مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی
دوره دوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۲
صفحه ۱۰۰-۹۱

# ارزیابی احتمال خطر زیست محیطی گیاهان زینتی تراریخته

# Ecological Risk Assessment of Genetically-Modified Ornamental Plants

مسعود توحیدفر[1*] و پژمان آزادی[1]
Masoud Tohidfar[1*] and Pezhman Azadi[1]

پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران- سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی- کرج- ایران
Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREO), Karaj, Iran.

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:gtohidfar@abrii.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۹۱/٦/٤ - تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۲۳)

## چکیده

**اصلاح نباتات سنتی، کاربرد و زیبایی گیاهان زینتی را افزایش داده است اما بیوتکنولوژی می‌تواند صفت‌های جدیدی را در گیاهان زینتی ایجاد کند که با روش‌های مرسوم دورگ‌گیری امکان‌پذیر نیست، به‌عنوان مثال تولید گلبرگ‌های آبی‌رنگ در میخک و رُز نمونه‌ای از صفت‌های جدید حاصل از بیوتکنولوژی هستند. کاربردهای مهندسی ژنتیک در گیاهان زینتی به تغییر رنگ گل محدود نمی‌شود، بلکه ایجاد مقاومت به آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی و نیز افزایش طول دوره گلدهی و طول عمر شاخه‌های بریده گیاهان زینتی و بسیاری از صفت‌های دیگر از آن جمله‌اند. پیش‌بینی می‌شود که صنعت تولید و تبادل گیاهان زینتی در آینده‌ای نه‌چندان دور با تحولی شگرف روبه‌رو شود. این تحول مرهون نقش مهندسی ژنتیک خواهد بود. هم‌زمان با پیدایش هر فناوری جدیدی، ملاحظاتی هم درمورد استفاده از آن ابراز می‌شود. تجاری‌سازی گیاهان تراریخته زینتی هم سوالاتی را درمورد اثرهای احتمالی این گیاهان در مدیریت اکوسیستم به‌وجود آورده است. این سوالات دارای خواستگاه‌های متعدد مشروع یا نامشروع هستند که این نوشتار در پی واکاوی این خواستگاه‌ها نیست، بلکه هدف از این نوشتار طرح این سوال‌ها و ارایه پاسخ به آن‌هاست. این مقاله به ارزیابی احتمال خطر زیست محیطی گیاهان زینتی تراریخته، نتایج پژوهش‌ها و قوانین و مقررات موجود می‌پردازد. بررسی این مقاله و آشنایی با نحوه ارزیابی گیاهان زینتی تراریخته می‌تواند برای اهل فن و به‌ویژه مسئولین نظارتی مفید باشد.**

**واژه‌های کلیدی**

ارزیابی احتمال خطر
ایمنی زیستی
گیاهان زینتی
تراریخته
محیط زیست

[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

## مقدمه

اختصاص قریب به ۱۷۰ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی جهان به کشت گیاهان تراریخته (حاصل از مهندسی ژنتیک) در سال ۲۰۱۲ که تولید، مصرف و رهاسازی میلیاردها تن موجودات زنده دست‌ورزی شده را به‌دنبال داشته است برای آگاهان و تحلیل‌گران تردیدی را برجای نمی‌گذارد که این فناوری هم‌چنان راه خود را برای سیطره بر جهان کشاورزی ادامه خواهد داد (James 2012). اگرچه پیشرفت‌های ناشی از مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در حوزه گیاهان زراعی تحسین برانگیز و غیرقابل انکار است، اما در دو دهه اخیر شاهد تحولاتی اعجاب‌آور و تحسین برانگیز در زمینه تولید گیاهان زینتی حاصل از مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی نیز بوده‌ایم. تولید رز و میخک‌های تراریخته از دستاوردهای بیوتکنولوژی مدرن در بخش صنعت گل‌کاری است (Nakamura *et al.* 2011). به هر حال، موانعی وجود دارند که مانع تبدیل نتایج پژوهش‌ها به تولیدها در باغبانی و پرورش گل می‌شوند. یکی از این موانع، ملاحظاتی درباره اثرهای احتمالی محیطی ناخواسته و غیرمنتظره این‌گونه گیاهان است. مصرف جهانی گل و گیاهان زینتی حتی بدون در نظر گرفتن بوته‌های خشبی و نیمه‌خشبی برای باغ و فضای سبز بالغ بر ۱۰۰ میلیارد یورو در سال برآورد می‌شود (آزادی ۱۳۸۹). با توجه به اهمیت صفت‌های جدید در صنعت گل و گیاهان زینتی تلاش‌های متعددی برای استفاده از مهندسی ژنتیک در گیاهان زینتی آغاز شد. تاکنون حدود ۵۰ گیاه زینتی به طور موفقیت آمیزی تراریخته شده‌اند (Brand 2006; Shibata 2008). گیاهان زینتی باوجود برخورداری از مزیت عدم‌نیاز به دریافت گواهی ایمنی برای مصرف‌کنندگان با محدودیت‌هایی از جمله تنوع بسیار زیاد و سرسخت بودن در باززایی و انتقال ژن (Azadi *et al.* 2010a) مواجه‌اند. در طی سال‌های اخیر گزارش‌های متعددی در ارتباط با تغییر صفت‌ها در گیاهان زینتی با استفاده از مهندسی ژنتیک ارایه شده است. به طوری‌که در آمریکا تا سال ۲۰۰۷ مجوز و معرفی ١٦٤ گیاه زینتی تراریخته صادر شده است (جدول ۱) (Azadi 1389). همچنین تاکنون آزمایش‌های میدانی زیادی روی گیاهان تراریخته زینتی در دنیا انجام شده که در جدول دو آورده شده است.

