

تشخیص مولکولی ذرت‌های تراریخته براساس پیشبر P35S

PCR detection of transgenic maize on the basis of P35S

دیانا حیدری^{۱*}، محمدحسن شاه‌حسینی^{۲،۳} و زیور صالحی^۴

Diana Heidari¹, Mohammad hassan Shahhosseiny^{2,3} and Zivar Salehi⁴

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، واحد پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان

۲- دانشیار، گروه میکروبیولوژی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- موسسه ایرانیان ژن فناوری (IGF)، تهران، ایران

۴- استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

1- M.Sc student, Department of Biology, Pardis International, University of Guilan.

2- Associate Professor, Department of Microbiology, Islamic Azad University shahre ghods branch, Tehran, Iran.

3- Iranian Gene Fanavar institute (IGF), Tehran, Iran.

4- Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan.

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Diana2730@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۹ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۲)

چکیده

واژه‌های کلیدی

پیشبر P35S

ذرت تراریخته

واکنش زنجیره‌ای پلیمرز

واردات

مهندسی ژنتیک

در دو دهه‌ی اخیر مهندسی ژنتیک با استفاده از علم بیوتکنولوژی باعث تولید محصولات تراریخته در جهان شده است. آمار رو به رشد سطح کشت محصولات تراریخته در سراسر دنیا حاکی از اهمیت ویژه‌ی تراریخته‌ها و افزایش استفاده‌ی عموم مردم از این مواد غذایی است. ذرت یکی از مهمترین محصولات تراریخته است که در بسیاری از کشورها به‌میزان زیادی کشت و مصرف می‌شود. هدف از این پژوهش شناسایی ذرت‌های تراریخته با استفاده از روش مولکولی حساس و اختصاصی واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (پی.سی.آر) است که قابلیت جداسازی موادغذایی تراریخته از غیرتراریخته را دارا است. این پژوهش انجام شده با هدف تشخیص ذرت‌های تراریخته در سبدکالای مصرف‌کنندگان ایرانی بر پایه‌ی (پی.سی.آر) و آغازگر اختصاصی P35S است. در پژوهش‌های پیشین در ایران چند نمونه ذرت مشخص یا وارداتی در ایران مورد بررسی قرار گرفته بود. در این پژوهش سه نمونه‌ی تراریخته ذرت از گمرک شیراز تهیه و دی.ان.ا.سی و هفت نمونه‌ی ذرت جمع‌آوری شده از بازارمصرف هفت شهر بزرگ و شش نمونه ذرت جهادکشاورزی، به‌روش استاندارد CTAB (ستیل‌تری‌متیل‌آمونیم‌بروماید) استخراج شد. آزمون پی.سی.آر شناسایی ذرت با استفاده از ژن‌بومی اینورتاز (IVR) که در تمام ارقام ذرت وجود دارد) انجام شد. جهت شناسایی ذرت‌های تراریخته آزمون پی.سی.آر براساس پیشبر P35S (آغازگر اختصاصی CaMV 35s موجود اکثر وکتورها) با آغازگرهای اختصاصی P35S2 و P35S1 بهینه شد. محصول P35S و IVR جهت تعیین توالی و تهیه کنترل مثبت کلون شد. آزمون پی.سی.آر ژن IVR و پیشبر P35S بر روی نمونه‌ها بهینه‌سازی و آمپلیکون 226 bp و 195 bp به‌ترتیب تکثیر شد. هر دو محصول پی.سی.آر به‌روش T/A Cloning و با استفاده از پلاسمید pTZ57R و میزبان JM107E.coli کلون شد. از میان چهل و شش نمونه ذرت جمع‌آوری شده از بازارمصرف، گمرک و جهادکشاورزی ۱۰۰ درصد به‌لحاظ ژن‌بومی اینورتاز و ۵۶٫۵ درصد (۲۶ عدد) از نمونه‌ها به‌لحاظ اگزوژن P35S دارای جواب مثبت بودند. این پژوهش نشان می‌دهد که درصدبالایی از ذرت‌های مصرفی در بازار ایران براساس واکنش زنجیره‌ای پلیمرز تراریخته است. با این وجود هیچ اقدامی جهت برچسب گذاری و آگاهی مصرف‌کننده صورت نگرفته است.

