مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی
دوره اول، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۱
صفحه ۱۰۳-۱۱۲

بررسی مولکولی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت وارداتی به ایران

لیلا سرمدی[۱]، عباس عالم‌زاده[۲]* و بهزاد قره‌یاضی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استادیار بخش زراعت و اصلاح نباتات
دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران
* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:alemzadeh@shirazu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۳ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲٤)

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت وارداتی به کشور با استفاده از روش‌های مولکولی صورت گرفته است. به همین منظور ۵ نمونه ذرت وارداتی به نام‌های AGIOS SOSTIS، IRON LINDREW، INCEILGAZ، PREVENTER و MASTROGIORGIS از کشور آرژانتین از بندر امام خمینی در ماهشهر از گمرک کشور دریافت شد. با استفاده از آغازگرهای اختصاصی برای نواحی تنظیمی پیشبر *CaMV 35S* و پایان‌دهنده *nos* طی واکنش پی‌سی‌آر وضعیت تراریخته بودن یا نبودن نمونه‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از ژن اینورتاز که در ژنوم تمام ارقام ذرت وجود دارد به عنوان کنترل داخلی استفاده شد. نتایج نشان داد که دانه‌های ذرت وارداتی از کشور آرژانتین تراریخته هستند و در ژنوم خود نواحی تنظیمی پیشبر *CaMV 35S* و پایان دهنده *nos* را دارند. با توجه به پیوستن ایران به پروتکل ایمنی‌زیستی کارتاهنا، باید در برگه ثبت مشخصات مواد گیاهی وارداتی، وضعیت تراریختگی آنها مشخص شود اما در اسناد همراه با دانه‌های ذرت وارداتی هیچ‌گونه اظهاری در مورد تراریخته بودن این دانه‌ها در برگه‌های ثبت مشخصات آنها وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی

ایمنی زیستی
پروتکل کارتاهنا
ذرت
گیاهان تراریخته
واردات

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، بزرگترین چالش در دنیا تامین غذا و امنیت آن است. به دنبال افزایش جمعیت، رقابت برای زمین، آب و سایر منابع تولید، بشر را به راهکارهای جدیدی به منظور تولید غذای بیشتر و با کیفیت‌تر رهنمون می‌سازد (Bertoni and Marsan. 2005; British Medical Association. 2004). بدیهی است که تامین غذای این جمعیت در حال رشد در عصر حاضر، تنها با استفاده از روش‌های سنتی میسر نبوده و انسان ناگزیر از بکارگیری دانش و فناوری‌های نو در جهت افزایش تولیدات کشاورزی است. از مهمترین دستاوردهای مهندسی ژنتیک در زمینه کشاورزی، تولید گیاهان تراریخته[1] هستند که با استفاده از آنها می‌توان غذای جمعیت رو به رشد جهان را تامین کرد. در واقع بیوتکنولوژی نوین از راهکارهایی است که با دستاوردهای مفید در زمینه کشاورزی از جمله گیاهان تراریخته منجر به تولید محصول بیشتر و غذای کافی و ایمن‌تر برای انسان و دام شده است (James. 2011). ظهور گیاهان تراریخته در عرصه کشاورزی به‌منظور تامین مواد غذایی با داشتن صفات مطلوب، علاوه بر افزایش عملکرد در واحد سطح و تولید بیشتر، نقش ویژه‌ای در کاهش هزینه‌های تولید و استفاده کمتر از مواد شیمیایی داشته است. طبق تازه‌ترین گزارش سرویس بین‌المللی برای دستیابی و استفاده از بیوتکنولوژی کشاورزی (ISAAA)[2] در شانزدهمین سال تجاری سازی این محصولات (از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۱)، سطح زیر کشت محصولات تراریخته در دنیا با رشد هشت درصدی نسبت به سال ۲۰۱۰ از ۱۴۸ میلیون هکتار، به ۱۶۰ میلیون هکتار رسیده است (James. 2011). در سال ۲۰۱۱ چهار محصول تراریخته اصلی تجاری‌سازی شده یعنی ذرت، سویا، کلزا و پنبه به بالاترین میزان سطح زیر کشت خود رسیدند (James. 2011). به‌طوری که بیش از ۹۸ درصد گیاهان تراریخته تولیدی در دنیا را این چهار محصول تشکیل می‌دهند. پیش‌بینی می‌شود که سطح زیر کشت محصولات تراریخته تا سال ۲۰۱۵ به حدود ۲۰۰ میلیون هکتار برسد (James. 2011). طی پژوهش‌های مختلف مشخص شده است که در جوامع مختلف از جمله ایران مردم نسبت به این گیاهان نظر مثبتی دارند (Zare and Alemzadeh. 2011; Rastgoo and Alemzadeh, 2010; Gomrok *et al*. 2009).

