دلیل عدم نیاز به شخم‌زدن زیاد، انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای به دلیل نیاز کمتر به علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها و احتیاج کمتر به آب را نام برد (۱۰).

تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با مخالفت‌هایی نیز رو به رو شده است و به اعتقاد برخی تولید این غذاها با اثرات زیانبار مختلفی برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست همراه است. با توجه به اختلاف نظر دانشمندان و محققان درباره ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی در ادامه برخی از مهم‌ترین دلایل موافقان و مخالفان این موضوع بررسی می‌شود.

۲. دلایل مخالفان و موافقان سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی: موافقان و مخالفان سلامت و ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای اثبات ادعای خود دلایلی ذکر می‌کنند که در ادامه این دلایل بررسی و نقد می‌شوند.

۲-۱. دلایل موافقان سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی: به اعتقاد موافقان، غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به سه دلیل توافق علمی بر ایمنی و سلامت، نتایج آزمایش‌های موردی و تجربه موفق مردم آمریکا ایمن و سالم هستند و از همین رو تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی زیانبار نیست و اصل اخلاقی زیان‌نرسانی را نقض نمی‌کند. در ادامه دلایل موافقان ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بررسی می‌شود:

۲-۱-۱. توافق علمی بر ایمنی و سلامت: اولین دلیل موافقان مطالعاتی است که با بررسی شواهد موجود، توافق علمی بر ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را نشان می‌دهند. یکی از معروف‌ترین مطالعاتی که ایمنی این غذاها را تأیید می‌کند، مربوط به اتحادیه اروپا است. اتحادیه اروپا با اختصاص بیش از ۳۰۰ میلیون یورو به تحقیقات مربوط به ارزیابی امنیت این غذاها، در گزارشی که حاصل تلاش بیش از ۱۳۰ پروژه تحقیقاتی در ۲۵ سال است و بیش از ۵۰۰ گروه مستقل در آن همکاری کرده‌اند، به این نتیجه رسیده که بیوتکنولوژی و به ویژه ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی به خودی‌خود خطرناک‌تر از نمونه اصلاح‌نشده نیستند (۱۱). همچنین سازمان بهداشت جهانی، انجمن پزشکی آمریکا، آکادمی ملی علوم آمریکا و انجمن سلطنتی انگلیس با بررسی شواهد موجود به این نتیجه دست یافته‌اند که غذاهایی که از محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی تهیه شده‌اند، خطرناک‌تر از غذاهای حاوی مواد تشکیل‌دهنده گیاهان اصلاح‌شده با تکنیک‌های معمول در بهبود گیاه نیستند و این غذاها آزمایش‌شده‌ترین محصولاتی هستند که تاکنون به مواد غذایی ما اضافه شده‌اند (۱۲).

۸۸ درصد از دانشمندان انجمن پیشبرد علوم آمریکا (The American Association for the Advancement of Science) معتقدند غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای مصارف انسانی بی‌خطرند (۱۳). Chelsea Snell & et al با مطالعه ۲۴ آزمایش، ایمنی این غذاها را ارزیابی کردند. ۱۲ آزمایش بیشتر از ۹۰ روز انجام شده بود و ۱۲ مقاله دیگر به آزمایش ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بین چند نسل از حیوانات اختصاص داشت. ارزیابی آن‌ها نشان داد که این غذاها برای سلامتی انسان‌ها بی‌خطر است و مطالعات ۹۰ روزه برای سنجش ایمنی این غذاها کافی است. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی از نظر تغذیه‌ای معادل همتایان غیر اصلاح‌شده خود هستند و برای تغذیه بسیار مناسب‌اند (۱۴). بررسی ده‌ساله تحقیقات علمی نشان می‌دهد که مصرف غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بی‌خطر است (۱۵). نتیجه مطالعات زیادی که پیرامون عملکرد رشد یا تخم‌گذاری طیوری که با غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تغذیه می‌شوند، این است که این غذاها ایمن هستند (۱۶).

به اعتقاد Andrew Bartholomaeu مدارک موجود نمی‌توانند سمی‌بودن غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را اثبات کنند (۱۷). Domingo با بررسی مقالات منتشرشده سال ۲۰۰۰ به این نتیجه رسید که سویا، گندم، برنج و ذرت اصلاح‌شده به اندازه همتایان اصلاح‌نشده بی‌خطر هستند. او دوباره در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ مقالات منتشرشده را

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

بررسی کرد و به همان نتیجه قبلی دست یافت (۱۸). در یکی از جدیدترین مطالعات، گزارش‌شده که مسمومیت‌های حاد و اثرات جانبی شدیدی برای غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی گزارش نشده است و اجماع علمی گسترده‌ای بر بی‌خطربودن خوراکی‌های اصلاح‌شده تجاری وجود دارد (۱۹). بهزاد قره‌یاضی، فوق دکترای ژنتیک گیاهی، با استناد به مدارکی که ایمنی غذاهای اصلاح‌شده را تأیید می‌کند و نادرست‌دانستن مدارک مربوط به ناسالم‌بودن این غذاها، معتقد است غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی سالم هستند (۲۰). بنابراین از نظر موافقان، ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی مسلم و مورد اجماع همه دانشمندان است.

۲-۱-۲. نتایج آزمایش‌های موردی: آزمایش‌هایی که با بررسی موردی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی سلامتی این غذاها را تأیید می‌کنند، از دیگر شواهد موافقان هستند. به عنوان نمونه در آزمایشی که گاوهای شیرده با ذرت bt(mon810) تغذیه می‌شدند، این نتیجه به دست آمد که تغذیه گاوها با این ذرت اصلاح‌شده هیچ تأثیر واضحی بر عملکرد آن‌ها نداشته است (۲۱). تحقیق دیگری به بررسی سلامت موش‌هایی که در مدت‌زمان ۱۰۴ هفته با سویای مقاوم به علف‌کش گلایفوسیت (Glyphosate) تغذیه شده بودند، پرداخت. این تحقیق نشان داد که مصرف طولانی‌مدت سویای اصلاح‌شده ژنتیکی هیچ تأثیر ظاهری نامناسبی در سلامت موش‌های صحرایی ندارد (۲۲). همچنین نتیجه آزمایشی که در آن میمون‌ها طی ۲۶ هفته با برنج تراریخته تغذیه شده بودند، نشان داد که میمون‌ها دچار هیچ‌گونه عارضه جانبی نشدند (۲۳). آزمایش نیشکر اصلاح‌شده ژنتیکی مقاوم در برابر خشکسالی و شوری نشان می‌دهد که این نیشکر سمی نیست (۲۴). آزمایش‌های بررسی سلامت انواع ذرت‌های اصلاح‌شده ژنتیکی نشان می‌دهد که این ذرت‌ها ایمن هستند (۲۷-۲۵). بنابراین آزمایش‌هایی که به ارزیابی موردی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اختصاص دارد ایمنی و سلامت این غذاها را تأیید می‌کند.

