ژنتیک نوین
دوره هفتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱
صفحه ۸-۱

# پنبه تراریخته، جنبه‌های علمی و تاثیر آن بر اقتصاد ایران و کشورهای در حال توسعه

**مسعود توحیدفر**

استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

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

(تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۸- تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۹)

## چکیده

**یکی از مهم‌ترین گیاهان تراریخته که در سطح وسیع در دنیا کشت وکار می‌شود، پنبه است. تا پایان سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت محصولات تراریخته به ۱۴۸ میلیون هکتار رسید که از این میان بیش از ۱۷ میلیون هکتار به پنبه تراریخته اختصاص داشت. هندوستان با ۱۰ میلیون هکتار پنبه Bt مقاوم به حشرات پروانه‌ای بیشترین سطح زیر کشت را دارا است. پاکستان هم در سال زراعی گذشته، کشت بیش از ۲/٤ میلیون هکتار از این نوع پنبه تراریخته را اعلام کرد. در ایران هم از سال۱۳۸۳ پنبه تراریخته متحمل به آفات پروانه‌ای و بیماری‌ها از طریق مهندسی ژنتیک در مراحل آزمایشگاهی و گلخانه‌ای تولید شده که از این منظر یعنی هرم‌بندی بیش از یک تراژن در منطقه خاورمیانه حائز رتبه نخست علمی است، اگر چه تولید تجاری آن هنوز انجام نشده است. از جنبه علمی نیز با توجه به اینکه کلیه مراحل تولید این گیاه تراریخته در ایران انجام شده، نسبت به محصولات رهاسازی شده توسط برخی کشورهای منطقه برتری دارد. در مراحل پیشرفته مطالعه آزمایشگاهی، تجزیه و تحلیل های مولکولی، انجام مطالعات گسترده زیست‌سنجی و بررسی مقاومت گیاهان حاصل در آزمایشگاه و گلخانه بر علیه کرم غوزه پنبه و بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوز انجام شده است. از طرف دیگر مطالعات وراثت و انتقال صفات به نسل‌های بعدی، گیاه مذکور برای آزمایش‌های میدانی و رها سازی مزرعه‌ای آماده شده‌اند. با کشت پنبه تراریخته مقاوم به آفات و بیماری‌ها، مصرف سموم شیمیایی که آلوده‌کننده محیط زیست هستند، بطور چشم‌گیری در زراعت پنبه کاهش خواهد یافت. خوشبختانه در سال ۸۸ قانون ایمنی زیستی که چارچوب و مقررات برای اخذ مجوز رها سازی را تعیین می‌کند تصویب شد و امید می‌رود در سال جاری با تصویب آیین‌نامه‌های اجرایی قانون ملی ایمنی زیستی که در آن روند اخذ مجوز برای انجام آزمایش‌های میدانی تدوین شده در سال‌های آتی آزمایش‌های میدانی و رهاسازی این دستاورد مهم صورت پذیرد. سودی که کشاورزان در کشورهای در حال توسعه از کشت پنبه‌های Bt بدست آورده‌اند بیش از ٦۰۰ دلار در هکتار برآورد شده است. بنابراین، دستاوردهای زیست محیطی حاصل از عدم مصرف سموم مختلف در کنار چنین کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید شایان توجه و ارزشمند است.**

