مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

ISSN 2716-9804 الکترونیکی، ISSN 2717-0632 چاپی

پاسخ به برخی ملاحظات ایمنی زیستی گیاهان تراریخته

پیمان نوروزی

عضو هیات علمی و دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

norouzi1389@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۳، تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۲۹

صفحه ۵۶-۴۱

چکیده

مهندسی ژنتیک گیاهی سریعترین فناوری پذیرفته‌شده در تاریخ بشر برای دستیابی به برتری‌های کیفی و کمی توسط کشاورزان بوده است. این فناوری مزایای واقعی برای محیط‌زیست و معیشت زارعین دربرداشته و دارد. متاسفانه علی‌رغم مطالعات علمی معتبر و متعدد در مورد ایمن بودن محصولات تراریخته برای مصرف‌کننده و محیط‌زیست، هنوز این فناوری با ادعاهای گمراه‌کننده ای از سوی برخی افراد مواجه می‌شود. نتایج یک پژوهش جامع بر روی مقالات منتشر شده در مجلات معتبر علمی نشان می‌دهد که کشت‌وکار گیاهان تراریخته باعث کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به میزان ۳۷ درصد، افزایش عملکرد گیاه به میزان ۲۲ درصد و افزایش درآمد کشاورزان تا ۶۸ درصد شده است. با توجه به جدید بودن هدف توسعه و کشت گیاهان تراریخته در کشور لازم است به برخی پرسش‌هایی که از جانب مسئولان، کشاورزان، مصرف‌کنندگان، رسانه‌ها و سایر افراد در مورد جنبه‌های مختلف ایمنی محصولات تراریخته در سطح جامعه مطرح می‌شود پاسخ هایی مختصر و ساده ارائه شود. از این‌رو در این مقاله به ۲۰ پرسش مهم در مورد محصولات تراریخته پاسخ داده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ایمنی زیستی، زیست‌فناوری، مهندسی ژنتیک، گیاهان تراریخته.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

مقدمه

ایمنی زیستی مجموعه‌ای از تدابیر، سیاست‌ها، مقررات و روش‌هایی برای تضمین بهره‌برداری از فواید فناوری زیستی جدید و پیشگیری از آثار سوء احتمالی کاربرد این فناوری بر تنوع زیستی، سلامت انسان، دام، گیاه و محیط‌زیست است. در این مقاله علمی ترویجی به ۲۰ پرسش اساسی که در زمینه استفاده از محصولات تراریخته در سطح جامعه مطرح می‌شود پاسخی علمی داده شده است (۲):

۱- مهندسی ژنتیک چیست و چگونه انجام می‌گیرد؟

مهندسی ژنتیک نوعی فناوری برای ورود یک قطعه دی.ان.ا یا ژن (عامل وراثت صفات در تقریبا تمامی موجودات زنده) به درون ژنوم یک موجود است. به موجود اصلاح ژنتیک‌یافته با این فناوری به‌اصطلاح GMO یا تراریخته گفته می‌شود. برای تولید یک گیاه تراریخته ابتدا دی.ان.ای جدید معمولا به روش‌های آزمایشگاهی به درون سلول‌های گیاهی منتقل و سپس سلول‌های اصلاح ژنتیک یافته از طریق کشت بافت به گیاه کامل تبدیل می‌شوند. بذرهای تولید شده توسط گیاهان تراریخته در واقع دی.ان.ای یا ژن جدید را به ارث می‌برند (۲).

۲- آیا در غذاهای ما معمولا ژن وجود دارد؟

همه غذاهای گیاهی و جانوری حاوی ژن‌هایی متعدد هستند. در غذاهای پخته و یا فرآوری‌شده بیشتر دی.ان.ا از بین می‌رود و تجزیه می‌شود و به قطعات کوچکتری تبدیل می‌شود. هر غذای تازه یا پخته‌شده پس از خوردن و هضم‌شدن به اجزای تشکیل‌دهنده آن تبدیل می‌شود و بدن انسان از این اجزای تشکیل‌شده برای ساخت ژن‌ها و پروتئین‌های موردنیاز خود استفاده می‌کند (۲).