۲-۱-۳. تجربه موفق مردم آمریکا: بر اساس تجربه غذایی مردم آمریکا که تولیدکننده و مصرف‌کننده محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی هستند، این غذاها ایمن هستند. نزدیک به ۲۰ سال است که غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی در این کشور مصرف می‌شود و هیچ گزارشی مبنی بر خطرناک‌بودن این غذاها به دست نیامده است (۱۲).

بنابراین موافقان با ارائه سه دلیل توافق علمی بر ایمنی و سلامت، نتایج آزمایش‌های موردی و تجربه موفق مردم آمریکا مدعی سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند و تولید این غذاها را بی‌ضرر و هماهنگ با اصل اخلاقی زیان‌نرساندن به سلامت انسان می‌دانند.

نقد دلایل موافقان سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی: موافقان برای اثبات ادعای خود سه دلیل اقامه می‌کنند که همه آن‌ها با اشکال مواجه هستند: ۱ـ اشکال دلیل اول، یعنی توافق علمی بر ایمنی و سلامت، این است که در حال حاضر در سراسر جهان بحث‌های جنجال‌برانگیزی درباره سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی وجود دارد و همین اختلافات شدید بر عدم اجماع علمی درباره سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دلالت دارد. این ادعا که بر ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی توافق علمی وجود دارد، اساساً مردود است و شواهدی که بر توافق علمی دلالت دارند، اغلب فقط به گزارش‌های مثبت ارجاع می‌دهند و گزارش‌های منفی را نادیده می‌گیرند. بنابراین فقط برخی از دانشمندان ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را می‌پذیرند و همه آنان ایمنی و سلامت این غذاها را نمی‌پذیرند؛ ۲ـ دومین دلیل موافقان نیز خالی از اشکال نیست، زیرا اثبات زیانبارنبودن همه غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با ارائه آزمایش‌های موردی که فقط ایمن‌بودن بعضی از غذاها را اثبات می‌کنند و نادیده‌گرفتن نتایج منفی آزمایش‌های موردی درست نیست و با بررسی موارد جزیی نمی‌توان حکمی کلی کرد؛ ۳ـ آخرین دلیل موافقان نیز با مخالفت‌هایی رو به رو شده است. برای تشخیص بی‌خطربودن یک غذا باید با انجام مطالعات اپیدمیولوژیک عارضه‌نداشتن آن غذا را اثبات کرد. غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی در آمریکا کنترل و برچسب‌گذاری نمی‌شوند و بنابراین مطالعه علمی الگوهای مصرف و تأثیرات

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

این غذاها غیر ممکن است و این ادعا بی‌اساس است و پایه علمی ندارد (۲۹-۲۸). بنابراین تنها زمانی می‌توان تجربه عملی مردم آمریکا را به عنوان دلیلی بر سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی پذیرفت که این موضوع با انجام مطالعات اپیدمولوژیک اثبات شود.

بنابراین همه دلایلی که برای اثبات سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی ارائه می‌شود با اشکالاتی مواجه است و ادله موافقان برای اثبات ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی زیانبارنبودن آن‌ها کافی به نظر نمی‌رسد.

۲-۲. دلایل مخالفان سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی: مخالفان با ارائه سه دلیل عدم توافق بر ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی، نامناسب‌بودن شیوه ارزیابی و نتایج آزمایش‌های موردی، سلامت این غذاها را مردود و تولید این غذاها را برای سلامت انسان زیانبار می‌دانند. در ادامه سه دلیل مخالفان بررسی می‌شود:

۲-۲-۱. رد توافق بر ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی: از نظر مخالفان توافق علمی بر ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی مردود است. برای مثال نشریه علوم زیست‌محیطی اروپا در سال ۲۰۱۵ بیانیه‌ای چاپ کرد که ۳۰۰ پزشک آن را امضا کرده بودند و بر طبق آن فقط سهامداران شرکت‌های بیوتکنولوژی درباره سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی توافق دارند و این ادعا که سازمان‌های علمی و دولتی بر بی‌خطربودن غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی توافق دارند و یا این ادعا که این غذاها از غذاهای معمولی خطرناک‌تر نیستند، صحیح نیست. این بیانیه به علت کمبود و تناقض شواهد علمی منتشرشده، نتیجه می‌گیرد که نمی‌توان درباره سلامت یا عدم سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی نظر قطعی داد. طبق این بیانیه تعداد اندکی از مطالعات مستقل، ایمنی مواد غذایی اصلاح‌شده ژنتیکی را بررسی می‌کنند و برخی از همین مطالعات اندک هم علائم مسمومیت را نشان می‌دهند و هیچ آزمایشی به منظور بررسی سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بر روی جمعیت‌های انسانی انجام‌نشده است (۲۸).

۲-۲-۲. نامناسب‌بودن شیوه ارزیابی: مخالفان شواهد و مدارکی که ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را تأیید می‌کنند، کافی نمی‌دانند. به اعتقاد آنان آزمایش‌هایی که ایمنی محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی را بررسی می‌کنند، بسیار اندک‌اند و بیشتر به وسیله شرکت‌های تولیدکننده غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی انجام می‌شوند، ولی منتشر نمی‌شوند. اثبات ایمنی و سلامت محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی منافع مالی بسیار زیادی برای شرکت‌های تولیدکننده غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دارد و به همین دلیل، مخالفان در بی‌طرفی این شرکت‌ها در انتشار این مطالعات شک و تردید می‌کنند (۳۰). علاوه بر این، تعداد حیوانات مورد آزمایش اندک‌اند و آزمایش‌هایی که انجام می‌شوند کوتاه‌مدت هستند و بر پایه اصل برابری بنیادین انجام می‌شود. بررسی روند این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که دوره زمانی تعداد کمی از آزمایش‌ها به بیش از ۹۰ روز رسیده است. در صورتی که بی‌خطربودن و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی زمانی ثابت می‌شود که یک جمعیت زیاد در مدت‌زمان طولانی از این غذاها تغذیه کنند و سالم بمانند (۳۱). به عقیده Carman و همکارانش ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی باید مانند ایمنی داروها ارزیابی شود و علاوه بر این به اثرات ناخواسته این غذاها هم باید توجه کرد و با توجه به اینکه جمعیت‌های بسیار زیادی از انسان‌ها و حیوانات در معرض استفاده از این غذاها هستند، به نظر می‌رسد که حتی احتمال بروز عوارض جانبی اندک هم قابل توجه است (۳۲).