درحال حاضر تنها گیاهان زینتی تراریخته که در بازار به‌صورت تجاری وجود دارند میخک و رُز تراریخته هستند. میخک *(Dianthus caryophyllus)* تراریخته با گلبرگ آبی– ارغوانی از روش مهندسی ژن‌های دخیل در سنتز آنتوسیانین تولید شده است (Nakamura *et al.* 2011). در فوریه ۲۰۰۸ کمپانی Suntory ژاپنی هم اعلام کرد که به‌صورت مشترک با کمپانی Florigene رُزهای آبی رنگ تولید کرده است و این محصول‌ها مجوزهای مربوطه برای کشت و کار و انبارکردن و ترابری را به‌عنوان گل‌های شاخه بریده، از آژانس‌های دولتی ژاپنی در یافت کردند (http://suntory.com). توسعه گیاهان زینتی تراریخته نه تنها دور از ذهن نیست بلکه قطعی و در آینده نزدیک عملی است. بنابراین لازم است احتمال خطر زیست محیطی حاصل از تولید و رهاسازی آن‌ها بررسی و مدیریت شود.

**ملاحظات ابراز شده زیست محیطی گیاهان زینتی تراریخته**

**جریان ژنی:** درجه حرکت تراژن‌ها به فاکتورهای زیادی مانند سرعت جریان ژنی (دورگ گیری)، ورود ژن، میزان مهاجرت، انتشار و شایستگی نتایج بستگی دارد. در برخی از گیاهان علفی چند ساله مانند سوسن‌های یک روزه *(Hemerocallis)* و لیلیوم‌ها *(Lilium)* اندام‌های تکثیری (مثل ساقه‌ها، ریزوم ها، پیازها و غده‌ها) می‌توانند نقش مهمی در انتشار و استقرار بازی کنند. پژوهش بر روی کاج سوزنی (*Pinus taeda*) نشان داد که بیش از ۱۰۰۰۰۰ دانه گرده در هکتار توسط یک گیاه شانزده ساله تولید می‌شود که در حدود ۷۰ دانه گرده در هکتار بیش از یک کیلومتر منتشر می‌شوند. دانه گرده کاج حتی به فواصل زیادتر هم حرکت می‌کند این نشان می‌دهد که کنترل دانه گرده به طور عملی غیرممکن است (Williams, 2005).

**تهاجمی شدن:** گیاهان زینتی تراریخته در صورتی‌که به گیاهان وحشی یا علف‌هرز تبدیل شوند آیا می‌توانند خطرهای زیست محیطی ایجاد کنند؟ آیا چنانچه گیاه والدی وحشی یا علف‌هرز نباشد ما باید درباره یک گیاه زینتی تراریخته ملاحظاتی ابراز نماییم؟ با وجود این‌که تاکنون هیچ اثر سویی در مورد گیاهان زینتی تراریخته گزارش نشده است، این‌ها سوالاتی است که باید براساس پایه‌های علمی به آن جواب داده شود تا ملاحظاتی که در این خصوص وجود دارد از بین برود.