دانه‌های روغنی از جمله محصولات استراتژیک و با ارزش کشاورزی است که دستخوش این تغییرات قرار گرفته است و بیشترین سطح زیر کشت گیاهان تراریخته را به خود اختصاص داده است. از جمله می‌توان به دانه‌های روغنی اشاره کرد که در آنها الگوی اسیدهای چرب به‌وسیله روش‌های جهش‌زایی مرسوم و یا روش‌های دی.ان.ای نوترکیب تغییر یافته است و یا دانه‌های روغنی که مقاوم به علف‌کش شده‌اند (Sarad *et al*. 2004).

کشور ما، یکی از بزرگترین مصرف‌کننده‌های روغن و دانه‌های روغنی با سرانه مصرف بالا نسبت به میانگین جهانی، بیش از ۸۰ درصد نیاز دانه‌های روغنی خود را از طریق واردات تامین می‌کند و عمده این واردات را از کشورهایی انجام می‌دهد که بیشترین سطح زیر کشت گیاهان تراریخته را به خود اختصاص داده‌اند. واردات دانه ذرت به کشور بعد از دانه سویا و پنبه دانه، بیشترین میزان واردات را تشکیل می‌دهد. قابل توجه است که ۳۲ درصد سطح زیر کشت این گیاه، از ۱۵۹ میلیون هکتار ذرت کشت شده در دنیا، تراریخته است (James. 2011). با توجه به این که بخش عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور به صورت وارداتی تأمین می‌شود و سالانه بخش زیادی از محصولات وارداتی از بزرگترین کشورهای تولید کننده محصولات تراریخته انجام می‌شود، با کشت گیاهان تراریخته در داخل به روش علمی و تایید شده، نه تنها از خروج میزان زیادی ارز از کشور جلوگیری می‌شود بلکه می‌تواند به عنوان یکی از قدم‌های اصلی برای رسیدن به خودکفایی در زمینه تولید دانه‌های روغنی مورد توجه قرار گیرد (Rajaie. 2010).

با توجه به ورود گیاهان تراریخته، محصولات و فرآورده‌های آنها به عرصه تجارت بین‌المللی، صادرات و واردات این گیاهان به طور گسترده‌ای در جهان صورت می‌گیرد که به موازات آن پژوهش‌های زیادی نیز در کشورهای مختلف به منظور ردیابی این گیاهان و محصولات آنها در محموله‌های وارداتی صورت گرفته است. طی پژوهشی که در سال ۲۰۱۰ در آفریقای جنوبی به

1- Transgenic plants
2- International Service for the Acqusition of Agri-Biotech Applications

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

منظور ردیابی گیاهان تراریخته صورت گرفت هیچ سویای تراریخته‌ای که کشت شود یافت نشد اگر چه نتایج نشان دادند که سویای تراریخته غیر قانونی وارد شده است (Marx. 2010). در سال ۲۰۰۶ طی پژوهشی در کره جنوبی مشخص شد که طی حمل و نقل دانه‌های وارداتی سویای تراریخته، تعدادی گیاهان سویای تراریخته در اطراف جاده‌های اطراف بندر اینچون (Incheon Port) مشاهده شد که احتمال دارد در اثر پخش دانه‌های تراریخته وارداتی بوجود آمده بودند (Kim *et al*. 2006). طی پژوهش دیگری از ۸ استان مختلف کره جنوبی نمونه‌های سویا و ذرت جمع‌آوری شد و از لحاظ تراریختگی مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج نشان دادند در مزارع سویا و ذرت تراریخته کشت نمی‌شود اما چندین گیاه ذرت تراریخته از کنار جاده‌ها جمع‌آوری شد که احتمال دارد در زمان انتقال دانه‌های ذرت تراریخته در محیط پخش شده‌اند (Lee *et al*. 2009).

هدف از انجام این پژوهش بررسی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت وارداتی به کشور بود. به همین منظور ۵ نمونه ذرت وارداتی از گمرک بندر امام خمینی دریافت و همراه با یک نمونه غیرتراریخته داخلی با استفاده از آغازگرهای اختصاصی برای نواحی تنظیمی با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلیمراز مورد بررسی مولکولی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

به‌منظور ارزیابی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت وارداتی، ۵ نمونه دانه ذرت وارداتی که در شش ماهه دوم سال ۱۳۸۹ وارد کشور شده بود، به نام‌های AGIOS SOSTIS، LINDREW IRON، INCEILGAZ، PREVENTER و MASTROGIORGIS از کشور آرژانتین که بعد از آمریکا و برزیل، بیشترین سطح زیر کشت گیاهان تراریخته را در دنیا دارا است، از گمرک بندر امام خمینی دریافت شد. همچنین نمونه دانه ذرت داخلی به‌عنوان شاهد تهیه شد. نمونه برداری به طریق توده‌ای و کاملا تصادفی از هر بسته، حدود صد گرم انجام شد. نمونه‌برداری طبق استاندارد ایزو (ISO 21568)، متناسب با تعداد بسته در هر محموله انجام شد (جدول ۱). در بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد، دانه‌های وارد شده به کشور طبق اسناد و مدارک همراه آنها، به نام کشتی حامل آنها وارد می‌شوند و نام و برچسبی که نشانی از تراریخته‌بودن یا غیر تراریخته‌بودن آنها باشد، وجود ندارد.