مخالفان شیوه ارزیابی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را نامطلوب می‌دانند. شرکت‌های بیوتکنولوژی و همکارانشان با این مبنا که بین غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و غذاهای معمولی تفاوتی نیست سلامت و ایمنی غذاها را بررسی می‌کنند. اداره غذا و داروی آمریکا (FDA: Food and Drug Administration) مسئولیت تضمین ایمنی مواد غذایی جدید را بر پایه «اصل برابری بنیادین» به تولیدکنندگان واگذار کرده است. مطابق این اصل اگر ترکیب و ویژگی‌های تغذیه‌ای یک غذای جدید به طور قابل ملاحظه‌ای با یک غذای موجود برابر باشد، می‌توان با

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

آن مانند یک غذای متعارف برخورد کرد. در اسناد این اداره هیچ آزمایشی که در آن انسان‌ها یا حیوانات از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تغذیه کرده باشند، یافت نمی‌شود (۳۱). مفهوم این اصل این است که غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اساساً با غذاهای معمولی برابر هستند و همانطور که ارزیابی ایمنی غذاهای معمولی ضرورت ندارد ارزیابی ایمنی این غذاها هم لازم نیست. با توجه به همین اصل است که با غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی مانند افزودنی‌های طبیعی غذایی برخورد می‌شود و در نتیجه ایمنی و سلامت آن‌ها آزمایش نمی‌شود (۳۰).

مخالفان تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی معتقدند با مساوی‌دانستن غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و غذاهای معمولی نمی‌توان به صورت صحیح، سلامت و ایمنی محصولات تراریخته را ارزیابی کرد. Erik Millstone و همکاران معتقدند استفاده از اصل برابری بنیادین برای اثبات ایمنی غذاهای تراریخته کافی نیست (۳۳). Anita Bakshi معتقد است محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی و معمولی در ژنوم، پروتئوم و متابولوم برابر نیستند (۳۴). José L Domingo استفاده از اصل برابری بنیادین برای تضمین ایمنی گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی را نگران‌کننده می‌داند و می‌پرسد چرا باید فرض کنیم دو گیاه با ظرفیت‌های غذایی مشابه، خطرات مشابهی دارند؟ چرا با وجود اختلاف در مورد ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اطلاعات منتشرشده بسیار کم هستند (۳۵)؟

اتحادیه اروپا برای ارزیابی ایمنی مواد غذایی جدید از «اصل پیشگیری» استفاده می‌کند. بنابراین اصل، اثبات ایمنی این غذاها قبل از ورود به بازار ضروری است. از سال ۲۰۰۲ اداره ایمنی مواد غذایی اروپا (EFSA: European Food Safety Authority) خطرات مواد غذایی جدید را ارزیابی می‌کند. فرایند ارزیابی محصولات تراریخته در EFSA به طور عمده با راهنمایی‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) (FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations)، سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (پاریس) و سازمان بهداشت جهانی (WHO: World Health Organization) انجام می‌شود. مخالفان به ارزیابی ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی توسط اتحادیه اروپا نیز انتقاد دارند، زیرا بیشتر این اطلاعات توسط شرکت‌های تولیدکننده غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی ارائه شده است (۳۱). دستورالعمل‌های آزمایش سمی‌بودن غذا باید مطابق با دستورالعمل‌های آزمایش داروها و حتی بهتر از آن‌ها باشد به دلیل اینکه غذا توسط همه انسان‌ها مصرف می‌شود. بنابراین مخالفان معتقدند بررسی ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی توسط اداره غذا و داروی آمریکا و اداره ایمنی مواد غذایی اروپا دقیق و مورداطمینان نیستند (۳۶).

۲-۲-۳. نتایج منفی آزمایش‌های موردی: مخالفان با ارائه آزمایش‌های متعددی نشان می‌دهند تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی نتایج نامطلوبی را در پی داشته است. بروز بیماری‌های مختلف، حساسیت‌زابودن، ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک و تشدید استفاده از علف‌کش‌ها از پیامدهای نامطلوب تولید و مصرف غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی است:

- **بروز بیماری‌ها:** آزمایش‌هایی که پیامدهای نامطلوب مصرف غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را نشان می‌دهند از مهم‌ترین دلایل عدم قبول سلامت این غذاها هستند. نتایج اغلب معدود مطالعاتی که انجام شده است نشان می‌دهند که غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دارای برخی اثرات سمی هستند و ممکن است باعث ایجاد بیماری‌های کبدی و کلیوی شوند و پارامترهای خون‌شناسی، بیوشیمیایی و... را تغییر دهند. Artemis Dona معتقد است ممکن است مقادیر کمی از DNA مصرف‌شده در فرایندهای گوارشی تجزیه نشود و وارد جریان خون شود (۳۶). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۵ غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای سلامت و رشد انسان خطر دارند و ورود ژن‌های خارجی به غذا می‌تواند باعث به وجودآمدن تغییرات غیر قابل پیش‌بینی شود (۳۷). مؤسسه آمریکایی طب زیست‌محیطی در سال ۲۰۰۶ بیان کرد که مطالعات صورت‌گرفته بر روی آزمایش‌های حیوانات نشان می‌دهد که مصرف غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی باعث نازایی، پیری زودرس و سقط جنین می‌شود (۳۸). بر اساس

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

نظریه‌های موجود ممکن است انتقال مواد ژنتیکی جدید به سلول‌های هدف موفقیت‌آمیز نباشد یا مواد ژنتیکی جدید به نقطه‌ای غیر از نقطه هدف متصل شوند. همچنین ممکن است ژن جدید به طور ناخواسته باعث فعالیت ژن مجاوری شود که در حالت عادی غیر فعال است یا با تغییر یا مهار عملکرد ژن‌های مختلف منجر به جهش‌های ژنتیکی غیر منتظره‌ای شود (۳۹).