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و ازدیاد تقاضا برای مواد غذایی موجب به‌کارگیری روش‌های نوین بیوتکنولوژی در تولید محصول‌های غذایی شده است. امروزه فناوری دی.ان.ای نو ترکیب به طور گسترده‌ای در کشاورزی مدرن مورد استفاده قرار گرفته است (Zang and Gou 2011). یکی از کاربردهای بیوتکنولوژی تولید محصولات تراریخته است. موجودات تراریخته، گیاهان یا جانورانی هستند که به واسطه‌ی اصلاحات انجام شده دارای ویژگی‌های جدیدی شده‌اند و یا توانایی سنتز پروتئین اضافی را پیدا کرده‌اند (Gachet et al. 1999; Ozge Ozgen Arun et al. 2013).

یکی از مهمترین مزایای مواد غذایی تراریخته مقابله با گرسنگی در جهان است. از دیگر اثرهای مثبت محصولات تراریخته کاهش آسیب‌های اکولوژیکی از طریق کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و جلوگیری از فرسایش خاک و افزایش بهره‌وری است (Constable and Jonas et al. 2007). تولید محصولات تراریخته برای مقابله با بحران گرسنگی به‌طور چشمگیری سالانه در سراسر جهان در حال افزایش است، تا سال ۲۰۱۰ موجودات تراریخته توسط کشاورزان در ۵۹ کشور کشت شدند و سطح کشت این مواد به ۱۴۸ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۰ (James 2011) و ۱۷۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۲ رسید (James 2012). امروزه از مهندسی ژنتیک جهت بهبود صفات گیاهان زراعی استفاده گسترده‌ای می‌شود. سویا، ذرت، کتان، کانولا از جمله محصولاتی هستند که بیشترین سطح زیرکشت گیاهان تراریخته را به‌خود اختصاص داده‌اند (James 2011). ذرت و سویا محصولاتی هستند که امروزه اجزای اصلی بسیاری از غذاها را تشکیل می‌دهند و در سراسر دنیا به‌میزان زیادی مصرف می‌شوند (Taski-Ajdukovic et al. 2009). در این گیاهان با ردیابی توالی‌های معتبر (P35S, T NOS, nptII...) که برای بیشتر دستکاری‌های ژنتیکی استفاده می‌شود می‌توان وضعیت تراریختی را مورد بررسی قرار داد (Gachet et al. 1999).

ملاحظات دربارۀ ایمنی مواد غذایی تراریخته منجر به اقداماتی در زمینه‌ی برچسب گذاری آن‌ها در سال‌های اخیر شد. اتحادیه اروپا در سال ۱۹۹۷ میلادی مقررات برچسب گذاری محصولات

تراریخته را تصویب کرد. از آن زمان تا سال ۲۰۰۲ میلادی کشورهای انگلستان، ژاپن، استرالیا، برزیل، کره جنوبی، چین، نیوزلند، آفریقا و ... به طور رسمی این قوانین را پذیرفتند (Philips P W and Mc Nill H. 2000; Seong-Hun Lee et al. 2004). در خاورمیانه، ترکیه به‌جمع کشورهای پیوسته که برچسب‌زدن محصولات غذایی شامل تراریخته را اجبار کرده است. (Taski-Ajdukovic et al. 2013).

با وجود این که حضور محصولات غذایی تراریخته در بازار مصرف در کشور ما هیچ‌گونه اقدامات جدی در زمینه‌ی برچسب‌گذاری این محصولات انجام نگرفته است. روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز پی.سی.آر کمی به‌عنوان استاندارد طلایی جهت شناسایی و تعیین مقدار تراریختی از طرف اتحادیه اروپا مورد قبول است و ثابت شده که یک روش حساس، دقیق و ساده است که امروزه به‌طور گسترده‌ای برای تشخیص حضور موجودات تراریخته مورد استفاده قرار می‌گیرد (Meyer 1999; Tenegal et al. 2001; Wen-Tao et al. 2004).

بنابراین انتظار می‌رود برای هر کشوری که از مواد غذایی مهندسی شده یا محصولات آن‌ها استفاده می‌کند، شناسایی و تعیین ظرفیت کمی محصولات تراریخته باید به‌طور کامل در دسترس باشد (Adugna and Mesfin 2008). کشور ما نیز از این قاعده جدا نیست و نیاز مبرم به بررسی و کنترل مواد غذایی و تربیت افراد متخصص در این راستا احساس می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی حضور ذرت‌های تراریخته در بازار مصرف شهرهای عمده کشور با استفاده از روش پی.سی.آر است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: مطابق استاندارد ISO 21568 که توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده است در مجموع چهل و پنج نمونه جمع‌آوری شد: (۱) شش نمونه ذرت استاندارد با نام‌های (TN-05-150)، (TN-05-152)، (TN-05-158)، (TN-05-157) و (TN-05-156) و از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال وزارت جهاد کشاورزی واقع در کرج تهیه شد. (۲) ده نمونه ذرت تجارتي بسته‌بندی شده با نام‌های خشکپاک، گل‌ها، سایان، برتر، چاوش، سعادت، نازدانه، سیلان،

دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. (۵) مایع‌رویی دور ریخته شد و به رسوب ۵۰۰ میکرولیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه شد. پس از ۱۰ بار سرو ته کردن لوله سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. (۶) مایع‌رویی دور ریخته و رسوب در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت تا خشک شود. در نهایت رسوب در ۱۰۰ میکرولیتر بافر TE یا آب حل شد. پس از استخراج، مقدار و کیفیت دی.ان.ای استخراج شده با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

آغازگرها: جهت تکثیر ژن بومی اینورتاز از آغازگرهای *IVR1A*، *IVR1B* استفاده شد، این ژن دلیل قطعی برای شناسایی گونه‌ی ذرت است. جهت تکثیر و شناسایی پیشبر P35S نیز از آغازگرهای *35S1*، *35S2* پیشبر ویروس موزاییک گل‌کلم (جدول ۱) استفاده شد (Tengal et al. 2001).

واکنش زنجیره‌ای پلیمرز: گام بعدی پس از استخراج دی.ان.ای و تهیه آغازگرها جهت غربالگری موجودات تراریخته انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (پی.سی.آر) است. مقادیر مورد استفاده برای واکنش پی.سی.آر هر دو آزمون شامل: ۲/۵ میکرولیتر بافر 10 X و یک میکرولیتر از هر کدام از آغازگرهای ۱۰ میکرومولار، ۰/۷۵ میکرولیتر کلرید منیزیم ۵۰ میلی‌مولار، ۱۰ میکرولیتر dNTP ۰/۵ میلی‌مولار، ۰/۴ میکرولیتر آنزیم Taq پلی‌مراز (5u/μl)، ۱۴ میکرولیتر آب استریل دوبار تقطیر شده و ۵ میکرولیتر کنترل مثبت یا دی.ان.ای الگو است و مخلوط واکنش با حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر را درون دستگاه ترموسایکلر با برنامه‌ی بهینه شده در این پژوهش قرار گرفته تا تکثیر انجام شود. پروفایل حرارتی استفاده‌شده در این پژوهش به صورت جدول‌های شماره دو است.

برکت، صیتی و یک نمونه ذرت کنسروی از بازار مصرف و فروشگاه‌های سطح شهر تهران جمع‌آوری شد. (۳) بیست‌وشش نمونه ذرت فله از هفت شهر مختلف کشور شامل: تهران، مشهد، اهواز، خرم‌آباد، کرمانشاه، آستارا و رشت جمع‌آوری شد. (۴) سه نمونه ذرت از کشور آرژانتین به عنوان ذرت وارداتی از گمرک شیراز با نام‌های INCE ILGAZE, MASTRO GIORGIS, AGIOS SOSTIS به عنوان کنترل مثبت تهیه شد.

استخراج دی.ان.ای: در ابتدا دی.ان.ای نمونه‌ها استخراج شد. در این پژوهش از روش ستیل‌تری متیل‌آمونوم بروماید مورد استفاده در بیشتر مقاله‌های مرتبط استفاده شد (Gachet et al. 1999; Wen-Tao et al. 2004; Cantrill 2008; Chaouachi et al. 2013; Arun et al. 2013).

مراحل استخراج دی.ان.ای به‌طور مختصر بدین ترتیب صورت گرفت: (۱) ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه به لوله حاوی ۷۵۰ میکرولیتر بافر استخراج اضافه و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه در انکوباتور قرارداده شد. سپس سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. (۲) مایع‌رویی به لوله جدید منتقل و سپس ۰/۷ حجم کلروفرم به لوله اضافه شد. سپس سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. (۳) پس از انتقال مایع‌رویی به لوله جدید دو حجم بافر رسوب CTAB به آن اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. (۴) مایع‌رویی دور ریخته و به رسوب ۳۵۰ میکرولیتر کلرید سدیم اضافه شد سپس با ورتکس مخلوط شده و ۳۵۰ میکرولیتر کلروفرم اضافه و پس از ۱۰ بار سرو ته کردن لوله سانتریفیوژ با ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. (۵) فازرویی به لوله جدید منتقل و ۰/۶ حجم ایزوپروپانول به آن اضافه و به مدت ۲۰ دقیقه در