**واژه‌های کلیدی**

**پنبه تراریخته،**
**سود آوری،**
**مهندسی ژنتیک.**

[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

## مقدمه

گیاه پنبه به عنوان مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاه لیفی مصارف گوناگونی دارد و از نظر اقتصادی و تجاری دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. هر چند رقابت الیاف مصنوعی با پنبه موجب شده که این گیاه اهمیت نسبی خود را از دست بدهد، ولی با این وجود، مصرف جهانی و سطح زیر کشت آن افزایش یافته، مهم-ترین و پر مصرف‌ترین الیاف صنعتی بوده و از نظر غذایی نیز به-عنوان یک دانه روغنی، مقام دوم جهان را داراست ( Ghareyazie et al. 2011). سه کشور هندوستان، چین و امریکا بیش از ۵۰ درصد پنبه دنیا را تولید می‌کنند. پنبه دارای ماده خامی با ارزش ۵/۵ میلیارد دلار است. سطح زیر کشت و میزان تولید آن در جهان در سال ۲۰۱۰ به‌ترتیب ۳٤/٤ میلیون هکتار و ۸۹/٤ میلیون عدل است. متوسط عملکرد از ٥٦٤ کیلوگرم در سال ۱۹۹۵ به بیش از ۸۰۰ کیلوگرم در سال ۲۰۰۹ افزایش یافت. بین کشورهای تولید کننده، هندوستان با سطح زیر کشت معادل ۱۳/۳٦ میلیون هکتار رتبه اول را به خود اختصاص داده است (Tohidfar and Kaviyani 2011). قیمت جهانی پنبه ۱۲ دلار برای ٤٥۳ گرم وش پنبه است. این قیمت بالاترین رکورد از سال ۱۹۹۵ تاکنون است، که نسبت به همین دوره زمانی در سال قبل ۸۰ درصد افزایش یافته است. گفتنی است که ذخایر پنبه جهان طی سال زراعی ۲۰۱۰-۲۰۰۹ با ۲٤ درصد کاهش به ۹ میلیون تن رسید و به دوره ۵ ساله فراوانی ذخایر این کالا پایان داد. انتظار می‌رود با توجه به افزایش قابل توجه قیمت پنبه در فصل گذشته، تولید این محصول در جهان طی سال زراعی ۲۰۱۱-۲۰۱۰ با ۱٦ درصد افزایش به ۲۵ میلیون تن برسد. گفته می‌شود که خسارات وارده به محصول پنبه پاکستان در اثر جاری شدن سیل، تاخیر احتمالی در برداشت محصول چین و هند و احتمال منع صادرات این کالا توسط کشورهای عمده صادرکننده محصول موجب افزایش اخیر قیمت پنبه در جهان شده است (htpp//www.mojnews.com/fa). سطح زیرکشت محصول پنبه در ایران در سال زراعی (۱۳۸۸) ۹۰ هزار هکتار و میزان پنبه تولیدی حدود ٦۰ هزار تن بوده است. با این حال میزان پنبه مورد نیاز صنعت نساجی ایران حدود ۱۵۰ هزار تن برآورد شده است، لذا حدود ۷۰ تا ۹۰ هزار تن از پنبه مورد نیاز کشور وارداتی است (htpp//www.mojnews.com/fa). لذا تلاش در جهت افزایش میزان عملکرد در واحد سطح برای این گیاه با توجه به عدم امکان گسترش سطح زیر کشت آن می‌تواند تاثیر بسیار مهمی در افزایش تولید این محصول در کشور داشته باشد. ایجاد پنبه تراریخته مقاوم به آفات و بیماری‌ها یکی از راهکارهای مهم دستیابی به این مهم است.

پنبه تراریخته Bt

کرم غوزه پنبه از آفات مهم پنبه در دنیا محسوب شده که هر ساله منجر به کاهش عملکرد می‌شود که ارزش سالانه آن بالغ بر صدها میلیون دلار تخمین زده می‌شود. علاوه بر این آفت و سایر آفات خانواده پروانه‌ها[1]، کنترل اقتصادی حشرات مکنده از قبیل تریپس‌ها، شته‌ها، شپشک‌های نباتی و مگس‌های سفید به‌طور روز افزونی برای کشاورزان مسأله ساز است. در چین، هندوستان، پاکستان و ایران یکی از مشکلات اصلی پنبه آفات آن است. از اواخر سال ۱۹۸۰ تولید پنبه جهان بخاطر کاهش عملکرد و سطح زیرکاشت کاهش یافته است. کاهش عملکرد از ۱۵ تا ۳۰ درصد مربوط به آلودگی کرم غوزه است. از سال ۱۹۹۳-۱۹۹۲ آلودگی کرم غوزه در چین ٦۳۰ میلیون دلار خسارت وارد کرد، لذا کشاورزان رغبتی به کاشت این گیاه نشان ندادند. در نتیجه سطح زیرکشت این گیاه به میزان ۱۵-۱۰ درصد کاهش یافت (Tohidfar and Kaviyani 2011). در حال حاضر کرم غوزه یک تهدید جدی است، بطوری که به همه آفت کش‌های موجود چون آندوسولفان[2] و پیریتروئید[3] مقاوم است. بدلیل پیامدهای منفی کاربرد مواد شیمیایی در محیط زیست، توسعه پنبه‌های مقاوم به آفات مورد توجه فراوان قرار گرفته است. دانشمندان بدنبال راهبردهای جدیدی هستند که بتوانند آفات را کنترل کنند که یکی از این راهبردها تولید پروتئین با خاصیت حشره‌کش بوسیله خود گیاه پنبه است (Jaferri and Tohidfar. 2008). با استفاده از فناوری مهندسی ژنتیک ژن ضد آفت کرم غوزه *cry1Ab* از باکتری باسیلوس تورنجینسیس(Bt) جدا، و به پنبه منتقل شد. اولین مورد موفقیت آمیز انتقال ژن *cry1Ab* به پنبه در سطح