در آگوست سال ۱۹۹۸ یک محقق بریتانیایی ـ مجارستانی به نام Árpád Pusztai برای اولین‌بار سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را رد کرد. او در نتیجه آزمایش بر روی موش‌های جوانی که از سیب‌زمینی‌های اصلاح‌شده ژنتیکی حاوی پروتئین لکتین تغذیه شده بودند، کشف کرد که رژیم غذایی حاوی سیب‌زمینی اصلاح‌شده بر روی قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش موش اثرات منفی گذاشته است، واکنش ایمنی موش‌ها را کاهش داده و رشد آن‌ها را متوقف کرده است (۴۰). همچنین وی در مورد آزمایش‌های نامناسب غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هشدار داد و نتایج تحقیقاتش را در تلویزیون ارائه کرد، اما طولی نکشید که از کار اخراج شد و دیسکتش مصادره شد. در ماه اکتبر همان سال یک هیأت‌علمی از روش‌های آزمایشی او انتقاد کرد، اما قبل از این انتقاد Pusztai به شهید مخالفان غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی مشهور شده بود (۴۱).

دومین محققی که در سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تردید کرد، Gilles-ric Seraralini، سم‌شناس و بیولوژیست مولکولی، بود. او طی مدت ۲ سال ذرت مقاوم به علف‌کش Roundup شرکت Monsanto را به گروهی از موش‌ها خوراند. پس از گذشت ۴ ماه از این آزمایش در موش‌ها تومورهای سرطانی دیده شد و پس از دو سال این تومورها بسیار زیاد شدند. صدمات اعضای بدن و مرگ و میر موش‌های تغذیه‌شده از نتایج دیگر این تحقیق بود. نتیجه این مطالعه در مقاله‌ای از سوی Seraralini در نشریه «سم‌شناسی غذایی و شیمیایی» در ۲۰۱۲ منتشر شد (۴۲). Judy Carman محقق پزشکی استرالیا، یکی دیگر از محققانی است که عدم سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را نشان داد. Carman طی آزمایشی متوجه شد خوک‌هایی که با رژیم غذایی اصلاح‌شده ژنتیکی تغذیه شدند رحم سنگین‌تر و میزان بالاتری از التهاب شدید معده داشتند. او معتقد است به دلیل مشابهت دستگاه گوارش انسان و خوک، انسان‌ها باید در خوردن این غذاها احتیاط کنند (۴۳). Carman و همکارانش در مطالعه دیگری با بررسی شواهد مربوط به ایمنی محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی نتیجه می‌گیرند که اکثر آزمایش‌هایی که سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را تأیید می‌کنند در ارائه روش و نتایج فاقد یک رویکرد شفاف و یکپارچه هستند و همین امر موجب غیر ممکن‌شدن بررسی و تکرار صحیح آن‌ها می‌شود (۴۳).

Carman و همکارانشان در مطالعه دیگری انواع ذرت اصلاح‌شده ژنتیکی مقاوم در برابر حشرات و علف‌کش‌ها را به مدت ۶ ماه بر روی موش‌های صحرایی آزمایش کردند و به این نتیجه رسیدند که ممکن است این ذرت‌ها بر مخاط معده موش اثر بگذارد و در صورت استفاده انسان، سلامت وی را نیز به خطر بیندازد (۴۴).

ـ حساسیت‌زابودن: از دیگر نگرانی‌های مربوط به ایمنی و سلامت غذاهای تراریخته حساسیت‌زابودن این غذاها است. حدود بیست سال است که پیرامون این مسأله بحث می‌شود (۴۵). این نگرانی وجود دارد که ویژگی‌های آلرژیک از منبعِ دهنده ژن به گیاه یا حیوان دریافت‌کننده منتقل شود. در تولید بسیاری از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی از میکروارگانیسم‌هایی استفاده می‌کنند که اثرات حساسیت‌زای آن‌ها نامشخص یا غیر قابل آزمایش است. همچنین ژن‌هایی که از منابع غیر غذا و ترکیبات ژنی جدید تولید می‌شوند، می‌توانند واکنش‌های آلرژیک را ایجاد یا تشدید کنند (۳۷). یکی از شواهدی که حساسیت‌زابودن غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را تأیید می‌کند، مربوط به سویاهای اصلاح‌شده ژنتیکی است. شرکت بین‌المللی Pioneer که در حال حاضر متعلق به DuPont است، برای افزایش پروتئین خوراک حیوانات خود ژن‌های آجیل برزیلی را وارد سویا کرد. این تغییر ژن، باعث بروز حساسیت در مصرف‌کنندگانی شد که به

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

آجیل برزیلی حساسیت داشتند (۴۶). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که پروتئین بیان‌شده در دانه لوبیا به منظور افزایش سیستئین و متیونین بسیار حساسیت‌زا است (۴۷). نمونه دیگری برای حساسیت‌زابودن ذرت Star Link است که آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا آن را حساسیت‌زا دانسته و در سال ۱۹۹۸ این ذرت برای خوراک انسان ممنوع شده است (۴۵).

ـ ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک: مقاومت بدن انسان و حیوان در برابر آنتی‌بیوتیک از دیگر نگرانی‌های مربوط به این موضوع است. برای انتقال ژن از یک موجود به موجود دیگر از ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک به عنوان ژن‌های نشانگر استفاده می‌شود که ممکن است در جریان این انتقال، مقاومت به آنتی‌بیوتیک به حیوانات و انسان‌ها منتقل شود (۳۷). بر اساس گزارش‌های انجمن پزشکی انگلستان امکان انتقال ژن‌های نشانگر مقاومت آنتی‌بیوتیک از محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی به میکروب‌های عامل بیماری در دستگاه گوارش وجود دارد (۴۷).