استخراج و خالص‌سازی دی.ان.ای ژنومی

دی.ان.ای ژنومی بر اساس پروتکل پایه CTAB[3] به روش سقایی‌معروف[4] و همکاران (۱۹۸٤) از دانه‌های پودر شده در ازت مایع استخراج شد. روش CTAB طبق استاندارد ایزو (ISO 21571) روش مناسبی برای استخراج دی.ان.ای دانه‌های ذرت است (Hemmer. 1997). سپس دی.ان.ای حاصل با اتانول رسوب داده شد.

طراحی آغازگر و واکنش زنجیره‌ای پلیمراز

به‌منظور شناسایی تراریختگی نمونه‌ها، برای نواحی تنظیمی پیشبر *CaMV 35S*[5] و پایان دهنده *nos*[6] که در بیشتر گیاهان تراریخته (به‌ویژه ذرت و سویا) وجود دارند، آغازگرهای اختصاصی طراحی شد. این دو عنصر ژنتیک تقریبا در همه گیاهان تراریخته وجود دارند (Ahmed. 2002; Anklam *et al*. 2002; Hemmer. 1997). به منظور شناسایی و غربال کردن ذرت‌های تراریخته، از جفت آغازگر (35S-1/35S-2) برای توالی پیشبر *CaMV 35S* و از جفت آغازگر (HA-nos 118-f /HA-nos 118-r) برای پایان دهنده *nos* استفاده شد. از ژن اینورتاز[7] نیز به‌عنوان ژن شناسایی دی.ان.ای ژنومی ذرت (کنترل داخلی) استفاده شد که برای تکثیر آن از جفت آغازگر (IVR1-F/IVR2-R) استفاده شد (Ehlers *et al*. 1997). آغازگرهای مورد استفاده در این پژوهش به همراه ناحیه مورد هدف آنها بر روی دی.ان.ای مورد بررسی در (جدول ۲) نشان داده شده‌اند. عمل تکثیر با استفاده از این آغازگرها در حجم ۲۰ میکرولیتر واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (شامل ۱۰ mM تریس، ۵۰ mM کلرید پتاسیم، ۱/۵ mM کلرید منیزیم، ۲۰۰ µM از هر یک از dNTPها، ۰/۳ µM از هر یک از آغازگرها، ۱ واحد

3- Cetyltrimethyl ammonium bromide
4- Saghai-Maroof
5- Cauliflower Mosaic Virus
6- Nopalin synthase
7- *Invertase*

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

جدول ۱- نمونه‌برداری طبق استاندارد ایزو (ISO 13690 & ISO 21568).

Table 1- sampling according to ISO standards (ISO 21568 & ISO 13690).

تعداد بسته‌ها در هر محموله	تعداد نمونه‌ها از هر بسته
تا ۱۰ بسته	برداشتن از هر بسته
۱۰ تا ۱۰۰ بسته	از ۱۰ بسته به طور تصادفی
بیشتر از ۱۰۰ بسته	گرفتن ریشه مربع از کل بسته‌ها (ISO 13690)

جدول ۲- آغازگرهای استفاده شده به همراه ناحیه هدف آنها و طول قطعه‌ای که تکثیر می‌شود.

Table 2- Sequences of primers, target DNA, and amplicon length used in this study.

آزمون	آغازگر	توالی (۵' به ۳')	توالی دی.ان.ای هدف	اندازه تکثیر شده (جفت باز)
شناسایی دی.ان.ای ذرت	IVR1-F	CCGCTGTATCACAAGGGCTGGTACC	*Invertase* gene	226
	IVR2-R	GGAGCCCGTGTAGAGCATGACGATC		
غربالگری تراریخته بودن	35S-1	GCTCCTACAAATGCCATCA	P-35S	195
	35S-2	GATAGTGGGATTGTGCGTCA		
	HA-nos 118-f	GCATGACGTTATTTATGAGATGGG	T-nos	118
	HA-nos 118-r	GACACCGCGCGCGATAATTTATCC		

آنزیم دی.ان.ا پلیمراز و µg ۱ از دی.ان.ای ژنومی) برای آغازگر (IVR1-F/IVR2-R) تحت چرخه حرارتی ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۶۵/۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه انجام شد. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز برای آغازگر (35S-1/35S-2) تحت چرخه حرارتی ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۵۱/۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه انجام شد. همچنین واکنش زنجیره‌ای پلیمراز برای آغازگر (HA-nos 118-f/ HA-nos 118-r) تحت چرخه حرارتی ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۶۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه انجام شد. ۳۵ بار چرخه‌ها تکرار شد و بعد از آن قطعات برای تکثیر نهایی به مدت ۱۰ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