۳- آیا فناوری مهندسی ژنتیک با اصلاح نباتات سنتی متفاوت است؟

هدف هر دوی آن‌ها تولید گیاهانی با صفات برتر است که با اصلاح ژنتیکی گیاه انجام می‌شود. ولی در مهندسی ژنتیک این کار به‌صورتی دقیق با افزودن یک یا چند

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

ژن جدید به ژنوم یک گیاه زراعی انجام می‌شود ولی در اصلاح نباتات سنتی برای این هدف از تلاقی جنسی گیاهان با صفات مختلف و انتخاب نتاج آن‌ها استفاده می‌شود که حاصل ریخته ارثی والدین تلاقی هستند و معمولا صفات مطلوب با صفات نامطلوب همراه است که برای حذف صفات نامطلوب در اصلاح سنتی نیاز به چندین نسل تلاقی برگشتی بوده که زمان‌بر و گاهی بی‌نتیجه است. همچنین در اصلاح نباتات سنتی به‌علت موانع تلاقی جنسی نمی‌توان ژن دلخواه را از هر گیاهی وارد گیاه میزبان کرد، ولی در مهندسی ژنتیک این محدودیت وجود ندارد و ژن‌های مفید را می‌توان پس از مراحل جداسازی در گیاه میزبان وارد و در زمانی کوتاه‌تر بدون تغییر صفات مطلوب گیاه میزبان، یک یا چند صفت مطلوب دیگر ایجاد کرد (۲).

۴- آیا نتایج پیش‌بینی‌نشده مهندسی ژنتیک از نتایج اصلاح نباتات سنتی متفاوت است؟

هیچ مدرکی وجود ندارد که نشان دهد تولید یک رقم جدید گیاهی با استفاده از فناوری مهندسی ژنتیک احتمال بیشتری از اثرات پیش‌بینی‌نشده نسبت به تولید همان رقم با کمک اصلاح نباتات سنتی داشته باشد. البته ملاحظاتی در مورد اثرات ناخواسته ورود یک ژن به ژنوم گیاه توسط مهندسی ژنتیک توسط برخی افراد ابراز شده است. ولی با افزایش دانش ما از علم ژنومیک مشخص شده است که مواردی مشابه مهندسی ژنتیک بارها در طول تاریخ گیاهان اتفاق افتاده است. برای مثال، برخی باکتری‌ها و ویروس‌ها پس از آلودگی گیاه، ژن‌هایی از ژنوم خود را وارد ژنوم گیاه میزبان می‌کنند. مثلا سیب‌زمینی شیرین حاصل مهندسی ژنتیک توسط نوعی آگروباکتری بوده است که هزاران سال پیش در طبیعت اتفاق افتاده است. همچنین به‌صورت طبیعی در ژنوم گیاهان ژن‌های جهنده‌ای وجود دارد که در سرتاسر ژنوم موجود حرکت کرده و در نواحی مختلف ژنوم، خود را وارد و درج می‌کنند. پدیده‌ی گرفتن یا از دست دادن ژن‌های افراد مختلف یک گونه پدیده خیلی معمول و شناخته‌شده‌ای است. به خاطر همین فرآیندها، همه ارقام یا

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

واریته‌های جدید گیاهی می‌توانند حامل ژن‌های وارد شده در مکان‌های نامشخص ژنوم و یا حامل ژن‌هایی جدیدی شوند که قبلا در زنجیره غذایی بشر نبوده است و یا از گونه‌های غیر گیاهی وارد ارقام جدید گیاهی شده است. این بدین مفهوم است که معمولا وقوع نتایج غیرقابل پیش‌بینی در گیاه ارتباطی با تراریخته یا غیرتراریخته‌بودن گیاه ندارد. ضمن آنکه محصولات تراریخته قبل از تجاری‌شدن، مراحل مختلف ارزیابی ایمنی و سلامت را طی می‌کنند و آنچه که در بازار محصولات تراریخته به فروش می‌رسد به تایید سازمان بهداشت جهانی برای مصرف‌کنندگان از سلامت برخوردار است (۲).

۵- چه ژن‌هایی بیشتر به گیاهان تراریخته وارد شده‌اند و چرا؟

بیشتر محصولات تراریخته تولید شده تاکنون شامل گیاهان مقاوم به علف‌کش، مقاوم به حشرات و ویروس‌ها بوده است که به‌خاطر اهمیت این صفات برای کشاورزان و سادگی و کارایی مهندسی ژنتیک در انتقال ژن‌های صفات مذکور بوده است. البته امروزه صفات مهم دیگری همچون تحمل به خشکی و دارای صفات خاص نیز اضافه شده است (۲، ۳، ۴، ۵، ۶).