ـ سمی بودن ناشی از استفاده شدید از علف‌کش‌ها: مخالفان معتقدند کاشت گیاهان مقاوم به علف‌کش باعث تشدید استفاده از علف‌کش‌ها می‌شوند. بیشتر گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی مقاوم به علف‌کش Glyphosate هستند. علف‌کش Glyphosate پرمصرف‌ترین علف‌کش در سرتاسر جهان است. کنترل علف‌های هرز، کنترل پوشش گیاهی، کمک به برداشت محصول از کاربردهای این علف‌کش است. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان در مارس سال ۲۰۱۵ به این نتیجه رسید که این علف‌کش و فرمولاسیون آن احتمالاً در انسان سرطان‌زاست. نتیجه‌گیری این آژانس باعث شد که اتحادیه اروپا اطلاعات موجود را بررسی کند و فائو و سازمان جهانی بهداشت هم در سال ۲۰۱۶ در نشست مشترکی به بررسی این موضوع پرداختند. اتحادیه اروپا و نشست مشترک فائو و سازمان جهانی بهداشت به این نتیجه رسیدند که با توجه به اطلاعات موجود خطر ابتلا به سرطان بعید است و احتمالاً استفاده از دوز بالای Glyphosate در آزمایش آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان آنان را به این نتیجه رسانده است، اما به نتیجه‌گیری مقامات اروپایی و نشست مشترک فائو و سازمان جهانی بهداشت اعتراض شده است (۴۸). اتحادیه اروپا در ارزیابی سرطان‌زابودن غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بسیاری از اسناد را نادیده می‌گیرند و به صورت غیر قابل‌توجیهی ادعا می‌کنند که در آزمایش آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان از دوز بالای Glyphosate استفاده شده است. برخلاف ارزیابی اتحادیه اروپا استفاده صحیح از روش‌های آماری نشان می‌دهد که احتمالاً Glyphosate سرطان‌زاست (۴۹). برخی از محققان معتقدند اگرچه شواهد موجود سرطان‌زابودن گلایفوسیت را تأیید می‌کنند، اما برای ارزیابی بهتر اثرات Glyphosate به آزمایش‌ها بیشتری نیاز است (۵۰).

بنابراین مخالفان با ارائه مدارک و شواهد متعددی که تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را زیانبار می‌دانند در ایمنی و سلامت این غذاها تردید می‌کنند.

۳. نقد دلایل مخالفان سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی

: مخالفان برای اثبات آسیب‌زابودن تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دلایل متقنی ارائه نمی‌کنند. اشکال بر دلیل اول این است که نهایت چیزی که می‌توان از دلیل عدم توافق بر ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دریافت این است که دانشمندان درباره ایمنی و سلامت این غذاها اختلاف نظر دارند، اما دلیل فوق نمی‌تواند درستی مدعای دانشمندان مخالف و زیانباربودن تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را اثبات کند. عدم توافق بر ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی الزاماً به معنای ناایمن‌بودن این محصولات نیست و ممکن است شواهد و مدارک دانشمندان مخالف ایمنی و سلامت کافی و متقن نباشد؛ اشکال دلیل دوم، یعنی نامناسب‌بودن شیوه ارزیابی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی وجود سوابق معتبر در جهان پیرامون سلامت غذاها یک رویه فنی و حقوقی پذیرفته‌شده در سطح ملی و بین‌المللی است و حتی در عرصه دارویی نیز از دستورالعمل‌های سازمان غذا و داروی آمریکا بهره گرفته

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

می‌شود. اگر ما به دلیل نامناسب‌بودن شیوه ارزیابی سازمان غذا و داروی آمریکا یا اروپا ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را رد کنیم، باید ایمنی و سلامت بسیاری از غذاها و داروها را نپذیریم و تولید آن‌ها را هم زیانبار بدانیم، در حالی که هیچ‌کس به این امر ملتزم نیست.

اشکال دلیل نتایج منفی آزمایش‌های موردی این است که برخی از آزمایش‌هایی که به عنوان مؤید این دلیل ذکر شده‌اند مورد انتقاد واقع شده‌اند. برای مثال آژانس ایمنی مواد غذایی اروپا (افسا) مطالعه سرالینی را به دلیل طراحی، تحلیل و گزارش نامناسب رد کرد و این مقاله در سال ۲۰۱۳ از نشریه «سم‌شناسی غذایی و شیمیایی» حذف شد (۵۱). در نقد مطالعات کارمن و همکارانش نیز گفته شده که آن‌ها بسیاری از تحقیقات مربوط به سم‌شناسی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را مردود و مطالعات بافت‌شناسی را لازم دانسته‌اند، اما از نقد مطالعه خود درباره خوک‌ها خودداری کرده‌اند. این در حالی است که این مطالعه نیز فاقد بررسی‌های بافت‌شناسی است (۵۲). آژانس قانونی مستقل استانداردهای غذایی استرالیا و نیوزلند (FSANZ: Food Standards Australia - New Zealand) در سال ۲۰۱۳ از آزمایشی که Carman و همکارانش بر روی خوک‌ها انجام داده بودند، انتقاد کرد. این آژانس ضعف آزمایش خوک‌ها را در تشخیص التهاب به دلیل قرمزی ظاهری و بدون تأییدیه‌های بافت‌شناسی و میکروسکوپی دانست و گفت تشخیص التهاب به وسیله رنگ دلیل قانع‌کننده‌ای نیست (۵۳)، البته دلیل متقنی بر رد بعضی از آزمایش‌ها و مطالعاتی که نشان‌دهنده اثرات منفی و نامطلوب غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند، وجود ندارد و همین آزمایش‌ها می‌توانند مؤیدی بر عدم ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی باشند.

بحث

تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی یک مسأله بسیار جنجال‌برانگیز در سراسر جهان است. بی‌شک مهم‌ترین مسأله تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی این است که آیا تولید این غذاها با اصول اخلاقی هماهنگ است یا خیر (۵۴)؟ اخلاقی‌بودن تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تنها زمانی اثبات می‌شود که ارزیابی سود و زیان این فناوری نشان دهد مزایای تولید این غذاها بیشتر از مضراتشان است (۵۵).

تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند پایان بخش برخی از مهم‌ترین مشکلات مربوط به حوزه غذا و محیط زیست باشد. امنیت غذایی کشورهایی که به دلیل وجود آب و هوای نامناسب و آفات کشاورزی قادر به تولید غذای مورد نیاز خود نیستند با تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی تأمین می‌شود. برطرف‌شدن معضلات غذایی کشورهای در حال توسعه با تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی امکان‌پذیر است. افزایش بازده محصولات کشاورزی، افزایش تولید مواد غذایی در جهان، کاهش هزینه‌های تولید غذا، بهبود وضعیت اقتصادی و معیشت کشاورزان، کاهش گرسنگی جهانی، کاهش سوءتغذیه، تأمین امنیت غذایی در جهان، بالارفتن ارزش و کیفیت مواد غذایی، کاهش وابستگی به آفت کش‌ها و علف‌کش‌های شیمیایی و... برخی از مهم‌ترین مزایای تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی هستند (۵۶).

از سوی دیگر، تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با خطرات سلامتی و زیست‌محیطی نیز همراه است، اگرچه شواهد علمی کافی، قطعی و مطمئن برای اثبات عدم سلامت و ایمنی غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی وجود ندارد، اما دلایل متعدد و شواهد منطقی نشان می‌دهد که استفاده از غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی می‌تواند عوارضی جدی برای سلامت انسان و محیط زیست به وجود آورد. بروز انواع بیماری‌ها، ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک، سمی‌بودن ناشی از استفاده زیاد از علف‌کش‌ها و حساسیت‌زابودن مهم‌ترین خطراتی هستند که می‌توانند سلامت انسان را تهدید کنند. پوشیده‌شدن زمین‌های کشاورزی از علف‌های هرز، تهاجم به زیستگاه‌های دیگر، توانایی انتقال و جریان ژن به گونه‌های وحشی خویشاوند، تأثیر بر ارگان‌های غیر هدف و تأثیر بالقوه بر تنوع زیستی نیز از جمله مهم‌ترین خطرهای احتمالی مربوط به محیط زیست است (۵۸-۵۷).

تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با مزایا و فواید احتمالی قابل توجهی همراه است، اما درباره مضرات استفاده از این فناوری

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

مسائل ناشناخته بسیار زیادی وجود دارد و درباره ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای انسان و محیط زیست اطمینانی نیست. وجود خطرات احتمالی در تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و فقدان قطعیت علمی درباره وقوع این خطرات زمینه را برای به کارگیری اصل احتیاط فراهم می‌آورد، زیرا مطابق این اصل هنگامی که تصور می‌شود یک فناوری برای سلامت انسان مضراتی دارد که از نظر علمی احتمالی و نامعلوم، اما معقول هستند، باید اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه را لحاظ کرد (۵۹).

در مورد میزان ضرری که برای اجرای اصل احتیاط لازم است اتفاق نظری وجود ندارد. طبق نظر برخی ضرر باید جدی یا غیر قابل برگشت باشد. آسیب بالقوه‌ای که تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی ممکن است برای سلامت انسان و محیط زیست ایجاد کند، جدی و غیر قابل برگشت است، زیرا محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی بسیار تهاجمی هستند و می‌توانند به سرعت در محیط انتشار پیدا کنند و با توجه به استفاده همگانی و گسترده غذا توسط انسان‌ها مصرف این غذاها ممکن است موجب بروز بیماری‌های مختلفی در بسیاری از انسان‌ها شود، اما برخی دیگر صرف وجود اثرات نامطلوب و ضررهای احتمالی را برای اجرای اصل احتیاط کافی می‌دانند (۶۰). عدم قطعیت علمی کامل درباره مضرات غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی دلیل مناسبی برای تولید و رشد بدون کنترل تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی نیست، زیرا با توجه به دشواری‌ها و هزینه‌های بسیار زیاد نظارت بر تأثیر غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی بر سلامت انسان و محیط زیست ممکن است سال‌ها طول بکشد تا این غذاها آسیب‌های خود را نشان بدهند و عدم محافظت از افراد و محیط زیست در این مدت ممکن است موجب بروز اثرات نامطلوبی شود. اصل احتیاط به جای پیگیری و حل مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی به دنبال حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست است.

کاربرد اصل احتیاط در زمینه تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به حداقل‌رساندن مضرات احتمالی برای سلامت انسان و محیط زیست و حفظ مزایای احتمالی است (۵۶). بر این اساس اجرای اصل احتیاط در تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی به معنای عدم اقدام و ممنوعیت تولید نیست، بلکه مطابق این اصل باید معایب و مخاطرات احتمالی این فناوری را به طرزی صحیح مدیریت کرد. نسخه‌های دقیق‌تر این اصل مستلزم آن است که طرفداران و موافقان یک فناوری اثبات کنند، فعالیتشان ایمن و بی‌ضرر است و تأثیر نامطلوبی بر سلامت انسان و محیط زیست نخواهد داشت، البته باید در نظر داشت کاربرد بسیاری از فناوری‌ها با انواعی از ضررها به همراه است، اما خطر بعضی از این فناوری‌ها بیشتر از بقیه است و نیاز به مدیریت و کنترل بیشتری دارد (۶۰).

نتیجه‌گیری

غذا یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین نیازهای انسان برای زنده‌ماندن و بقا است. نیاز همگانی و دائمی انسان به غذا ضرورت توجه به ایمنی و سلامت غذاهای جدید را افزایش می‌دهد. بحث درباره ایمنی و سلامت غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی از زمان تولید این غذاها آغاز شده و تا امروز ادامه دارد و در این‌باره اختلاف نظرهای شدیدی وجود دارد. هر یک از موافقان و مخالفان ایمنی و سلامت تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای اثبات مدعای خود دلایلی اقامه کرده بودند که بر برخی از این دلایل اشکالاتی وارد بود. بنابراین به دلیل اینکه پژوهشگران و متخصصان علمی این عرصه هنوز پیرامون نتایج فنی اثبات این موضوع دارای اتفاق نظر نیستند، نمی‌توان با شواهد و مدارک موجود به طور قطع زیانباربودن یا نبودن تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی را اثبات کرد و هماهنگی یا عدم هماهنگی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی با اصل اخلاقی زیان‌نرسانی را سنجید؛ البته در برخی از آزمایش‌ها به امکان و احتمال عدم سلامت و ایمنی تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی اشاره شده است که زمینه را برای اتخاذ اقدامات احتیاطی فراهم می‌کند. به نظر می‌رسد نمی‌توان حکمی کلی درباره زیان‌نرساندن همه غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی صادر کرد، چون با موارد جزیی و استقرای ناقص