جدول ۱- ترادف آغازگرهای استفاده شده در این پژوهش

Table 1- Sequences of primers used in this study

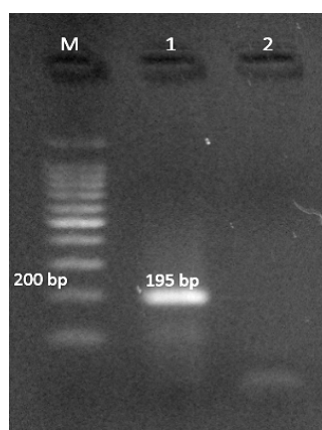
نام آغازگر	توالی آغازگر (5'.....3')	توالی هدف
IVR1A-F IVR1B-R	CCGCTGTATCACAAGGGCTGGTACC GGAGCCCGTGTAGAGCATGACGATC	Ivr (Maize invertase)
p35S1 p35S2	GCTCCTACAAATGCCATCA GATAGTGGGATTGTGCGTCA	Promoter CaMV

جدول ۲- پروفایل حرارتی بهینه شده برای *Ivr* و P35S.

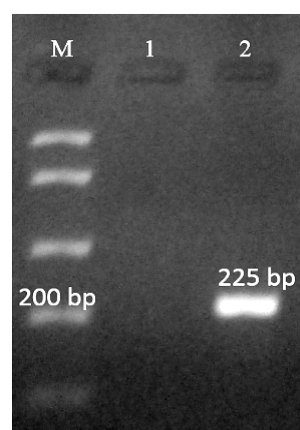
Table 2- The thermal profile optimized for *Ivr* and P35S.

Ivr Program			
First Denaturation	95 °C	12 Min	
Denaturation	95 °C	30 Second	35 Cycle
Annealing	64 °C	30 Second	
Extension	72 °C	60 Second	
Final Extension	72 °C	10 Min	

P35S Program			
First Denaturation	95 °C	10 Min	
Denaturation	94 °C	20 Second	40 Cycle
Annealing	54 °C	20 Second	
Extension	72 °C	60 Second	
Final Extension	72 °C	3 Min	



شکل ۲- آزمون پی.سی.آر بهینه شده پروموتور P35S. M: سایز مارکر 100 bp
1 DNA Ladder vivantis: کنترل مثبت: محصول 195 bp، ۲: کنترل منفی



شکل ۱- آزمون پی.سی.آر بهینه شده ژن IVR. M: سایز مارکر Low Range 1
DNA Ladder fermentas: کنترل منفی ۲: محصول 225 bp

مرحله‌ی ترانسفورماسیون وکتور حاوی قطعه ژنی مورد نظر به داخل باکتری *E.Coli* JM107 انتقال یافت. پلاسمید کلون‌های حاصل، توسط کیت استخراج پلاسمید فرمنتاس استخراج شد.

نتایج و بحث

بهینه کردن آزمون پس.سی.آر: آزمون پی.سی.آر به لحاظ اجزای آزمون و پروفایل حرارتی بهینه شد و نتیجه آزمون پی.سی.آر بهینه شده ژن *IVR* و P35S بر روی ژل آگارز دو درصد به ترتیب در شکل یک و دو مشاهده می‌شود.

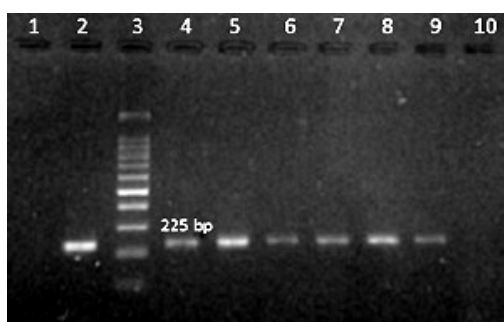
کلونینگ محصول پی.سی.آر: آمپلیکون ۲۲۵ و ۱۹۵ جفت بازی

الکتروفورز ژل آگارز: برای مشاهده محصول پی.سی.آر با قطعات 195 bp (طول قطعه P35S) و 225 bp (طول قطعه *Ivr*) از ژل آگارز ۲ درصد و نشانگر 100 bp DNA Ladder (THERMO SCIENTIFIC) و رنگ‌آمیزی با سایبرگرین (IN VITROGEN) استفاده شد.