۶- محصولات تراریخته در چه کشورهایی کشت می‌شوند؟

در سال ۲۰۱۷ محصولات تراریخته توسط ۱۸ میلیون کشاورز در ۲۴ کشور در مساحت ۱۸۹ میلیون هکتار معادل ۱۱ درصد سطح زیر کشت کل محصولات در جهان کشت شده است. این ۲۴کشور که حدود ۶۰ درصد جمعیت جهان را به خود اختصاص می‌دهند بر اساس مساحت زیر کشت محصولات تراریخته به‌ترتیب شامل: امریکا، برزیل، آرژانتین، کانادا، هند، پاراگوئه، پاکستان، چین، آفریقای جنوبی، اروگوئه، بولیوی، استرالیا، فیلیپین، میانمار، اسپانیا، سودان، مکزیک، کلمبیا، ویتنام، هندوراس، شیلی، پرتقال، بنگلادش، کاستاریکا هستند.در بین کشورهای فوق امریکا بزرگترین تولیدکننده و در عین حال بزرگترین مصرف‌کننده محصولات تراریخته در جهان است. همچنین مشاهده می‌شود که کشت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

محصول تراریخته ارتباطی با پیشرفته بودن و یا در حال توسعه‌بودن کشورها ندارد و حتی در سال‌های اخیر تولید محصولات تراریخته در کشورهای در حال توسعه از کشورهای پیشرفته سبقت گرفته است (۲، ۳، ۴، ۵، ۶).

۷- محصولات تراریخته به چه صورت مصرف می‌شوند؟

محصولات ذرت و سویا عمدتا برای تغذیه حیوانات استفاده می‌شوند. گوشت و شیر و تخم مرغ حاصل از حیوانات تغذیه‌شده با محصولات تراریخته در بسیاری از کشورها توسط مردم به مصرف می‌رسند. محصولات تراریخته همچنین در بسیاری از غذاهای فرآوری‌شده به کار می‌روند و به صورت روغن‌های آشپزی و سایر ترکیبات غذایی توسط مردم جهان خورده می‌شوند. محصولات تراریخته عمده‌ای که به‌صورت تازه و خام به مصرف انسان می‌رسند شامل یونجه، کدو و پاپایا در امریکا، گوجه فرنگی، پاپایا و فلفل شیرین در چین و بادمجان در بنگلادش است (۲).

۸- آیا محصولات تراریخته برای مصرف انسان از سلامت و ایمنی لازم برخوردارند؟

بله تمامی سازمان‌های مسئول بین‌المللی از جمله سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان تجارت جهانی (WTO)، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)، و سازمان ایمنی غذایی اتحادیه اروپا (EFSA) اعلام کرده‌اند که محصولات تراریخته موجود در بازار هدف مورد پژوهش‌های علمی بسیار دقیق و کاملی قرار گرفته و سلامتی و مزیت‌های بهداشتی آن‌ها کاملاً تأیید شده است. به عبارتی محصولات تراریخته تایید شده و موجود در بازار همگی ایمن و سالم هستند. هیچ مدرکی وجود ندارد که نشان دهد خوردن یک گیاه زراعی به صرف تراریخته‌بودن آن خطرناک است. ملاحظات احتمالی مرتبط با ژن‌های جدید وارد شده به گیاهان همواره با آزمایش‌های دقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد تا گیاه تراریخته‌ای تجاری شود که هیچ‌گونه خطری برای سلامتی مصرف‌کننده نداشته باشد. از ۲۰ سال پیش که اولین محصولات تراریخته در جهان به‌صورت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

تجاری کشت و مصرف شده‌اند تا به‌حال مدرک معتبری دال‌بر اثرات بیماری‌زایی مرتبط با مصرف طولانی‌مدت گیاه تراریخته تجاری شده در بازار وجود نداشته است. در واقع سلامت و ایمنی محصولات تراریخته تجاری‌شده نسبت به محصولات غیرتراریخته اگر بیشتر نباشد کمتر نخواهد بود (۲، ۷، ۸، ۹).

۹ - آیا خوردن غذاهای تراریخته می‌تواند بر ژن‌های ما اثر سویی داشته باشد؟

خیر، خوردن غذای تراریخته بر ژن‌های شخص اثری ندارند و بیشتر غذای خورده‌شده حاوی ژن‌های زیادی است که در اثر پختن، فرآوری‌شدن و هضم‌شدن در بدن انسان به اجزای کوچکی تجزیه و تخریب می‌شوند بدون آنکه بر ماهیت ژنتیکی فرد اثر بگذارند. بدن موجود از مواد غذایی هضم‌شده برای ساختن مواد ژنتیکی خود استفاده می‌کند و هیچ ژنی به‌صورت کامل و دست نخورده نمی‌تواند از طریق خوردن غذا وارد ژنوم فرد شود و برای بدن فرقی بین غذای تراریخته و غیرتراریخته از این نظر وجود ندارد.

بیشتر سلول‌های گیاهی و جانوری حاوی سی هزار ژن هستند که در سلول‌های محصولات تراریخته نسبت به سلول‌های محصول غیرتراریخته مشابه آن، تنها یک یا چند ژن بیشتر وجود دارد. بنابراین سهم ژن انتقالی به ژن‌های از قبل موجود در گیاهان تراریخته بسیار ناچیز است. ضمن آنکه ژن انتقال‌یافته در محصولات تراریخته باعث ایجاد یک صفت مفید در موجود می‌شود که قبلا در آن فرد وجود نداشته است (۲).