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

نمی‌توان حکمی کلی کرد، در نتیجه باید از حکم کلی درباره زیانمندبودن یا نبودن همه غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی پرهیز کرده و به صورت موردی حکم کرد. اگر دلایل قانع‌کننده‌ای بر زیانمندبودن یا نبودن غذای اصلاح‌شده ژنتیکی خاصی اقامه شد، تنها در همان مورد می‌توان به نادرستی یا درستی تولید آن حکم کرد. با توجه به ابهام درباره ایمنی و سلامت تولیدغذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی برای انسان و محیط زیست، این غذاها بهترین کاندیدا برای کاربرد اصل احتیاط هستند. دانش علمی کنونی برای ارزیابی دقیق خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی تولید غذاهای اصلاح‌شده کافی نیست و بر اساس وضعیت فعلی دانش، به کارگیری اصل احتیاط جهت به حداقل‌رساندن خطرات تولید غذاهای اصلاح‌شده ژنتیکی و حفظ مزایای آن ضروری است.

مشارکت نویسندگان

مریم‌السادات رضوی: نگارش و تألیف مقاله.

علیرضا آل بویه: راهنمایی و نظارت بر نگارش مقاله.

نویسندگان نسخه نهایی را مطالعه و تأیید نموده و مسئولیت پاسخگویی در قبال پژوهش را پذیرفته‌اند.

تشکر و قدردانی

ابراز نشده است.

تضاد منافع

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

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.

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

References

1. Künnemann R, Epal-Ratjen S. The right to food: A resource manual for NGOs. New York: American Association for the Advancement of Science, Science and Human Rights Programme; 2004. p.69.

2. Askari M. The effect of transgenic plants on human health through biomedical drugs and foods. Journal of Biosafety. 2013; 2(6): 153-159. [Persian]

3. Shahadati Moghaddam Z. Transgenic tracking methods. Tehran: Sepehr; 1999. p.10. [Persian]

4. Bawa A, Anilakumar K. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns: A review. Journal of Food Science and Technology. 2013; 50(6): 1035-1046.

5. Vaughn L. Bioethics: Principles, issues and cases. New York: Oxford University Press; 2010. p.5.

6. Jahn W. The 4 basic ethical principles that apply to forensic activities are respect for autonomy, beneficence, nonmaleficence and justice. J Chiropr Med. 2011; 10(3): 225-226.

7. Alsan M. Principles of Bioethics. Tahghighate Hoghoghi. 2007; 137(45): 153-183. [Persian]

8. Gabbaran M. Convergence of bioethics principles in the field of research with Islamic approach. Research Quarterly in Islamic Ethics. 2018; 11(41): 89-106. [Persian]

9. Razavi M, Alebouye A. Genetically modified foods and principle beneficence. Ethical Reflections. 2021; 2(1): 26-44. [Persian]

10. Mohammadi S, Yazdanpanah M. Benefits and Considerations of Transgenic Plants. Journal of Biosafety. 2013; 6(2): 123-132. [Persian]

11. Economidis I, Cichocka D, Högel J. A decade of EU-funded GMO research (2001-10). European Union: Publications Office; 2010. p.15-16.

12. American Medical Association. Report 2 of the Council on Science and Public Health: Labeling of Bioengineered Foods. 2012; 20: 245-315.

13. Fernbach PM, Light N, Scott SE, Inbar Y, Rozin P. Extreme opponents of genetically modified foods know the least but think they know the most. Nat Hum Behav. 2019; 3(3): 251-256.

14. Snell C, Bernheim A, Bergé JB, Kuntz M, Pascal G, Paris A, et al. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review. Food Chem Toxicol. 2012; 50(3-4): 1134-1148.

15. Nicolia A, Manzo A, Veronesi F, Rosellini D. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. Crit Rev Biotechnol. 2014; 34(1): 77-88.

16. Tufarelli V, Selvaggi M, Dario C, Laudadio V. Genetically modified feeds in poultry diet: Safety, performance and product quality. Crit Rev Food Sci Nutr. 2015; 55(4): 562-569.

17. Bartholomaeus A, Parrott W, Bondy G, Walker K. The use of whole food animal studies in the safety assessment of genetically modified crops: Limitations and recommendations. Crit Rev Toxicol. 2013; 43(sup2): 1-24.

18. Domingo JL. Safety assessment of GM plants: An updated review of the scientific literature. Food Chem Toxicol. 2016; 95: 12-18.

19. Blair R, Regenstein JM. GM food and human Health. In: Andersen V. Genetically Modified and Irradiated Food. American: Academic Press; 2020. p.84-85.

20. Mohsenpoor M, Kahak S, Ghareh-yazi B. Genetic Engineering and Food Security. Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 2018; 3(2): 195-208. [Persian]

21. Steinke K, Guertler P, Paul V, Wiedemann S, Ettle T, Albrecht C, et al. Effects of long-term feeding of genetically modified corn (event MON810) on the performance of lactating dairy cows. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2010; 94(5): e185-e193.

22. Sakamoto Y, Tada Y, Fukumori N, Tayama K, Ando H, Takahashi, et al. A 104-week feeding study of genetically modified soybeans in F344 rats. Shokuhin Eiseigaku Zasshi. 2008; 49(4): 272-282.

23. Domon E, Takagi H, Hirose S, Sugita K, Kasahara S, Ebinuma H, et al. 26-Week oral safety study in macaques for transgenic rice containing major human T-cell epitope peptides from Japanese cedar pollen allergens. J Agric Food Chem. 2009; 57(12): 5633-5638.

24. Bhatti F, Asad S, Khan QM, Mobeen A, Iqbal MJ, Asif M. Risk assessment of genetically modified sugarcane expressing AVP1 gene. Food Chem Toxicol. 2019; 130: 267-275.

25. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (EFSA GMO Panel), Naegeli H, Bresson JL, Dalmay T, Dewhurst IC, Epstein MM, Firbank LG, Guerche P, Hejatko J, Moreno FJ, Mullins E. Assessment of genetically modified maize Bt11× MIR162× MIR604× 1507× 5307× GA21 and subcombinations, for food and

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

feed uses, under Regulation (EC) No 1829/2003 (application EFSA-GMO-DE-2011-103). EFSA Journal. 2019;17(4):e05635.