نتایج و بحث

در این پژوهش با بکارگیری آغازگرهای اختصاصی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز که روشی با دقت و سرعت بالا برای شناسایی گیاهان تراریخته است، بررسی شد (Bellocchi *et al*. 2008; Zel *et al*. 2008; Marmiroli *et al*. 2008; Lipp *et al*. 2001; Meyer. 1999). با استفاده از جفت آغازگر اختصاصی به منظور تکثیر ژن رمز کننده اینورتاز به عنوان کنترل داخلی یک قطعه ۲۲۶ جفت بازی از ژنوم ذرت‌های مورد آزمایش تکثیر شد (شکل ۱). در بررسی وضعیت تراریختگی دانه‌های ذرت وارداتی با استفاده از آغازگرهای اختصاصی برای دو ناحیه پیشبر *CaMV 35S* و پایان دهنده *nos* طی واکنش پی.سی.آر اقدام به تکثیر قطعاتی از این دو ناحیه شد. نتایج نشان دادند که ۵ نمونه دانه ذرت وارداتی از کشور آرژانتین تراریخته هستند (شکل ۲ و ۳). بر اساس نتایج

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

جدول ۳- انواع ذرت‌های تراریخته ثبت شده در کشور آرژانتین.

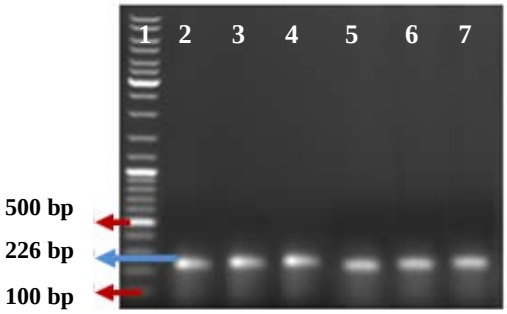
Table 3- Transgenic corns were planted in Argentina.

کد شناسه	نام موجود	موجود تراریخته	مشخصات
۱٤۷۵۰	MON 810	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری و آفات با استفاده از ژن *cry1Ab*
٤۳۷۷۳	MON 89034	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری و آفات با استفاده از ژن‌های *cry1A.105* و *cry2Ab2*
۱۵۱۰٦	MON 88017	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری، آفات و علف‌کش گلایفوسیت با استفاده از ژن‌های *cry3Bb1* و *cp4 epsps*
۱٤۷۹۷	Bt 11	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری، آفات و علف‌کش گلیفوسینات آمونیوم با استفاده از ژن‌های *pat* و *cry1Ab*
۱٤۷۷٦	NK 603	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به علف‌کش گلایفوسیت با استفاده از ژن *cp4 epsps*
۱۰۰۸۸۵	MIR 162	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری و آفات با استفاده از ژن *vip3Aa20*
۱٤۷۹٤	GA 21	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به علف‌کش گلایفوسیت با استفاده از ژن *epsps*
۱٤۷۵۱	Bt 176	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری، آفات و علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم با استفاده از ژن *pat* و *cry1Ab*
۱٤۷۷۰	DBT 418	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری، آفات و علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم با استفاده از ژن‌های *pat* و *cry1Ac*
۱٤۸٤۱	TC 1507	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به بیماری، آفات و علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم با استفاده از ژن‌های *pat* و *cry1Fa2*
۱٤۷٦٦	T14	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم با استفاده از ژن *pat*
۱٤۷٦۷	T25	*Zea mays* - Maize, Corn	ذرت مقاوم به علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم با استفاده از ژن *pat*

بدست آمده مشخص شد که ۳ نمونه از ۵ نمونه دانه‌های ذرت وارداتی از کشور آرژانتین، به نام‌های (۳) AGIOS SOSTIS، (۵) INCEILGAZ و (۷) MASTROGIORGIS در ژنوم خود حاوی توالی پیشبر *CaMV 35S* (قطعه ۱۹۵ جفت بازی) و پایان دهنده *nos* (قطعه ۱۱۸ جفت بازی) هستند (شکل ۲ و ۳) و ۲ نمونه از دانه‌های ذرت وارداتی به نام‌های (٤) IRON LINDREW و (٦) PREVENTER در ژنوم خود دارای پایان دهنده *nos* و فاقد پیشبر *CaMV 35S* بودند (شکل ۳). طبق اطلاعات ثبت شده در اتاق تهاتر ایمنی‌زیستی[8]، ذرت‌های تراریخته از کشور آرژانتین که در ساختار ژنوم خود دارای پیشبر *CaMV 35S* و پایان دهنده *nos* هستند، ذرت‌های تراریخته (MON 810 (YieldGard، MON 89034، MON 88017، Bt 11 و NK 603 هستند (جدول ۳). در حالی که بیش از ۸۰ درصد زمین‌های زیر کشت ذرت در دنیا، از ذرت‌های MON 810 پوشیده شده است و کشت این لاین