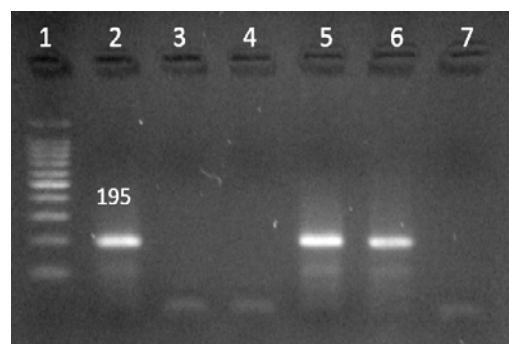
کلونینگ: هدف از کلونینگ تعیین توالی، تهیه کنترل مثبت و در نهایت ایجاد مقادیر زیادی الگو جهت ساخت کنترل مثبت کیت تشخیص مولکولی است. برای انجام کلونینگ از کیت T/A Cloning فرمنتاز استفاده شد. بدین منظور قطعه 195 bp تکثیر شده با آغازگر P35S درون وکتور PTZ57R قرار گرفت. در

بارگذاری شد (شکل ۵).

در نهایت با بررسی و غربالگری چهل و پنج نمونه ذرت مصرفی فله و بسته‌بندی تهیه شده از هفت شهر بزرگ ایران و بانک ژن و گمرک توسط آغازگرهای P35S، تعداد بیست و پنج نمونه که معادل ۵۶ درصد است دارای جواب مثبت شدند. که به تفکیک بدین شرح است. از میان ۱۰ نمونه بسته‌بندی هفت نمونه (۷۰ درصد) و از میان ۲۶ نمونه ذرت فله ۱۲ نمونه (۴۶ درصد) و از شش نمونه بانک ژن دو نمونه (۳۳ درصد) و هر سه نمونه ذرت وارداتی و یک نمونه ذرت کنسروی به لحاظ حضور P35S مثبت بودند.



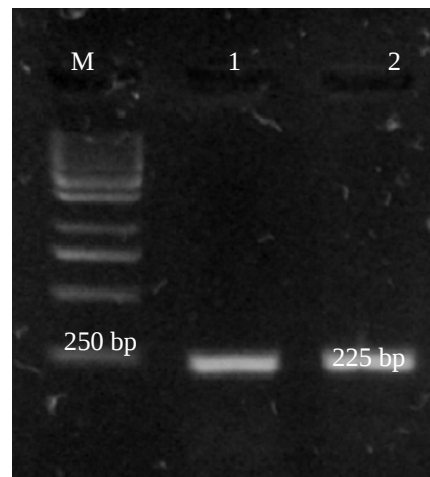
شکل ۴- آزمون پی.سی.آر ژن *IVR* چاهک شماره ۱: کنترل منفی، چاهک شماره ۲: کنترل مثبت، چاهک شماره ۳: DNA Ladder 100bp شرکت Guangzhou Geneshun Biotech Ltd، چاهک شماره ۴-۹: محصول پی.سی.آر نمونه‌های ذرت، چاهک شماره ۱۰: نمونه‌ی کنترل منفی.



شکل ۵- آزمون پی.سی.آر بهینه شده ژن P35S: سایز نشانگر ۱۰۰ جفت بازی شرکت Thermo Scientific، ۲: کنترل مثبت، ۳ و ۴: نمونه‌های منفی، ۶ و ۵: نمونه‌های مثبت، ۷: کنترل منفی.

این پژوهش به منظور آگاهی از وضعیت تراریختی ذرت‌های موجود در بازار مصرف ایران صورت گرفت، طبق نتایج به دست آمده ۵۶ درصد ذرت‌های جمع‌آوری شده تراریخته بودند. با توجه به تراریخته بودن حداقل نیمی از نمونه‌ها هیچ یک از ذرت‌های

که به ترتیب مربوط به محصول *IVR* و P35S بودند در پلاسמיד PTZ 57 R و میزبان *E.coli* Jm107 کلون شد. در شکل سه نتیجه‌ی کلونینگ محصول پی.سی.آر اینورتاز براساس آزمون تکثیر قابل مشاهده است.



شکل ۳- سایز مارکر 1KB DNA Ladder، چاهک شماره ۱: کنترل مثبت، چاهک شماره ۲: باند 225bp محصول کلونینگ *IVR*.

تطابق ترادف به دست آمده در NCBI موید تکثیر صحیح هر دو قطعه است.