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

**جدول ۱**- تعداد کل مجوز رهاسازی و معرفی گیاهان زینتی غیرعلفی در سال‌های ۱۹۸۵-۲۰۰۷ در آمریکا

**Table 1-** Total permits for movement and introduction of non-grass ornamental crops

| جنس<br>Genius | تعداد درخواست مجوز<br>No of Permission |
|---|---|
| آنتوریوم | ۵ |
| داودی | ۵ |
| انواع ارکید | ۱۳ |
| بنت القنسول | ۲ |
| بگونیا | ۳ |
| گلایول | ۸ |
| جعفری | ۱٤ |
| شمعدانی | ۲۳ |
| اطلسی | ۸۰ |
| رز | ۸ |
| آزالیا | ۸ |
| جمع کل | ۱٦٤ |

گل آزالیا (*Rhododendorn*) سالانه بیش از ۱٤۲ میلیون دلار در آمریکا سودآوری دارد. بیشتر این گیاهان محصول برنامه‌های اصلاحی و دورگ‌گیری سنتی هستند. ژن مقاومت به بیماری قارچی فیتوفترا به‌روش سنتی به‌رقم *R.catawbiense* منتقل شد و این گیاهان مقاوم بدون هرگونه تجزیه احتمال خطر اکولوژیک معرفی شدند. این در حالی است که یک آزالیای مقاوم، که از طریق بیوتکنولوژی تولید شود، قبل از هرگونه رهاسازی باید بررسی‌های ایمنی زیستی فصلی درمورد آن انجام شود (http://inspection.gc.ca). اما واقعیت آن است که اگر ارزیابی‌های ایمنی روی واریته‌های جدیدی که توسط روش‌های سنتی برای صفت‌های زراعی اصلاح می‌شوند انجام شود، ممکن است ریسک‌های محیطی و سلامتی بیشتری داشته باشند.

**علف‌هرزی شدن:** سه ساز و کاری که ممکن است باعث علف‌هرز شدن گیاه زینتی تراریخته شوند عبارتند از: ۱) صفت مهندسی شده باعث ایجاد صفت‌های علف‌هرزی از جمله خواب بذر، دوام طولانی، قابلیت جوانه‌زنی در طیف وسیعی از شرایط محیطی، قابلیت رشد رویشی سریع، چرخه زندگی کوتاه، تولید بذر زیاد و پراکندگی بالای بذر شود. ۲) جریان ژنی به خویشاوندان وحشی، به طوری‌که علف‌هرز جدیدی را ایجاد کند. ۳) توسعه گونه‌های علف‌هرز مقاوم به علف‌کش از طریق کاربرد مکرر علف‌کش را موجب شود (Johnson, Riordan 1999).

دورگ‌گیری گیاهان تراریخته با علف‌های هرز خویشاوند ممکن است علف‌های هرز را قادر به کسب صفت‌های زیان‌آوری مانند مقاومت به علف‌کش‌ها کند.

**فشار روی تنوع زیستی گیاه:** بیشترین ملاحظات ابراز شده درباره گیاهان تراریخته از جمله گیاهان زینتی این است که استفاده گسترده از آن‌ها می‌تواند منجربه تک کشتی شود. این درحالی است که با استفاده از مهندسی ژنتیک می‌توان ژن‌های مفید را وارد گیاه کرد و واریته‌های در حال انقراض را دوباره به چرخه تولید وارد کرد.

**ارزیابی احتمال خطر گیاهان زینتی تراریخته با تاکید بر رُز تراریخته**

رُزهای وحشی به طور معمول گل‌هایی به‌رنگ صورتی یا سفید دارند که حاوی آنتوسیانین‌های حاصل از سیانیدین هستند. رُزها فاقد رنگ آبی هستند زیرا در جنس رُز مسیر بیوسنتز دلفینیدین‌های آنتوسیانیتی وجود ندارد. بیان ژن F3'5'H از بنفشه در رُز همراه با تولید دلفینیدین‌های آنتوسیانین، منجربه ایجاد گلبرگ‌های آبی رنگ در آن شده است. (شکل ۱) (Katsumoto *et al.* 2007). از آن‌جاکه رُز تراریخته جز محصولات‌غذایی محسوب نمی‌شود بیشتر بررسی‌های صورت گرفته نه بر سلامت‌غذایی، بلکه بر احتمال اثرهای سو روی تنوع زیستی و سازگاری با اصول پروتکل ایمنی زیستی کارتاهنا بوده است



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

(http://www.bch.biodic.go.jp/english/law.htlm). در زیر به قسمتی از ارزیابی احتمال خطرگیاهان زینتی تراریخته به‌ویژه رُز تراریخته اشاره می‌شود.