26. Naegeli H, Bresson JL, Dalmay T, Dewhurst IC, Epstein MM, Firbank LG, Guerche P, Hejatko J, Moreno FJ, Mullins E. Assessment of genetically modified maize MON 89034× 1507× MON 88017× 59122× DAS-40278-9 and subcombinations independently of their origin for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003 (application EFSA-GMO-NL-2013-113). EFSA Journal. 2019;17(1):e05521.

27. Naegeli H, Bresson JL, Dalmay T, Dewhurst IC, Epstein MM, Firbank LG, Guerche P, Hejatko J, Moreno FJ, Mullins E. Assessment of genetically modified maize MON 89034× 1507× NK603× DAS-40278-9 and subcombinations independently of their origin for food and feed uses, import and processing, under Regulation (EC) No 1829-2003 (application EFSA-GMO-NL-2013-112). EFSA Journal. 2019;17(1):e05522.

28. Hilbeck A, Binimelis R, Defarge N, Steinbrecher R, Székács A, Wickson F, et al. No scientific consensus on GMO safety. Environ Sci Eur. 2015; 27(1): 1-6.

29. "Transgenic Plants, Do's and Don'ts" Symposium. Schools of Agriculture and Natural Resources web site. https://www.utcan.ut.ac.ir/fa/news/970. [Persian]

30. Engdahl W. Seeds of Destruction: The Hidden Agenda of Genetic Manipulation. Tranlated by Daliri GH. 1st ed. Tehran: Ghoghnoos; 2010. p.24. [Persian]

31. DeFrancesco L. How safe does transgenic food need to be? Nat Biotechnol. 2013; 31(9): 794-802.

32. Carman J, Zdziarski I, Edwards J, Haynes J. GM crops and the rat digestive tract: A critical review. Environ Int. 2014; 73: 423-433.

33. Millstone E, Brunner E, Mayer S. Beyond substantial equivalence. Nature. 1999; 401(6753): 525-526.

34. Bakshi A. Potential Adverse Health Effects of Genetically Modified Crops. J Toxicol Env Heal B. 2003; 6(3): 211-225.

35. Domingo JL. Toxicity studies of genetically modified plants: A review of the published literature. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007; 47(8): 721-733.

36. Artemis D, Arvanitoyannis I. Health risks of genetically modified foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2009; 49(2): 164-175.

37. Ozkok GA. Genetically Modified Foods and the Probable Risks on Human Health. Int J Nutr Food Sci. 2015; 4(3): 356-363.

38. Abbasi M, Razmkhah N, Heydari B. GM food products and toward challenges from the perspective of bioethics and right to food. Akhlaq-i zisti, i.e., Bioethics Journal. 2014; 4(12): 131-164. [Persian]

39. Hashemi M, Shogaossadati S. Genetically Modified Foods: Opportunities and Challenges. Food Science & Technology. 2010; 7(1): 89-102. [Persian]

40. Ewen SW, Pusztai A. Health risks of genetically modified foods. The Lancet. 1999; 354(9179): 684.

41. Árpád Pusztai. Wikipedia web site. Available at: https://www.en.wikipedia.org.

42. Séralini G, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, et al. Retracted: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. Fd Chem. 2012; 50(11): 4221-4231.

43. Carman JA, Vlieger HR, Ver Steeg LJ, Sneller VE, Robinson GW, Clinch-Jones CA, et al. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. J Org Syst. 2013; 8(1): 38-54.

44. Carman JA, Zdziarski IM, Edwards JW. Histopathological Investigation of the Stomach of Rats Fed a 60% Genetically Modified Corn Diet. Int J Food Sci Nutr. 2018; 9(06): 763-796.

45. Compton J, Fanning JB, Nickels AS. Genetically modified products and food allergy: Beliefs, evidence and opportunity. Ann Allergy Asthma Immunol. 2017; 119(3): 198-199.

46. Dona A, Arvanitoyannis IS. Health risks of genetically modified foods. Crit Rev Food Sci Nutr. 2009; 49(2): 164-175.

47. 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.

48. Tarazona JV, Tiramani M, Reich H, Pfeil R, Istace F, Crivellente F. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: A review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. Arch Toxicol. 2017; 1(8): 2723-2743.

49. Clausing 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.

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.

50. Kogevinas M. Probable carcinogenicity of glyphosate. British Medical Journal Publishing Group. 2019; 365(1613): 1-2.

51. Robinson C, Holland N, Leloup D, Muilerman H. Conflicts of interest at the European Food Safety Authority erode public confidence. J Epidemiol Community Health. 2013; 67(9): 717-720.

52. Fluegge K. GM crops and the rat digestive tract: A critical review. Environ Int. 2015; 84: 213-214.

53. Reply food standards australia newzealand gmo diet pig study. GMO Judy Carman Web site. Available at: https://www.gmojudycarman.org/reply-food-standards-australia-new-zealand-gmo-diet-pig-study. Updated Apr 17, 2015.

54. Varzakas T, Tzanidis T. Genetically modified foods: Risk assessment, legislation, consumer behavior, and ethics. In: Richard K .Encyclopedia of Food and Health. USA: Academic Press; 2014. p.204-210.

55. Dizon F ,Costa S, Rock C, Harris A, Husk C, Mei J. Genetically Modified (GM) Foods and Ethical Eating. Journal of Food Science. 2016; 81(2): 87-91.

56. Guida A. The precautionary principle and genetically modified organisms: A bone of contention between European institutions and member states. Journal of Law and the Biosciences. 2021; 8(1): 1-42.

57. Paull J. Genetically modified organisms (GMOs) as invasive species. Journal of Environment Protection and Sustainable Development. 2018; 4(3): 31-317.

58. Clark EA. Environmental risks of genetic engineering. Euphytica. 2006; 148(1): 47-60.

59. Abbasi M, Akrami F. From Transgenic Organisms towards Transhumanism: Necessity of Ethical Assessment and Legislation. Bioethics Journal. 2019; 8(30): 7-8. [Persian]

60. Herrera I, Antonio J. International law and GMOs: Can the precautionary principle protect biological diversity? Boletín Mexicano de Derecho Comparado. 2007; 40(118): 97-136.

این مجله تابع سیاست دسترسی باز از نوع CC BY-NC 4.0 می‌باشد.