غربالگری نمونه‌ها: برای اثبات حضور ژنوم ذرت در چهل و پنج نمونه جمع‌آوری شده ابتدا آزمون پی.سی.آر با آغازگرهای *IVR* و پروفایل حرارتی که در بالا به آن اشاره شد به همراه یک کنترل منفی حاوی آب دو بار یونیزه و کنترل مثبت حاوی دی.ان.ا استخراج شده از نمونه‌های بانک ژن انجام گرفت. سپس محصول پی.سی.آر بر روی ژل آگاروز دو درصد و با استفاده از سایز نشانگر ۱۰۰ bp شرکت THERMO SCIENTIFIC بدین شرح بارگذاری شد: چاهک شماره (۱) کنترل منفی، چاهک شماره (۲) کنترل مثبت، چاهک شماره (۳) DNA Ladder 100bp شرکت Guangzhou Geneshun Biotech Ltd، چاهک شماره (۴-۹) محصول پی.سی.آر نمونه‌های ذرت، چاهک شماره (۱۰) نمونه‌ی کنترل منفی (شکل ۴). نتایج نمایانگر موفقیت‌آمیز بودن آزمون پی.سی.آر به کار رفته جهت تکثیر ژن گیاه‌ذرت است. سپس نمونه‌های مثبت شده با هدف غربالگری ذرت‌های تراریخته با آغازگرهای P35S1، P35S2 توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمرز بررسی شد. سپس نتایج بر روی ژل آگاروز دودرصد و با استفاده از سایز نشانگر ۱۰۰ bp شرکت THERMO SCIENTIFIC

موجود حاوی برچسب تراریختی نبودند.

روش استخراج دی.ان.ا استفاده شده در این پژوهش، روش استاندارد CTAB بود. با وجود این که روش‌های متعددی برای این منظور وجود دارد ما توانستیم با استفاده از روش CTAB که کم هزینه‌تر از کیت‌های تجاری مورد استفاده برای این منظور بود به خوبی به دی.ان.ا قابل تکثیر دسترسی پیدا کنیم. در این آزمایش مقدار اولیه‌ی نمونه ۱۰۰ میلی گرم بود و به صورت اختیاری در صورت نیاز از پروتئیناز K و RNase استفاده شد. در پژوهش‌های گذشته هم چون E. Gachet, 1999 و همکارانش و همچنین Ozge Ozgen Arun, 2013 نیز از روش استخراج CTAB به همراه پروتئیناز K و نشانگر P35S جهت غربالگری ذرت استفاده شده بود. Tengal نیز در سال ۲۰۰۱ از آغازگرهای P35S و TNOS جهت شناسایی ذرت‌های تراریخته استفاده کرد. Cankar در سال ۲۰۰۸ از روش q پی.سی.آر و نشانگر P35S جهت شناسایی ذرت‌های تراریخته استفاده کرد. در این پژوهش نیز برای شناسایی یکی از پرکاربردترین این ژن‌ها یعنی CAMV35S مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۱۳۹۱ لایلا سرمدی پنج نمونه ذرت آرژانتینی وارداتی با آغازگرهای P35S و TNOS را مورد بررسی قرارداد. در این پژوهش علاوه بر سه نمونه ذرت وارداتی آرژانتین وضعیت تراریختگی سی و شش نمونه ذرت باز و بسته بندی موجود در بازار و فروشگاه‌های شهرهای مختلف نیز مورد آزمایش قرار گرفت. مریم ربیعی نیز حضور ذرت‌های تراریخته را در غذاهای فراوری شده که به طور تجاری در ایران عرضه می‌شود را به وسیله‌ی آغازگر P35S اثبات کرده است. نتایج مشابه حاصل از همه‌ی این مقاله‌ها نشان می‌دهد که نشانگر P35S یکی از نشانگرهای مفید برای غربالگری محصولات تراریخته است. اگرچه استفاده از نشانگرهای دیگر هم چون T NOS (پایانبر) و nptII (ژن مقاومت به آنتی بیوتیک نئومایسین) در کنار P35S نتایج را تقویت می‌کند.