**تولید گرده و قدرت زنده‌مانی:** یکی از نکته‌هایی که در ارزیابی گیاهان تراریخته مورد بررسی قرار می‌گیرد، احتمال انتقال گرده گیاه تراریخته به گیاهان وحشی خویشاوند آن است. در صورتی‌که گیاه تراریخته دانه‌های گرده زنده تولید نماید سایر بررسی‌ها در این خصوص صورت می‌گیرد. به منظور بررسی قدرت زنده‌مانی دانه گرده، ابتدا گرده‌ها ازگیاهان غیرتراریخته و تراریخته جمع‌آوری می‌شوند و مرفولوژی گرده‌ها با استفاده از میکروسکوپ و زنده‌مانی آن با استفاده از روش رنگ‌آمیزی استوکارمین مورد بررسی قرار می‌گیرد. درمورد رُز تراریخته نتایج نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری بین گیاهان تراریخته و غیرتراریخته در خصوص مورفولوژی و درصد زنده‌مانی و جوانه‌زنی دانه‌گرده مشاهده نشده است به منظور بررسی پراکندگی دانه گرده، به طور معمول گل‌هایی که دارای کلاله و دانه‌گرده رسیده هستند در مقابل پنکه درون گلخانه قرار می‌دهند. فاصله گل‌ها از پنکه ۵۰ سانتی‌متر و سرعت باد چهار متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

اسلایدهای میکروسکوپ آغشته به وازلین به‌صورت افقی از فاصله ۱۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری در هر ۱۰ سانتی‌متر قرار می‌گیرد. بعد از ۱۵ ساعت تعداد دانه‌های گرده‌های احتمالی که به اسلایده چسبیده هستند را محاسبه می‌کنند. بررسی پراکندگی دانه‌گرده در رُز تراریخته نتایج نشان داد که هیچ دانه‌گرده‌ای چه تراریخته و غیرتراریخته بر روی اسلایدها وجود نداشت. این نتیجه نشان داد که تراریخته بودن باعث افزایش تحرک دانه‌های گرده نشده است (Nakamura *et al*. 2011).

**شبیه‌سازی تلاقی با حشرات ناقل:** به منظور بررسی امکان انتقال ژن توسط حشرات در گیاهان تراریخته زینتی، تعدادی زنبور (*Bombus ignites*) در داخل اتاقک‌های توری دار حاوی گونه وحشی *R. Multiflora*، گیاهان میزبان (گیاهان غیرتراریخته) و لاین تراریخته قرار می‌دهند. بعد از ۲٤ ساعت گیاه وحشی *R. Multiflora* از اتاقک خارج و جنین‌ها برای تجزیه‌ی مولکولی بررسی می‌شوند. شبیه‌سازی تلاقی با ۵۰ عدد حشره و رُز تراریخته نشان دادکه از میان ۳۳ بذری که از این روش به‌دست آمد هیچ‌کدام تراریخته نبودند (Nakamura *et al* 2011).

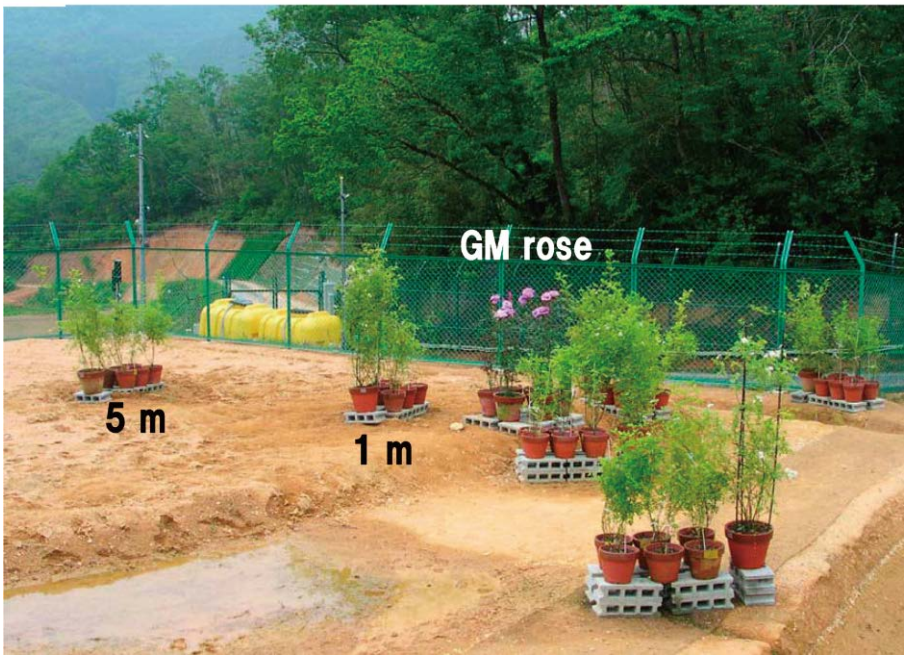
**شکل ۱**- تغییر رنگ گل به‌وسیله مهندسی ژنتیک با تولید دلفینیدین و ایجاد رنگ آبی سمت‌چپ رقم لاواند غیرتراریخته، سمت‌راست رز تراریخته با گلبرگ آبی قسمت وسط رز تراریخته با گلبرگ آبی کم‌رنگ حاوی مقادیر کم آنتوسیانین(Nakamura *et al* 2011)