۱۰- آیا گیاهان تراریخته به محیط‌زیست آسیب می‌رسانند؟

تراریخته‌بودن یک گیاه نمی‌تواند دلیل بر آسیب‌رساندن آن به محیط‌زیست باشد. گیاهان تراریخته با کاهش تسطیح جنگل‌ها و مراتع، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌علت تردد کمتر ماشین‌های کشاورزی در مزرعه، کاهش مرگ‌ومیر حشرات و سایر جانداران بر اثر کاهش مصرف سموم شیمیایی خطرناک و کاهش میزان آلودگی محیط‌زیست، آب‌های روان و منابع آبی زیرزمینی به سموم شیمیایی می‌توانند

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

باعث بهبود محیط‌زیست شوند (۲، ۷، ۸، ۹).

۱۱- آیا گیاهان تراریخته با سایر گیاهان تلاقی می‌یابند؟

این مورد خاص محصولات تراریخته نیست و هر واریته‌ای می‌تواند با سایر واریته‌های زراعی و یا گونه‌های خویشاوند وحشی خود تلاقی یابد. برای گیاهان تراریخته قبل از تایید و اخذ مجوز رهاسازی در طبیعت و تجاری‌سازی، ارزیابی‌ها و بررسی‌های زیادی در مورد انتقال ژن‌های تراریخته به سایر گیاهان انجام می‌شود به‌طوری‌که گیاه تایید شده جهت کشت تجاری ریسکی برای سلامتی و محیط‌زیست نداشته باشد. مسئله تلاقی گیاهان تراریخته بیشتر در مورد گیاهان مقاوم به علف‌کش عمومی گلایفوسیت مطرح می‌شود. اگر برای چندین سال متوالی یک واریته تراریخته مقاوم به علف‌کش در مزرعه کشت شود و نیز علف‌های هرز خویشاوند آن واریته تراریخته در مزرعه و یا مجاورت ان وجود داشته باشد در آن صورت ممکن است ژن مقاومت به علف‌کش از گیاه تراریخته به آن‌ها منتقل شود و این گیاهان نیز مقاوم شوند. در این شرایط می‌توان مجددا از علف‌کش‌های انتخابی استفاده کرد که قبلا برای واریته غیرتراریخته استفاده می‌شده است و جمعیت علف‌های هرز مقاوم را از بین برد و یا ارقام تراریخته جدیدی با مقاومت به یک علف‌کش عمومی جدید مانند گلیفوسینات تولید و استفاده کرد. البته مقاوم‌شدن علف‌های هرز می‌تواند در هر زراعتی اعم از تراریخته و غرتراریخته در اثر مصرف بیش از حد و مکرر یک نوع علف‌کش ایجاد شود که با مدیریت تلفیقی علف‌های هرز قابل‌کنترل است (۲).

۱۲- آخرین وضعیت تولید محصولات تراریخته در جهان چگونه است؟

طبق آخرین گزارش سرویس بین‌المللی دستیابی به و استفاده از زیست‌فناوری کشاورزی (ISAAA) سطح کشت گیاهان تراریخته از ۱/۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به حدود ۱۸۹ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۷ رسیده است. این افزایش ۱۱۰ برابری در مدت ۲۲ سال، زیست‌فناوری را