روشی که جهت تشخیص و تکثیر ذرت مورد استفاده قرار گرفت روش حساس و دقیق پی.سی.آر است که ثابت شده است یک روش قابل اطمینان به جهت غربالگری محصولات تراریخته از میان روش‌های تشخیصی برپایه دی.ان.ا است. در سال 2005 Tripathi روش‌های مختلف شناسایی محصولات تراریخته که

شامل روش‌های برپایه دی.ان.ا، روش‌های برپایه پروتئین و خصوصیات فنوتیپ بود را مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت که مزیت روش پی.سی.آر به دیگر روش‌ها حساس و دقیق بودن از نظر حدود آشکار سازی و همچنین تشخیص کیفی و کمی آن است. Seong-Hun Lee و همکارانش نیز در سال 2004 از روش پی.سی.آر جهت تشخیص دو گونه ذرت NK603 و TC1507 در پژوهش خود استفاده کردند.

در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی بر روی محصولات تراریخته و گسترش آن‌ها در سرتاسر دنیا و همچنین قضیه‌ی رعایت قوانین و برچسب گذاری این محصولات انجام شده است. مقاله‌ها مشابه متعددی جهت آگاهی، شناسایی، فواید و مضرات احتمالی که در آینده ممکن است بر روی نسل‌های بعد و یا اکوسیستم بگذارند منتشر شده و بررسی وضعیت تراریختی این محصولات در کشورهای مختلف صورت گرفته است. درصدهای متفاوتی از حضور محصولات تراریخته در کشورهای مختلف گزارش شده است. کشورهای آسیایی متعددی از جمله چین، عربستان، ترکیه و اردن حضور محصولات مختلف تراریخته را گزارش کرده‌اند. در اردن در سال ۲۰۱۲ N. AL-Hmoud و همکارانش پس از پژوهش بر روی بیست و دو نمونه ذرت و سویا (۱۹ ذرت و ۳ سویا) حضور نشانگر P35S را در ۱۸/۲ درصد نمونه‌ها گزارش کرد. در کشور ما نیز مریم ربیعی بیست و پنج نمونه از انواع ذرت فراوری شده را بررسی کرد و ۲۰ درصد تراریختی را گزارش کرد. ۱۰۰ درصد ذرت‌های آرژانتینی مورد پژوهش لایلا سرمدی حاوی توالی‌های P35S یا TNOS بود. در این پژوهش نیز ۵۶ درصد نمونه‌ها حاوی P35S بودند. این گزارش‌ها نمایانگر حضور انواع ذرت‌های تراریخته در ایران شامل ذرت‌های وارداتی، فراوری شده و دانه‌های ذرت موجود در بازار مصرف است.

به این علت که ذرت به طور عمده از کشورهایی که بیشترین سطح زیر کشت گیاهان تراریخته را در دنیا دارا هستند وارد کشور ما می‌شود، استفاده از فناوری و بررسی تراریخته بودن دانه‌های ذرت با یک روش شناسایی سریع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Leila Sarmadi 1391). در نتیجه پیش‌بینی می‌شود دیگر محصولات تراریخته نظیر سویا، برنج، گوجه‌فرنگی و... نیز در

و کنترل بیشتر و همچنین اجرای قانون برچسب‌گذاری و علاوه- بر آن آموزش و فرهنگ‌سازی در این زمینه به‌شدت احساس می‌شود. بدین‌صورت حق مصرف‌کننده ضایع نشده و به او قدرت انتخاب داده می‌شود.

سیاسگزاری

بدین‌وسیله کمال تشکر و قدردانی خود را از کمک‌های بی‌شایبه موسسه دانش‌بنیان ایرانیان ژن‌فناور و پرسنل محترم این موسسه به‌خصوص آقای سام مساحی، محمدامین محمودی و همچنین موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال (جناب آقای دکتر مظفری) و آقای دکتر عباس عالم‌زاده به جهت در اختیار گذاشتن تعدادی نمونه وارداتی ابراز می‌کنم.

منابع

Adugna A and Mesfin T. 2008. Detection and quantification of genetically engineered crops. Journal of SAT Agricultural Research Volume 6.

Ajdukovic T, Nikolic K, Vujakovic Z, Milosevic M, et al. 2009. Detection of genetically modified organisms in processed meat products on the Serbian food market. Meat Science, 81: 230-232.

Ajdukovic T, Yilmaz F, Muratoglu K. 2013. PCR detection of genetically modified maize and soy in mildly and highly processed foods. Food control 32: 525-531.

Arun Ö, Yilmaz F, Muratoglu K. 2013. PCR detection of genetically modified maize and soy in mildly and highly Processed foods. Food Control 32: 525-531

Cankar K, Chauvensy-Ancel V, Fortabat M, Gruden K, Kobilinsky A, Zel J, Bertheau Y. 2005. Detection of nonauthorized genetically modified organisms using differential quantitative polymerase chain reaction: application to 35S in maize. Analytical Biochemistry 376:189-199

Cantrill R. 2008. International development of methods of analysis for the presence of products of modern biotechnology. Asia Pac J Clin Nutr 17(S1): 233-236.