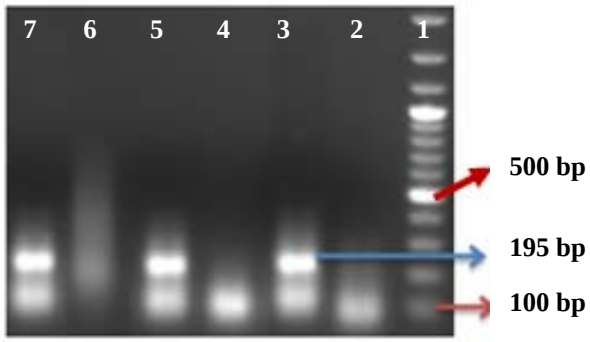
8- Biosafety Clearing-House (BCH)

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]



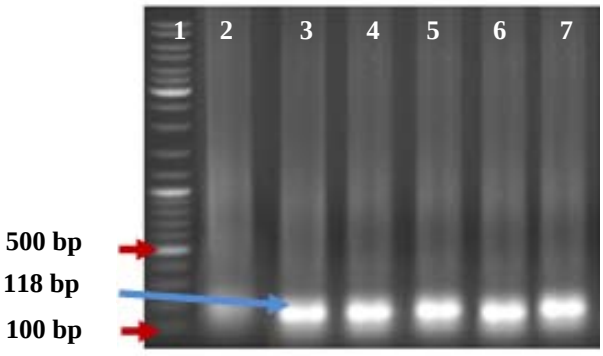
شکل ۱- شناسایی ژن اینورتاز در ژنوم نمونه‌های ذرت مورد بررسی با استفاده از جفت آغازگر IVR1-F/ IVR2-R. ۱. نشانگر انـدازه bp ۱۰۰، ۲. کنترل منفی از ذرت داخلی غیر تراریخته، ۳-۷. نمونه‌های ذرت وارداتی مورد آزمایش.

Figure 1- Detection of *invertase gene* in DNA from maize seeds using IVR1-F/ IVR2-R primers. 1. 100 bp size marker, 2. Non transgenic maize as negative control, 3. Imported maize seeds.



شکل ۲- شناسایی توالی پیشبر *CaMV 35S* در ژنوم نمونه‌های ذرت مورد بررسی با استفاده از جفت آغازگر 35S-1/35S-2. ۱. نشانگر انـدازه bp ۱۰۰، ۲. کنترل منفی از ذرت داخلی غیر تراریخته، ۳- ۷. نمونه ذرت مورد آزمایش.

Figure 2- Detection of *CaMV 35S* promoter in DNA from maize seeds using 35S-1/35S-2 primers. 1. 100 bp size marker, 2. Non transgenic maize as negative control, 3. Imported maize seeds.

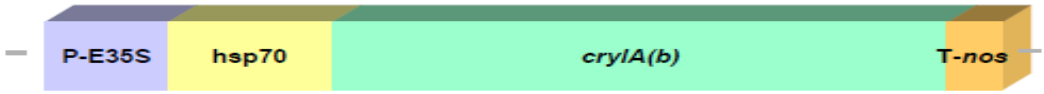


شکل ۳- شناسایی توالی پایان دهنده *NOS* در ژنوم نمونه‌های ذرت مورد بررسی با استفاده از جفت آغازگر HA-nos 118-f /HA-nos 118-r. ۱. نشانگر اندازه bp ۱۰۰، ۲. کنترل منفی از ذرت داخلی غیر تراریخته، ۳-۷. نمونه ذرت‌های وارداتی.

Figure 3- Detection of *NOS* terminator in DNA from maize seeds using HA-nos 118-f /HA-nos 118-r primers. 1. 100 bp size marker, 2. Non transgenic maize as negative control, 3. Imported maize seeds.

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]



شکل ٤- کاست ژنی MON 810. ساختار ژنی استفاده شده برای انتقال به ذرت (Aguilera *et al.* 2003).

Figure 4- Construct MON 810. The construct used for the transformation of maize.