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

به‌عنوان سریعترین فناوری گیاهی پذیرفته‌شده در سال‌های اخیر تبدیل کرده است که بازتابی از رضایت‌مندی کشاورزان از محصولات تراریخته است. از سال ۱۹۹۶ تاکنون سطح کشت گیاهان تراریخته در جهان به دو میلیارد هکتار معادل دو برابر مساحت کشور چین یا امریکا رسیده است و کشاورزان بیش از ۱۵۰ میلیارد دلار از طریق کشت گیاهان تراریخته سود برده‌اند و میزان فقر در ۱۷ میلیون کشاورز خرده‌پا کاهش‌یافته است. برای پنجمین سال متوالی، کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای پیشرفته سطح کشت مصولات تراریخته بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. در سال ۲۰۱۷ کشور هند بزرگترین تولیدکننده پنبه بوده است که بخش عمده‌ای از آن، پنبه مقاوم به آفت با سطح کشت حدود ۱۳ میلیون هکتار توسط حدود ۸ میلیون نفر کشاورز خرده‌پا انجام شده است. گیاهان تراریخته می‌توانند پاسخگوی نیاز بشر به امنیت غذایی و سیستم‌های تولید زراعی پایدارتر در مقابله با تغییر اقلیم باشند. در سال ۲۰۱۷ گیاهان تراریخته جدیدی در امریکا، برزیل، آرژانتین، کانادا و میانمار تصویب یا تجاری‌سازی شده است. در امریکا برای اولین بار سیب‌زمینی تراریخته حاوی آکریل آمید کمتر و مقاوم به تغییر رنگ تولید تجاری‌شده و همچنین سیب‌زمینی مقاوم به بیماری قارچی بلایت تولید و جهت تجاری‌سازی به تصویب رسیده است. سیب درختی تراریخته که پس از برش‌خوردن قهوه‌ای و تیره نمی‌شود نیز برای اولین بار تجاری‌سازی شد. کلزای تراریخته که به روش ویرایش ژنوم برای اولین بار تهیه و در امریکا کشت تجاری شد. همچنین برای اولین بار حیوان تراریخته (ماهی سالمون با سرعت رشد بیشتر و مقاوم به سرما) جهت مصرف انسان تایید و تصویب شد. سطح کشت گیاهان تراریخته دارای چند صفت به ۷۵ میلیون هکتار و در حدود ۴۱ درصد سطح کشت کل گیاهان تراریخته رسید. سطح کشت ذرت متحمل به خشکی در امریکا از ۸۰۰۰۰۰ هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۱۴۰۰۰۰۰ هکتار در ۲۰۱۷ رسید (۲، ۳، ۴، ۵، ۶). با توجه به مزایای محصولات تراریخته برای امنیت غذایی، محیط‌زیست

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

پایدار، افزایش درآمد کشاورز و سلامت مصرف محصولات تراریخته، امید است با تولید تجاری گیاهان تراریخته مورد اولویت در کشور به‌خصوص ارقام تراریخته مقاوم به خشکی و شوری شاهد افزایش تولید و امنیت غذایی و کاهش واردات محصولات کشاورزی در آینده باشیم.

۱۳- چرا ایجاد گیاهان تراریخته یک ضرورت است؟

برای هزاران سال کشاورزان به اصلاح سنتی مبتنی‌بر انتخاب و تلاقی بین گیاهان متکی بوده‌اند تا بتوانند از صفات مطلوب همچون عملکرد بالاتر و مقاومت به آفات در گیاهان بهره‌برداری کنند. در اصلاح نباتات سنتی یا کلاسیک در گذشته ها از طریق آزمون و خطا ارقام گیاهی با صفات ژنتیکی اصلاح‌شده و پایدار توسعه می‌یافتند. کشاورزان همواره به فناوری‌های نوینی در زمینه افزایش محصول و مقاومت به تنش‌های زیستی مانند آفات و بیماری‌ها و تنش‌های زیستی مانند خشکی و شوری نیاز داشتند. از آنجایی‌که صفات مطلوب کشاورز همیشه در گونه‌های خویشاوند وجود نداشت، از این‌رو فناوری گیاهان تراریخته توسعه یافت تا بتوان ژن‌های مفید را از منابع مختلفی برای اصلاح ارقام برتر گیاهی به‌دست آورد. گیاهان تراریخته توسعه یافتند تا صفات متعددی همچون مقاومت به آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، بهبود ترکیبات غذایی گیاه، افزایش دوام نگهداری محصول در گیاهان ایجاد شود تا با این روش عملکرد گیاه به واسطه کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها افزایش یابد و کنترل موثرتر علف‌های هرز با استفاده از گیاهان تراریخته مقاوم به علف‌کشی انجام شود که کمترین سمیت را برای انسان و محیط‌زیست داشته باشند. هزینه‌های مزرعه‌ای کاهش و درآمد کشاورز افزایش یابد. سلامت جامعه از طریق غذاهای حاصل از گیاهان با ارزش غذایی بیشتر بهبود یابد. مصرف آفت‌کش ها در محیط‌زیست و مصرف سوخت در مزرعه کاهش یابد و منجر به حفظ بیشتر منابع طبیعی همچون خاک و آب در اثر کاهش تردد ماشین‌آلات کشاورزی در مزرعه شود (۲، ۷، ۸، ۹).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

۱۴- مراحل توسعه یک رقم تراریخته گیاهی چگونه است؟

برای ایجاد یک رقم گیاهی تراریخته مراحل زیر انجام می‌شود:

الف- شناسایی ژن هدف در یک موجود (گیاه، جانور یا میکروارگانیسم) که مسئول یک صفت مورد نظر است. سپس جداسازی و همسانه‌سازی ژن هدف با استفاده از فنون زیست‌شناسی مولکولی.

ب- افزودن یک توالی پیشبر به ابتدای ژن هدف و یک توالی خاتمه‌دهنده به انتهای ژن هدف به‌منظور بیان ژن هدف در میزبان گیاهی و افزودن یک ژن انتخابگر برای شناسایی سلول‌ها یا بافت‌های تغییریافته ژنتیکی.