Chaouachi M, Alaya A, Ali IB, Hafsa AB, Nabi N, Berard A, Romaniuk M, Skhiri F, Said K. 2013. Development of PCR method for the detection and quantification of a new endogenous reference gene in sugar beet "Beta vulgaris L": GMO application. Planet cell Rep 32:117-28

Constable A, Jonas D, Cockburn A, and et al. 2007. History of safe use as applied to the safety assessment of novel foods and foods derived from genetically

سطح کشور حضور دارند. همان‌طور که Helt, Meyer, 2004, در مقاله‌های خود به‌این مطلب اشاره کردند که امروزه میلیون‌ها هکتار زمین زیر کشت محصولات تراریخته است و تا به حال هیچ‌گونه مشکل بهداشتی ناشی از مصرف محصولات تراریخته یا فرآورده‌های آن‌ها در انسان مشاهده نشده و بارها سلامت و کیفیت آن‌ها به اثبات رسیده است؛ ما نیز معتقدیم استفاده از محصولات تراریخته و حتی کشت آن‌ها در کشور می‌تواند سبب بهبود وضعیت جامعه و رسیدن به سطح بالایی از خودکفایی باشد. با درنظر گرفتن این موضوع که ورود این محصولات به‌هر حال از مبادی رسمی و غیررسمی صورت می‌گیرد و با توجه به این‌که ایران چند سال است که به پروتکل کارتاها و تصویب قانون ایمنی زیستی پیوسته نیاز مبرم به بررسی

modified organisms. Food and Chemical Toxicology. 45: 2513-2525.

Gachet E, G. Martin G, Vigneau F, and Meyer G. 1999. Detection genetically modified organisms (GMOs) by PCR: a brief review of methodologies available. Trend in food science & Technology, 0: 380-388.

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.

James C. 2011. GM crops, executive summary of global status of commercialized biotech.

James C. 2012. GM crops, Global Status of Commercialized Biotech. ISAAA Brief No. 16.

Khush GS. 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. Planet Molecular biology 59:1-6.

Lee S, Park Y, Kim J, Park K and Kim Y. 2004. Qualitative PCR Method for Detection of Genetically Modified Maize. Lines NK603 and TC1507. Agric. Chem. Biotechnol. 47(4), 185-188

Maryam Rabiei, Mehrangiz Mehdizadeh, Hossein Rastegar, Hossein Vahidi and Mahmoud Alebouyeh. 2012. Detection of Genetically Modified Maize in Processed Foods Sold Commercially in Iran by Qualitative PCR. Iranian Journal of Pharmaceutical Research (2013), 12 (1): 25-30 Received: December 2011 Accepted: July 2012.

Meyer R. 1999. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. Food Control 10: 391-399.

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.

N. Al-Hmoud, H. Al-rousan, B.O. Hayek and M.A Ibrahim .2010. Detection of Genetically Modified Maize and Soybean Food Product in the Jordanian Market, *Biotechnology* 9 (4); 499-505. ISSN 1682-296X.

Philips P W & McNill H .2000. A Survey of National Labeling Policies for GM Foods, *AgBioForum, Journal of Agro Biotechnology Management & Economics*, Vol.3, No.4, Article 7.

Sarmadi L.1391. Molecular analysis of the transgenic maize seed Imported to Iran. *Genetic engineering and biosafety* Volume1, NO.2: 103-112.(In Farsi with English abstract)

Tengel C, Schüßler P, Setzke E, Balles J, and Sprenger-

Haußels M4a. 2001. PCR-Based Detection of Genetically Modified Soybean and Maize in Raw and Highly Processed Foodstuffs, *BioTechniques* 31: 426-429

Tripathi L .2005. Techniques for detecting genetically modified crops and products. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (13), pp. 1472-1479, December, 2005

Wen-Tao X, Kun-Lun H, Ai-Ke D and Yun-Bo L .2004. PCR for the detection of the anti-herbicide genes in genetically modified organisms. College of Food Science and Nutrition Engineering, *Chinese Journal of Agricultural Biotechnology/ Volume 3 / Issue 01 / April 2006*, pp. 53-57

Zhang D, Guo J. 2011. The development and standardization of testing methods for genetically modified organisms and their derived products. *J. Integr. Plant Biol.* 53(7):539-551.