**Figure 1-** Flower color changes by delphinidin production The pink-flowered rose cultivar Lavande (left) transgenic flower produced violet-colored (right) transgenic rose exhibited paler flower color and contained decreased amounts of anthocyanidin (center).



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]




**شکل ۲**- آزمایش مزرعه‌ای رز تراریخته جهت بررسی امکان دورگ‌گیری با رز وحشی *R. multiflora* (Nakamura *et al* 2011)

**Figure 2-** Natural crossing in the field. R. *multiflora* plants were placed at distances of 1 m and 5 m from the flowering plants of one of GM rose lines

**تلاقی طبیعی در شرایط مزرعه‌ای**: به منظور بررسی امکان تلاقی گیاهان زینتی تراریخته، در این حالت گونه غیرتراریخته در فواصل ۱ و ۵ متری گیاه میزبان و لاین تراریخته قرار می‌گیرد (شکل ۲). گیاهان برای مدت ۲۳ روز برای گرده افشانی طبیعی رها می‌شوند. میوه‌های گونه وحشی غیرتراریخته بعد از سه ماه برداشت و تجزیه می‌شوند. ارزیابی تلاقی در رُز تراریخته نشان داد که هیچ‌گونه تلاقی صورت نگرفته و فرزندان آن‌ها تراریخته نبودند (Nakamura *et al* 2011).

**اثر بقایای گیاهی**: به منظور بررسی هر گونه اثر بقایای تراریخته، لاین‌های تراریخته به‌همراه غیرتراریخته به طور معمول برای شش ماه در گلخانه‌های توردار و محیط آزاد کشت می‌شوند، سپس این گیاهان شخم‌زده می‌شوند. تعدادی بذر سبزی مثل کاهو در این ترکیب گیاهی و خاکی کشت می‌شود. جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بررسی‌هایی که در ژاپن در مورد رُز تراریخته انجام شد نشان داد که تفاوتی بین گیاهان میزبان و تراریخته از نظر میزان جوانه‌زنی در بذرهای کاهو مشاهده نشد (Nakamura *et al* 2011).

**میکروارگانیسم‌های خاک**: در بررسی اثر گیاه تراریخته بر روی میکروارگانیسم‌های خاک، ابتدا گیاه تراریخته به‌همراه میزبان کاشته می‌شود، سپس خاک‌هایی که گیاهان تراریخته و میزبان در آن کشت شده بودند جمع‌آوری می‌شود و برای میکروارگانیسم‌هایی چون باکتری، قارچ و اکتینومایسیت‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. خاک‌های جمع‌آوری شده از رُز تراریخته و غیرتراریخته نشان داد که تفاوتی در تعداد باکتری، قارچ و اکتینومایسیت مشاهده نشد، که نشان دهنده عدم وجود ترکیبات سمی در رُز تراریخته بود (Nakamura *et al* 2011).

**بقایای اگروباکتریوم**: یکی از ملاحظاتی که در خصوص گیاهان تراریخته وجود دارد حضور آگروباکتریوم در بافت گیاهی است. به منظور بررسی آن ابتدا چند گرم از بافت گیاه میزبان و تراریخته پودر می‌شود، به‌دنبال آن مقداری آب استریل به آن اضافه می‌شود. سپس این محلول روی محیط LB حاوی آنتی‌بیوتیک‌های مناسب رشد داده می‌شود. بعد از سه روز تعداد کلونی‌ها شمارش می‌شود و حضور باکتری مشخص می‌شود (Nakamura *et al* 2011).

**ارزیابی احتمال خطر میخک تراریخته**

استرالیا یک راهبرد ملی را برای بیوتکنولوژی کشاورزی دنبال می‌کند و ارزیابی احتمال خطر به‌عنوان جزیی از فرآیند قانونمندسازی است (OGTR, 2005). استرالیا همچنین به‌عنوان نقطه پیدایش گیاهان زینتی تراریخته، توانست میخک‌های



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

تراریخته با رنگ جدید تولید کند (شکل ۳) (Potrea 2007)، که خلاصه‌ای از احتمال خطر اکولوژی آن در سایت http://www.ogtr.gov.au آورده شده است.