ج- تراریختی یا انتقال سازه‌ی ژنی به میزبان گیاهی با روش‌های فیزیکی یا بیولوژیکی و ورود ژن هدف به ژنوم سلول‌های گیاهی به‌منظور ایجاد تغییری پایدار و وراثت‌پذیر در سلول‌ها یا اندام‌های گیاهی.

د- انتقال بافت گیاهی تراریخته به یک محیط انتخابی (محیط‌کشت حاوی یک آنتی‌بیوتیک یا علف‌کش) بسته به نوع ژن انتخابگر که در این محیط معمولا فقط سلول‌ها و بافت‌های تراریخته زنده باقی می‌مانند. سپس با استفاده از فنون کشت بافت، سلول‌ها و بافت‌های تراریخته به گیاه کامل تبدیل می‌شوند و ارزیابی‌های بعدی شامل تایید مولکولی حضور ژن هدف در ژنوم و بیان آن در گیاه در آزمایشگاه و نیز بذرگیری و بررسی وراثت پذیری ژن هدف و ارزیابی اثرات ناخواسته احتمالی بر روی صفات ظاهری و فیزیولوژیکی در گلخانه انجام می‌شود.

ه- آزمون‌های مزرعه‌ای و ارزیابی ایمنی در چند مکان و چند سال برای بررسی اثرات ژن وارد شده (تراژن) و عملکرد کلی گیاهان تراریخته و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و ایمنی غذایی گیاهان تراریخته.

و- همه داده ها و اطلاعات بدست آمده از ارزیابی‌های فوق توسط مراجع صلاحیت‌دار بررسی و در صورت تایید شدن، مجوز رهاسازی و کشت تجاری آن رقم تراریخته صادر می‌شود (۲).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

۱۵- چه گیاهان تراریخته‌ای تا به حال تجاری‌سازی شده‌اند؟

گیاهان زراعی، باغی، زینتی و جنگلی مختلفی همچون پنبه مقاوم به آفت، سویای مقاوم به علف‌کش، ذرت مقاوم به آفت، علف‌کش یا خشکی، کلزای مقاوم به علف‌کش، چغندرقند مقاوم به علف‌کش، کدو حلوایی مقاوم به ویروس، گوجه‌فرنگی با طول عمر و نگهداری بیشتر در انبار، یونجه مقاوم به علف‌کش و دارای قابلیت هضم بیشتر برای دام، فلفل مقاوم به ویروس، ذرت شیرین مقاوم به آفت یا علف‌کش، سیب‌زمینی با قابلیت تولید کمتر آکریل امید پس از سرخ شدن، بادمجان مقاوم به آفت، پاپایا (خربزه درختی) مقاوم به ویروس، سیب درختی با دوام بیشتر پس از پوست گرفتن، گل رز و میخک با رنگ تغییریافته و درخت سپیدار با سرعت رشد بیشتر از جمله گیاهان تراریخته‌ای هستند که برخی از آن‌ها به مدت بیست سال در جهان کشت و مصرف شده‌اند (۲، ۳، ۴، ۵، ۶).

۱۶- آیا ارزیابی ارقام تراریخته گیاهی با ارزیابی ارقام غیرتراریخته و کلاسیک متفاوت است؟

معمولا ارقام غیرتراریخته (سنتی یا کلاسیک) به‌علت سابقه بسیار طولانی مصرف به‌صورت ایمن در نظر گرفته می‌شوند.

در صورتی‌که در همین ارقام گیاهی سنتی یا کلاسیک ممکن است در حین اصلاح رقم ترکیبات نامطلوبی به‌وجود آمده باشد که متاسفانه هیچ ارزیابی ایمنی بر روی آن‌ها صورت نمی‌گیرد. ولی در گیاهان تراریخته پس از تولید و قبل از کشت تجاری و مصرف تحت ارزیابی‌های زیادی قرار می‌گیرند تا از ایمنی آن‌ها برای مصرف‌کننده و محیط‌زیست اطمینان حاصل شود. براساس اعلام سازمان جهانی بهداشت، همه محصولات تراریخته که مجوز رهاسازی و کشت تجاری اخذ کرده اند برای مصرف توسط انسان کاملا ایمن بوده و از سلامت برخوردارند (۲).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

۱۷- ارزیابی ایمنی یک رقم تراریخته چگونه انجام می‌گیرد؟

فرایندی بسیار دقیق و کامل و شامل موارد زیر است:

الف- استفاده از روش‌های ارزیابی ایمنی سیستماتیک که سال‌ها مورد قبول و حمایت سازمان‌ها و توافق نامه‌های بین المللی FAO، WHO، Codex Alimentarius، OECD و پروتوکل ایمنی زیستی کارتاهنا بوده‌اند.