به طور تجاری هر ساله در حال افزایش است (Singh *et al.* 2007)، احتمال می‌رود که ذرت‌های تراریخته مورد استفاده در این پژوهش که هم دارای ناحیه پیشبر *CaMV 35S* و هم دارای پایان دهنده *nos* هستند، از ذرت MON 810 گرفته شده باشند. این لاین با داشتن ژن *cry1A(b)* مقاومت اختصاصی به کرم ساقه خوار اروپایی ذرت (*Ostrinia nubilalis*) دارد (Bruderer and Leitner. 2003). نمایش شماتیکی ساختار ژنی منتقل شده به ذرت MON 810 در شکل ٤ آورده شده است (Aguilera *et al.* 2008). طبق اطلاعات ثبت شده در اتاق تهاتر ایمنی‌زیستی، به احتمال زیاد نمونه‌های ٤ و ٦ که دارای پایان دهنده *nos* هستند اما فاقد پیشبر *CaMV 35S* هستند، از ذرت تراریخته MIR 162 که مقاوم به حشرات است یا GA 21 که مقاوم به علف‌کش گلایفوسیت است گرفته شده‌اند (جدول ٣). این دو ذرت آرژانتینی در ژنوم خود فاقد پیشبر *CaMV 35S* و دارای پایان دهنده *nos* هستند. سایر ذرت‌های تراریخته از کشور آرژانتین، به نام‌های Bt 176 مقاوم به کرم ساقه خوار اروپایی در ساختار ژنوم خود دارای T-35S و P-35S، DBT 418 مقاوم به کرم ساقه خوار اروپایی در ساختار ژنوم خود دارای T-Tr7 و P-35S، TC 1507 مقاوم به حشرات و علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم در ساختار ژنوم خود دارای T-35S و P-35S، T14 و T25 مقاوم به علف‌کش گلیفوسینیت آمونیوم در ساختار ژنوم خود دارای T-35S و P-35S هستند (جدول ٣).

با توجه به این که دستاوردهای مهندسی ژنتیک که مهمترین آنها در زمینه کشاورزی گیاهان تراریخته هستند، می‌تواند در کمترین زمان ممکن بسیاری از محدودیت‌ها را در ایجاد خصوصیات جدید و کمیت و کیفیت بهتر محصولات غذایی از سر راه بردارد، این فناوری به سرعت جایگاه ویژه‌ای را در کشورهای بزرگ تولید کننده محصولات کشاورزی در دنیا پیدا کرده است (James. 2011). نتایج ارایه شده در این پژوهش، نشان‌دهنده تراریخته بودن دانه‌های ذرت وارد شده به کشور است. این در حالی است که پژوهش‌ها نشان می‌دهند که محصولات تراریخته اعلام نشده به سایر کشورها هم وارد می‌شوند اما واردات آنها به صورت غیر قانونی است (Marx. 2010). طی پژوهشی با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پی.سی.آر مشخص شده است که ٣ لاین ذرت تراریخته در سال ٢٠٠٠ از آمریکا وارد ژاپن شده‌اند (Matsuoka *et al.* 2000) که این نشان‌دهنده ورود ذرت‌های تراریخته به کشورهای وارد کننده این محصول است. در ایران با توجه به واردات عمده دانه‌های روغنی از کشورهایی که بیشترین سطح زیرکشت گیاهان تراریخته را در دنیا دارا هستند بکارگیری این فناوری و تولید گیاهان تراریخته در داخل و اجرای قوانین از ملزومات است. طی پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر در کشورهای منطقه صورت گرفته مشخص شده است که بسیاری از محصولات تراریخته در بازارهای این کشورها به فروش می‌رسد که عمده آنها وارداتی هستند (Abdel-Mawgood *et al.* 2010؛ Al-Salameen *et al.* 2012).

با توجه به این که ایران یکی از بزرگترین وارد کننده‌های دانه ذرت از کشورهای تولیدکننده ذرت تراریخته است بررسی تراریخته بودن دانه‌های ذرت وارداتی با یک روش شناسایی مناسب و سریع حائز اهمیت است. با توجه به آمار مستند و پژوهش‌های به عمل آمده در رابطه با سلامت و سودمندی این محصولات، عدم تولید این گیاهان در کشور از اهمیت خاصی برخوردار می‌شود. تا امروز میلیون‌ها هکتار زمین زیر کشت محصولات تراریخته رفته و هیچ نوع مشکل بهداشتی ناشی از مصرف محصولات تراریخته و یا فرآورده‌های آنها در انسان مشاهده نشده است و بارها سلامت و کیفیت آنها به اثبات رسیده است (Helt. 2004; Meyer *et al.* 1996). با توجه به در نظر