چهار مورد از خطرهای احتمالی که برای انسان و محیط زیست از ناحیه میخک‌های تراریخته عنوان شده‌اند عبارتند از: ۱) احتمال سمیت و حساسیت‌زایی برای انسان ۲) احتمال سمیت برای سایر موجودات ۳) احتمال علف هرزی شدن ٤) احتمال انتقال ژن به سایر موجودات.

**شکل ۳**- کشت تجاری میخک و رز تراریخته. ۱) انتخاب سالیانه میخک‌های تراریخته ۲و٤) کشت تجاری میخک‌های تراریخته ۳) رزهای تراریخته ٥) فرایند پس از برداشت ارقام مختلف میخک تراریخته ٦) ارزیابی کیفیت میخک‌های تراریخته (Nakamura *et al* 2011).

**Figure 3-** Commercial production of genetically modified (GM) Carnation and Rose. Plates show annual selection of GM carnation (1), commercial planting of GM carnation (2, 4) and rose (3); post-harvest processing of different GM carnation varieties (5) and post-harvest quality control of carnation (6).



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

میخک‌ها به‌علت کشت بیش از ۲۰۰۰ ساله خود، خویشاوندان زیادی دارند. به منظور بررسی سمیت میخک تراریخته، آزمایش‌هایی با استفاده از لاین‌های سلولی انسانی و تغذیه روی موش به‌مدت ۱٤ روز انجام شد، نتایج نشان داد که میخک تراریخته اثر منفی روی تغذیه موش ندارد (OGTR 2005). برای تعیین اثر سمیت روی سایر گیاهان، اثر عصاره بافتی میخک تراریخته نیز روی رویش دانه و رشد گیاهچه در کاهو و کلم مورد آزمایش قرار گرفت، و هیچ اثر منفی در جوانه‌زنی مشاهده نشد. به منظور بررسی میخک تراریخته بر روی موجودات ناحیه ریزوسفر نیز شمارش تعداد باکتری و قارچ در اطراف گیاه تراریخته و شاهد انجام شد، و اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تراریخته یافت نشد (OGTR 2005).

در ارزیابی‌ها احتمال علف‌هرزی شدن میخک، مشخص شد که میخک‌ها به‌صورت رایج به‌عنوان گونه مهاجم و علف‌هرز محسوب نمی‌شوند. آزمایش‌ها نشان داد که امکان هیبرید بین میخک‌ها با گونه بومی آن وجود ندارد، فقط گونه *Silene vulgaris* به‌عنوان علف‌هرز برای میخک شناخته شده است (OGTR 2005). گرده افشانی در میخک توسط حشرات انجام می‌شود و گرده‌های آن‌ها قابلیت انتقال توسط باد را ندارند و به دلیل عدم وجود سیستم‌های تکثیر رویشی (اندام‌هایی نظیر استولن، ریشه، غده، پیاز و یا رانر) توسط خود گیاه امکان گسترش هم وجود ندارد (Chandler *et al* 2008). لازم است در ارزیابی احتمال خطر مشخص شود که اگر جریان ژنی اتفاق افتد آیا گلبرگ آبی رنگ اثری روی گرده‌افشان‌ها یا گیاهان دارند، اگرچه تاکنون این مسئله به‌صورت مستقیم به اثبات نرسیده است. از آن‌جاکه فرآیند تکامل بذر در میخک حداقل پنج هفته طول می‌کشد تکامل بذر روی شاخه‌های بریده وارداتی امکان پذیر نیست، زیرا گل‌های شاخه بریده حداکثر سه تا چهار هفته در دست مشتری زنده می‌مانند. مرکز تنوع زیستی میخک، جنوب اروپا است و *D.caryophyllus* تنها گونه وحشی است که در نواحی ساحلی مدیترانه‌ای یافت می‌شود. تاکنون گزارشی مبنی بر این‌که میخک به‌صورت یک گیاه علفی رشد نماید مشاهده نشده است (Hughes 1991).

OGTR نتیجه‌گیری کرد که خطرهای ناشی از تجاری‌سازی میخک‌های تراریخته باگلبرگ‌های ارغوانی یا آبی بنفش، بعید است که اثری روی سلامتی و ایمنی مردم داشته باشد (OGTR 2005). چنانچه ملاحظه می‌شود به طور معمول بین ملاحظات ابراز شده از سوی مخالفین مهندسی ژنتیک و نتایج‌حاصل از بررسی‌های تجزیه احتمال خطرِ علمی، تفاوت فاحش وجود دارد. با وجود این‌که ملاحظات ابراز شده، به طور معمول نگران کننده و حتی گاهی وحشت‌آفرین هستند ولی پژوهش‌های دقیقِ علمی، بی‌اساس بودن این ملاحظات را نشان داده و بر ایمنی کامل محصولات تراریخته به طور عام و گل‌های زینتی تراریخته به طور خاص صحه می‌گذارند.