ب- تغییرات احتمالی ایجادشده توسط مهندسی ژنتیک با استفاده از راهکارهای ارزیابی ریسک مقایسه‌ای بررسی می‌شوند. فرض آزمون مقایسه‌ای این است که گیاه زراعی غیرتراریخته دارای سابقه طولانی استفاده ایمن است و از آن به‌عنوان شاهد در ارزیابی‌های مقایسه‌ای با گیاه تراریخته استفاده می‌کنند. با انجام این مقایسه، ایمنی رقم تراریخته مشخص می‌شود.

ج- ارزیابی ایمنی برای تجاری‌سازی یک رقم تراریخته شامل ارزیابی ایمنی غذا برای انسان و خوراک برای حیوانات و نیز ارزیابی ریسک زیست‌محیطی همراه با اطلاعات شناسایی مولکولی رقم تراریخته و تعیین خصوصیات پروتئین‌های جدید بیان‌شده در گیاه تراریخته انجام می‌شوند.

د- اثر محصول تراژن (ژن منتقل‌شده به گیاه) بر سلامتی انسان با آنالیز گیاه تراریخته برای ریسک سمیت، حساسیت‌زایی و ترکیبات غذائی و غیره بسته به نوع اصلاح ژنتیکی ایجاد شده انجام می‌شود. در ارزیابی سمیت و حساسیت‌زایی، ماهیت شیمیایی و عملکرد مواد بیان‌شده جدید و غلظت ترکیب جدید تولیدشده در اندام‌های خوراکی گیاه تراریخته بررسی می‌شود. برای بررسی حساسیت‌زایی محصول تراژن از مقایسه داده‌های آمینواسیدی پروتئین جدید با داده‌های ترکیبات حساسیت‌زای قبلا ثبت‌شده در پایگاه اطلاعات بیوانفورماتیکی استفاده می‌شود. اصل این همانی یا مشابهت تغذیه‌ای در گیاه تراریخته در برابر گیاه غیرتراریخته شاهد با مقایسه غلظت ترکیبات مهم و کلیدی آن‌ها با یکدیگر انجام می‌شود. در این نوع آزمایش‌ها شرایط محیطی کشت و رشد هر دو نوع گیاه تراریخته و غیرتراریخته شاهد تا حد امکان یکسان در نظر گرفته می‌شود

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

تا صرفا اختلافات ژنتیکی آن‌ها مقایسه شوند. بررسی‌های تغذیه‌ای بر روی دام نیز ممکن است در برخی موارد انجام شود.

ه- ارزیابی ریسک زیست‌محیطی گیاهان تراریخته در مقایسه با اثرات گیاهان غیرتراریخته شاهد مورد به مورد انجام می‌شود. از اطلاعات پیشین ثبت‌شده در مورد اثر زیست‌محیطی یک گیاه غیرتراریخته خاص می‌توان برای مقایسه اثر گیاه تراریخته تازه واردشده به محیط‌زیست استفاده کرد. در بررسی‌های زیست‌محیطی گیاهان تراریخته از شاخص‌هایی همچون علفی‌شدن یا مهاجم شدن، الگوی جریان ژنی صفت واردشده جدید، اثر بر موجودات سودمند غیرهدف و غیره استفاده می‌شود (۲، ۷).

۱۸- آیا غذاهای تراریخته مواد مغذی کمتری از غذاهای غیرتراریخته دارند؟

آنالیز تعیین ترکیبات غذایی یک محصول تراریخته بخش ضروری از فرآیند ارزیابی ایمنی محصولات تراریخته است و اگر از نظر برخی مواد مغذی در محصول تراریخته نسبت به محصول غیرتراریخته شاهد آن کاهش معنی‌داری ملاحظه شده باشد آن گیاه در مسیر ارزیابی ایمنی حذف می‌شود و تجاری‌سازی نخواهد شد (۲). بالعکس برخی از محصولات تراریخته با هدف بهبود صفات تغذیه‌ای، افزایش ویتامین و مواد معدنی تولید می‌شوند.