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

گرفتن سلامت این محصولات و حقوق مصرف کننده، با آزاد بودن واردات گیاهان تراریخته و مصرف آن، تولید این محصولات در داخل کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. بدین ترتیب با توجه به نتایج بدست آمده که دلیل بر ورود ذرت تراریخته به کشور است و با توجه به پیوستن ایران به پروتکل کارتاهنا و تصویب قانون ملی ایمنی‌زیستی، تولید محصولات تراریخته در داخل باید به طور جدی مورد بررسی قرار گیرد. موارد مهمی که در رابطه با واردات محصولات تراریخته در پروتکل کارتاهنا و قانون ملی ایمنی‌زیستی درج شده است اما در عمل به آنها توجهی نمی‌شود، به شرح ذیل هستند: طبق ماده ۷ قانون ملی ایمنی‌زیستی ایران که در سال ۱۳۸۸ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است، کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی که قصد واردات، صادرات و یا حمل و نقل داخلی و فرامرزی موجودات زنده تراریخته موضوع این قانون را دارند، موظفند: الف- اطلاعات موردنیاز و مستندات علمی ارزیابی مخاطرات احتمالی براساس مفاد پروتکل ایمنی زیستی کارتاهنا را به دستگاه‌های اجرایی مرتبط مندرج در ماده (٤) این قانون ارائه و مجوز لازم را دریافت کنند. ب- شرایط لازم از نظر بسته بندی و حمل و نقل و برچسب‌گذاری را رعایت کنند. همچنین طبق پروتکل کارتاهنا، در محموله‌های صادراتی کالاهای کشاورزی که احتمال حضور سازواره‌های زنده اصلاح شده وجود داشته باشد، باید به وضوح در اسناد ارسالی به این مسئله اشاره شده باشد. افزون بر این، درج نام و هویت موجود زنده تراریخته و استفاده مورد نظر از آن یا محصولات ناشی از آن، از موارد مهمی است که در پیوست ۱ و ۲ پروتکل ایمنی‌زیستی کارتاهنا (Cartagena Biosafety Protocol (CBP))، عنوان شده است اما طبق بررسی‌های انجام شده، در گمرک ایران در اسنادی که همراه کالا وارد می‌شود، نامی از تراریخته بودن محصول و سایر اطلاعات لازم آورده نمی‌شود. در حالی‌که عمده‌ترین واردات دانه‌های روغنی از بزرگترین کشورهای تولید کننده محصولات تراریخته صورت می‌گیرد. بدین ترتیب هرگونه واردات محصولات کشاورزی باید با در نظر گرفتن حقوق مصرف کننده بر اساس قوانین مندرج در قانون ایمنی زیستی کارتاهنا که به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است، بررسی شود. با توجه به اهمیت خاصی که محصولات تراریخته در دنیا دارند و پیوستن ایران به پروتکل ایمنی‌زیستی کارتاهنا، با بررسی تراریخته بودن دانه‌های ذرت وارداتی اهمیت تولید این محصولات در کشور با در نظر گرفتن حقوق مصرف کننده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود که باید رسیدگی جدی در این رابطه صورت گیرد. در واقع تولید و استفاده از گیاهان تراریخته با در نظر گرفتن استانداردهای جهانی راجع به کیفیت و سلامت آنها که با انجام آزمایش‌های ارزیابی ایمنی، مجوز کشت و مصرف می‌گیرند، بیانگر امنیت و سلامت این محصولات است. آنچه مسلم است استفاده از محصولات سالم مهندسی ژنتیک جز با بالا بردن سطح آگاهی مردم به آشنایی هر چه بیشتر با سلامت و سودمندی گیاهان تراریخته، فرهنگ‌سازی درباره پذیرش این محصولات و حمایت‌های دولت‌ها در این زمینه ممکن نیست. در واقع با ظهور گیاهان تراریخته، راهکاری موثر در جهت تولید غذای سالم و کافی ایجاد شده است که تولید آنها به همکاری سازمان‌های اجرایی نیاز دارد و نتیجه مطلوب هنگامی بدست می‌آید که قانون اجرا شود و فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی صحیح برای مردم که مهمترین مصرف کنندگان هستند صورت گیرد.

منابع

1. Abdel-Mawgood AL, Gassem MA, Alsadon AA, Alghamdi SS, AL-Doss AA. 2010. Monitoring of genetically modified food in Saudi Arabia. African Journal of Food Science 4 (8): 536-540.
2. Aguilera M, Querci M, Balla B, Prospero A, Ermolli M, Van Den Eede G. 2008. A qualitative approach for the assessment of the genetic stability of the MON 810 trait in commercial seed maize varieties. Food Analytical Methods 1: 252–258.
3. Ahmed FE. 2002. Detection of genetically modified organisms in food. Trends in Biotechnology 20 (5): 215–223.
4. Al-Salameen F, Kumar V, Al-Aqeel H, Al-Hashash H, Hejji, AB. 2012. Detection of genetically modified DNA in fresh and processed foods sold in Kuwait. GM Crops and Food Biotechnology in Agriculture and the Food Chain 3 (4): 283-288.
5. Anklam E, Gadani F, Heinze P, Pijnenburg H, Van Den Eede G. 2002. Analytical methods for detection and determination of genetically modified organisms in

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]