**جدول ۲**- آزمایش‌های میدانی گیاهان زینتی تراریخته

**Table 2-** Field trial for Genetically-Modified Ornamental Plants

| گیاه<br>Plant | صفت<br>Trait | آزمایش میدانی<br>Field trial | کشور<br>Country |
|---|---|---|---|
| میخک | رنگ گل، افزایش طول عمر گل/Flower of Life, Color | 1992 | استرالیا |
| رز هیبرید | رنگ گل/Flower Color | 2006 | استرالیا |
| بگونیا | رنگ گل/مقاومت به علف کش/Flower Color, Resistance to herbicide | 2003 | امریکا |
| نارون امریکایی | تحمل به خشکی/Tolerance to drought | 2003 | امریکا |
| آنتوریوم | تحمل به خشکی/Tolerance to drought | 2006 | امریکا |
| گل همیشه بهار | کیفیت/Quality | 2002 | امریکا |
| گل اطلسی | افزایش طول عمر/Enhanced to flower of life | 1996 | امریکا |
| آزالیا | تحمل به تنش/Stress tolerance | 2000 | امریکا |
| میخک | رنگ گل/ Flower Color | 1997 | اتحادیه اروپا |
| میخک | رنگ گل/ Flower Color | 2004 | ژاپن |



[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

## نتایج و بحث

بیوتکنولوژی می‌تواند صفت‌های جدیدی را در گیاهان زینتی ایجاد کند که با روش‌های مرسوم دورگ‌گیری امکان‌پذیر نیست، پیش‌بینی می‌شود که صنعت تولید و تبادل گیاهان زینتی در آینده‌ای نه‌چندان دور با تحولی شگرف روبه‌رو شود. این تحول مرهون نقش مهندسی ژنتیک خواهد بود. تجاری سازی گیاهان تراریخته زینتی هم سوالاتی را درمورد احتمال اثرهای منفی این گیاهان در مدیریت اکوسیستم به‌وجود آورده است. ارزیابی‌های احتمال خطر باید هم خطرها و هم راه‌های در معرض قرارگیری را با استفاده از اطلاعات علمی مشخص کنند (Johnson P, Riordan, 1999). این ارزیابی‌ها زمانی‌که محاسبه‌های عدم قطعیت و فرضیه‌های اساسی شفاف نباشند، ضعیف محسوب می‌شوند. رویکرد ارزیابی احتمال خطر باید به‌صورت مورد به مورد و مبتنی بر علم محوری باشد تا هماهنگی در قانونمندسازی محصولات تراریخته در بین کشورها ایجاد کند (Goven 2006). هیچ یک از فناوری‌هایی که ما امروزه آن را می‌شناسیم، بدون احتمال خطر نبوده و بیوتکنولوژی هم به‌عنوان سومین تحول بزرگ در فناوری دنیا از این قاعده مستثنی نیست. از زمان ظهور این فناوری تا به‌حال چالش‌ها و بحث‌های جنجال برانگیزی برعلیه آن مطرح شده است که بی‌مبنا بودن آن‌ها پس از گذشت بیش از سیزده سال از کشت متراکم و مصرف این قبیل محصولات، بی‌نیاز از توضیح می‌کند. اگرچه، به‌نظر می‌رسد که سطح آگاهی عمومی هنوز با این فناوری هم‌ساز نیست و رواج اطلاعات موهوم و غلط در مورد خطرات اثبات نشده این قبیل گیاهان و فناوری مورد استفاده هم‌چنان استمرار دارد. بنابراین جامعه دانشمندان، رسانه‌های عمومی و به‌ویژه سیاست‌مداران و تصمیم سازان کلان کشورها و جوامع به‌ویژه در جهان در حال توسعه باید با نگرش منطقی، علمی و بدون هیچ ادعای اغراق‌آمیز نسبت‌به توسعه این فناوری و آگاه‌سازی عمومی اقدام کنند. به هر حال تاکنون هیچ مدرکی دال بر مضر بودن گیاهان تراریخته برای انسان، موجودات دیگر و محیط زیست ارایه نشده است. در عین حال و برای ایجاد اطمینان کافی در مصرف‌کنندگان، آزمایش‌های اکولوژیکی- زراعی جامع و در سطح وسیع برای ارزیابی اثرهای آن‌ها قابل توصیه است.