۱۹-آیا اثرات بلند مدت غذاهای تراریخته بر سلامتی انسان بررسی شده است؟

اولا بخش عمده‌ای از محصولات تراریخته به مدت بیست سال در جهان تولید و مصرف شده‌اند بدون آنکه عارضه‌ای برای مصرف‌کنندگان داشته باشند. ثانیا تنها تفاوت بین غذای تراریخته و غیرتراریخته شاهد همان محصول ژن‌های واردشده (معمولا یک پروتئین) در موجود تراریخته است. ایمنی مصرف این پروتئین جدید در غذای تراریخته بر اساس ارزیابی‌های متعدد قبل از تجاری‌سازی به اثبات رسیده است و محصولات تراریخته تجاری‌شده به نقل از سازمان جهانی بهداشت کاملا ایمن و سالم هستند. از آنجایی‌که گیاه اولیه غیرتراریخته قبل از انتقال ژن سالیان متمادی توسط انسان بدون هیچ نگرانی به

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

مصرف رسیده است، بنابراین با افزودن یک ژن به این گیاه که ایمنی پروتئین تولیدی آن نیز برای انسان به اثبات رسیده است، ضرورتی به بررسی اثرات بلندمدت محصول تراریخته بر سلامتی انسان بر اساس تاریخچه مصرف ایمن محصول غیرتراریخته آن وجود ندارد. ثالثا می‌توان برخی اثرات بلندمدت استفاده از محصول تراریخته را با آزمایش‌هایی خاص در کوتاه‌مدت شبیه‌سازی و نتیجه‌گیری کرد. اگرچه اثر محصولات تراریخته بر مصرف کنندگان پس از تجاری‌شدن نیز می‌تواند به موازات تولید و مصرف در جهان دائم پایش و بررسی شود ولی این به مفهوم محروم‌ساختن مردم از دستاوردهای یک فناوری دوستار محیط‌زیست و سلامت انسان نیست (۲، ۷).

۲۰- آیا اهداف کشت محصولات تراریخته با اهداف کشت محصولات ارگانیک منافات دارد؟

خیر در خیلی موارد می‌توانند هم راستا باشند. نه تنها کشاورزی پیشرفته و نیل به هدف تولید و توسعه پایدار مستلزم استفاده از فناوری‌های نو و به ویژه محصولات تراریخته است، بلکه گیاهان تراریخته مقاوم به آفات و بیماری‌ها می‌توانند در کشاورزی تلفیقی و ارگانیک در جهت کاهش مصرف سموم به کار روند. کشت محصولات تراریخته با اهداف کشاورزی ارگانیک از جمله عدم مصرف سم همسو است. از این روست که اصطلاح "ارگانوژنیک"تعریف می‌شود که از پیوند مبارک محصولات ارگانیک و محصولات تراریخته به‌وجود می‌آید. تعریف این اصطلاح جهت تبیین اهداف مشترک کشاورزی ارگانیک و تولید محصولات تراریخته است. در واقع مهندسی ژنتیک و تولید محصولات تراریخته فناوری پیشرفته‌ای است که بشر با هوشمندی از آن بهره می‌برد تا معضلات استفاده از سموم را کاهش دهد و تولید غذای سالم همراه با امنیت غذایی را به ارمغان آورد (۱).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

فهرست منابع References

۱. باقری‌راد ا.، نوروزی پ. و فصاحت پ. (۱۳۹۷). مقایسه محصولات کشاورزی ارگانیک، سنتی و تراریخته. مجله مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی. دوره ۷. شماره ۱. صفحه ۱۱۴-۱۰۳.

2. . Ramakrishnan V. (2016). GM plants: Questions and answers. The Royal Society. UK's national academy of science.

3. James C. (2014). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 49. Ithaca, NY. http://www.isaaa.org.

4. James C. (2015). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 51. Ithaca, NY. http://www.isaaa.org.

5. James C. (2016). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 52. Ithaca, NY. http://www.isaaa.org.

6. James, C. (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 53. Ithaca, NY. http://www.isaaa.org.

7. Klumper W. and Qaim M. (2014). A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. PLOS ONE. 9: e111629.

8. Qaim M. (2016). Genetically modified crops and agricultural development. Palgarve Macmilan Publisher. 210p.

9. Brookes, G. and P. Barfoot. (2016). GM Crops: Global Socio-economic and Environmental Impacts 1996-2014. PG Economics Ltd, UK.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]

Response to Some Biosafety Concerns of Transgenic Plants

Peyman Norouzi

Associate professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

norouzi1389@gmail.com

Abstract

Plant genetic engineering has been the fastest technology adopted in human history to achieve quantitative and qualitative superiority by farmers. This technology has real benefits to the environment and the livelihood of farmers. Unfortunately, despite numerous credible scientific studies on the safety of GM products for the consumer and the environment, this technology still faces misleading claims by some. The results of a comprehensive study of articles published in the authoritative scientific journals show that the transgenic plant cultivation reduced pesticide use by 37%, increased yield by 22% and increased farmers' income by 68%. Given the new purpose of development and cultivation of transgenic plants in the country, it is necessary to answer some questions raised by officials, farmers, consumers, media and others on various aspects of transgenic crop safety at the community level. Provide them with concise and simple ones. Therefore, this article will answer 20 important questions about transgenic products.

Keywords: Biosafety, Biotechnology, Genetic Engineering, Transgenic Plants.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.2.6.1]