agricultural crops and plant derived food products. European Food Research and Technology 214: 3–26.
6. Bellocchi G, Acutis M, Paoletti C, Confalonieri R, Trevisiol P, Grazioli E, Delobel C, Savini C, Mazzara M, Van den Eede G. 2008. Expanding horizons in the validation of GMO analytical methods: fuzzy-based expert systems. Food Analytical Methods 1: 126–135.
7. Bertoni G, Marsan PA. 2005. Safety risks for animals fed genetic modified (GM) plants. Veterinary Research Communications 29: 13-18.
8. British Medical Association. 2004. Genetically modified foods and health: A second interim statement. Available at www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/bma.pdf.
9. Bruderer S, Leitner KE. 2003. Genetically modified (GM) crops: Molecular and regulatory details. Technical Report, Basel Switzerland: BATS, 70-73.
10. Ehlers B, Strauch E, Goltz M, Kubsch D, Wagner H, Maidhof H, Bendiek J, Appel B, Buhk HJ. 1997. Identification of genetically modified maize by PCR. Bundesgesundheitsblatt 40 (4): 118-121.
11. Gomrok S, Alemzadeh A, Izadi M. 2009. Genetically modified organisms: public acceptance in Yasuj and Dehdasht Province. Journal of Biosafety 1 (3): 19-30. (In Farsi with English abstract)
12. Helt HW. 2004. Are there hazards for the consumer when eating food from genetically modified plants? Union of the German Academies of Science and Humanities, Commission on Green Biotechnology, Universitat Gottingen In: Available at: http://www.akademienunion.de/pressemitteilungen/2006-06/english.html.
13. Hemmer W. 1997. Foods derived from genetically modified organism and detection methods. Agency for Biosafety Research and Assessment of Technology Impacts of the Swiss Priority Programme Biotechnology of the Swiss Science Foundation (BATS).
14. James C. 2011. Global status of commercialized biotech GM crops: 2011. ISAAA Brief No. 43. ISAAA, Ithaca, NY.
15. Kim CG, Yi H, Park S, Yeon JE, Kim Dy, Lee KH, Lee TC, Paek IS, Yoon WK, Jeong Sc, Kim HM. 2006. Monitoring the occurrence of genetically modified soybean and maize around cultivated fields and at a grain receiving port in korea. Journal of Plant Biology 49 (3): 218-223.
16. Lee B, Kim CG, Park JY, Park KW, Kim HJ, Yi H, Jeong SC, Yoon WK, Kim HM. 2009. Monitoring the occurrence of genetically modified soybean and maize in cultivated fields and along the transportation routes of the Incheon Port in South Korea. Food Cotrol 20 (3): 250-254.
17. Lipp M, Bluth A, Eyquem F, Kruse L, Schimmel H, Van den Eede G, Anklam E. 2001. Validation of a method based on polymerase chain reaction for the detection of genetically modified organisms in various processed foodstuffs. European Food Research Technology 212: 497–504.
18. Marmiroli N, Maestri E, Gullì M, Malcevschi A, Peano C, Bordoni R, De Bellis G. 2008. Methods for detection of GMOs in food and feed. Analytical and Bioanalytical Chemistry 392: 369–384.
19. Marx GM. 2010. Monitoring of genetically modified food products in South Africa. Available at: http://etd.uovs.ac.za/ETD-db/theses/available/etd-10042011-094627/unrestricted/MarxGM.pdf.
20. Matsuoka T, Kawashima Y, Akiyama H, Miura H, Goda Y, Kusakabe Y, Isshiki K, Toyoda M, Hino A. 2000. A method of detecting recombinant DNAs from four lines of genetically modified maize. Journal of the Food Hygienic Society of Japan. 41 (2): 137-143.
21. Meyer R. 1999. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. Food Control 10 (6): 391–399.
22. Meyer R, Chardonnens F, Hübner P, Lüthy J. 1996. Polymerase chain reaction (PCR) in the quality and safety assurance of food: Detection of soy in processed meat products. Zeitschrift fur Lebensmittel - Untersuchung und – Forschung 203: 339–344.
23. Rajaie A. 2010. Six suggestions to achieve self-sufficiency in oilseeds production. The third international seminar on oilseeds and oils. IRIB International Conference Center. Iran, Tehran. (In Farsi with English abstract)
24. Rastgoo L, Alemzadeh, A. 2010. Transgenic organisms. What is the public opinion in Khorasan Razavi Province? Journal of Biosafety 2 (4): 15-28. (In Farsi with English abstract)
25. Saghai-Maroof MA, Soliman KM, Jorgensen RA, Allard RW. 1984. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 81 (24): 8014-8018.
26. Sarad N, Rathore M, Singh NK, Kumar N. 2004. Genetically engineered tomatoes: New vista for sustainable agriculture in high altitude regions. Proceedings of 4th Crop Science Congress. Australia, 262, 501.
27. Singh CK, Ojha A, Kamle S, Kachru DN, Nachru, DN. 2007. Assessment of cry1Ab transgene cassette in commercial Bt corn MON810: gene, event, construct and GMO specific concurrent characterization. Available at: http://www.nature.com/protocolexchange/protocols/362
28. Zare S, Alemzadeh A. 2012. Public perception of people in Bushehr about GMOs. Journal of Biosafety 4 (1): 87-98. (In Farsi with English abstract)
29. Žel J, Mazzara M, Savini C, Cordeil S, Camloh M, Štebih D, Cankar K, Gruden K, Morisset D, Van den Eede G. 2008. Method validation and quality management in the flexible scope of accreditation: An example of laboratories testing for genetically modified organisms. Food Analytical Methods 1: 61–72.

[Downloaded from gebsj.ir on 2025-09-03]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1391.1.2.5.4]