## منابع


**Azadi P, Chin DP, Kuroda K, Khan RS, Mii M. 2010a.** Macro elements in inoculation and co-cultivation medium strongly affect the efficiency of Agro bacterium-mediated transformation in Lilium. Plant Cell Tissue Organ Cult 101: 201–209

**Azadi P, Ntui VO, Supaporn H, Khan RS, Chin DP, Nakamura I, Mii M. 2011.** Increased resistance to Cucumber Mosaic Virus (CMV) in Lilium transformed with a defective CMV replicase gene. Biotechnology Letters doi: 10.1007/s10529-011-0550-7

**Azadi P. 2010.** Commercial production of Genetically-Modified Ornamental Plants. Biosafety 2: 51-66(In Farsi with English abstract).

**Brand M H. 2006. Ornamental plant transformation. In: Li, Y., and Pei, Y.2006.** Plant Biotechnology in Ornamental Horticulture.Haworth Food and Agricultural Products Press, New York, New York. Pages 27–50.

**Chandler S, Tanaka Y. 2007.** Genetic modification in floriculture. Crit. Rev. Plant Sci 26: 169–197

**Ghareyazi B. 2008.** Social and economic considerations and requirements for the use of transgenic

**Goven J. 2006.** Processes of inclusion, cultures of calculation, and structures of power. Scientific citizenship and the Royal Commission on Genetic Modification. Sci. Tech. and Human Values 31: 565–5

**Iwata H. 2004.** Protein and gene participating in perpetual blooming of angiosperm. Patent Publication Number WO/2004/070036.

**James C .2011.** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: ISAAA Briefs. No. 42

**Johnson K L, Raybould A J, Hudson M D, Poppy G M. 2007.** How does scientific risk assessment of GM crops fit within the wider risk analysis? Trends Plant Sci. 12: 1–5

**Johnson P, Riordan R. 1999.** A review of issues pertaining to transgenic turfgrasses. HortScience 34: 594–598.

**Johnson P, Riordan R. 1999.** A review of issues pertaining to transgenic turfgrasses. HortScience 34: 594–598

**Katsumoto Y, Fukuchi-Mizutani M, Fukui Y, Brugliera F, Holton T. A, Karan M, Nakamura N, Yonekura-Sakakibara K, Togami J, Pigeaire A, Tao GQ, Nehra NS, Lu CY, Dyson BK, Tsuda S, Ashikari T, Kusumi T, Mason JG and Tanaka Y. 2007.** Engineering of the Rose Flavonoid Biosynthetic Pathway Successfully Generated Blue-Hued Flowers Accumulating Delphinidin. Plant Cell Physiol. 48: 1589–1600

**Nakamura N, Fukuchi-Mizutani M, Katsumoto Y, Togami J, Senior M, Matsuda Y, Furuichi K, Yoshimoto M, Matsunaga A, Ishiguro K, Aida M, Tasaka M, Fukui H, Tsuda S, Chandler S, Tanaka Y. 2011.** Environmental risk assessment and field performance of rose (Rosa_hybrida) genetically modified for delphinidin production Plant




[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]

Biotechnology 28: 251–261
**OGTR (Office of the Gene Technology Regulator). 2005.** Risk Analysis Framework. Commonwealth of Australia, Canberra, Australia, http://www. ogtr.gov.au
**Potera C. 2007.** Blooming biotech. Nature Biotech. 25: 963–965
**Shibata, M. 2008.** Importance of genetic transformation in ornamental plant Wilkinson M J, Sweet J, Poppy G M. 2003. Risk assessment of GM plants: Avoiding gridlock? Trends Plant Sci. 8: 208–212
**Tohidfar M, Malik N. 2008.** Risk assessment of food derived from genetic engineering: gene horizontal to bactria. Biosafety 1: 5-9 (In Farsi with English abstract)
**Tohidfar M, Nakoda B, Maliki N, Abdini R. 2008.** Environmental Risk of Transgenic plant and Risk management. Biosafety 2: 57-67(In Farsi with English abstract).
**Tohidfar M, Ranema H, Gahreyazi B, Moghtari F. 2008.** Guideline to food derived from genetic engineering, Nozhoor Press, pp 100(In Farsi with English abstract)
**Williams C G .2005.** Framing the issues on transgenic forests. Nature Biotech. 23: 530–532.

[ Downloaded from gebsj.ir on 2025-06-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.25885073.1392.2.2.1.7 ]