[1] Lipidotrean
[2] Endosulfan
[3] Pyrethrioids



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

جهانی به سال ۱۹۹۰ برمی‌گردد که گیاهان تراریخته حاصل بعلت عدم ترجیح کدونی (سازگار نبودن رمزهای ژنتیک) از مقاومت بالایی برخوردار نبودند (Perlak et al. 1990). اما با گذشت زمان و پیشرفت‌های بیولوژی مولکولی در زمینه بهینه‌سازی کدونی توانستند بیان ژن و مقاومت را در گیاهان تراریخته افزایش دهند. در حال حاضر این ژن به تعداد زیادی از گیاهان زراعی از جمله برنج (Ghareyazie et al. 1997; Ye et al. 2000)، سیب‌زمینی (Davidson et al. 2004)، سویا (Mepherson et al. 2009)، و پنبه (Tohidfar et al. 2008) منتقل شده است. علاوه بر گیاهان زراعی، تعدادی از گیاهان باغی نیز با استفاده از همین ژن تراریخته شده‌اند که در مراحل اولیه آزمایشگاهی هستند (Chevreau et al. 2007). در مجموع بکارگیری پنبه Bt در دنیا ضمن کاهش ۷۵ درصدی آفت کش‌ها، باعث کاهش ۷۰ درصدی کنترل مدیریت آفات شد که از این میان ۹۰ درصد آن مربوط به کرم غوزه بود (Tohidfar and Kaviyani 2011). با وجود رشد و توسعه روز افزون گیاهان تراریخته ملاحظاتی نیز در مورد ایمنی غذایی، اثرات زیست محیطی، اثر بر روی انسان، دام و توسعه جمعیت حشرات مقاوم مطرح شده است. باکتری Bt و ژن‌ها و پروتئین‌های این باکتری از لحاظ ایمنی دارای سابقه طولانی است، بطوری‌که با سابقه بیش از ٤٠ سال استفاده از فراورده‌های بیولوژیک Bt و پروتئین های Cry در کنترل آفات، هیچ اثر نامطلوبی بر روی سلامت انسان و یا محیط زیست گزارش نشده است (Mohammad et al. 1998). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)[1] طی بررسی‌های خود، بی‌ضرر بودن گیاهان Bt نسبت به انسان و دیگر مهره‌داران را تائید کرده است (Griffitts et al. 2001; Mohammad et al. 1998). سازمان بهداشت جهانی (WHO)[2] در سال ۲۰۰۰ با بررسی ایمنی زیستی گیاهان Bt گزارش کرده است که اصولاً پروتئین‌های Bt هیچ اثرسوئی برای سلامت انسان و دیگر مهره‌داران ندارند. همچنین بررسی‌های محققین دیگر، تاییدی است بر ایمنی غذایی پروتئین‌های Cry برای انسان و حیوانات بدلیل ۱- نبود شرایط مقتضی برای حل شدن پروتئین‌های Cry در سیستم گوارشی مهره‌داران ۲- تجزیه بسیار سریع بوسیله دستگاه گوارش ۳- نبود پذیرنده‌های اختصاصی به منظور فعالیت پروتئین Cry در بدن انسان و سایر مهره‌داران (Jaferri and Tohidfar 2008).

تحمل به علف‌کش

علف‌های هرز در مزارع پنبه، سبب کاهش میزان رشد و تعداد غوزه، افزایش جمعیت آفات و بیماری‌ها و در نتیجه افزایش هزینه تولید می‌شوند. در چنین حالتی، برای مبارزه با علف‌های هرز باید مقدار غلظت یا تعداد دفعات استفاده از علف‌کش را افزایش داد که چنین شیوه‌ای برای تولید اقتصادی و پایدار کشاورزی مناسب نیست. یکی از هنرهای مهندسی ژنتیک گیاهان، ایجاد مقاومت نسبت به علف‌کش‌ها است. تاکنون پنبه‌های تراریخته زیادی که متحمل به علف‌کش باشند، توسط شرکت‌های تولید کننده این محصولات تولید و تجاری شده‌اند از جمله می‌توان به پنبه متحمل به علف‌کش گلایفوسیت[3]، بروموکسینیل[4]، گلوفوزینت[5]، ایمیدازولئیون[6] و توفوردی اشاره کرد (Tohidfar Kaviyani 2011). پنبه‌های متحمل به علف‌کش هم‌اکنون برای پنبه‌کاران گزینه‌های جدیدی در راهکارهای مدیریت علف‌های هرز بوجود آورده‌اند. گیاهان متحمل به علف‌کش ضمن اینکه باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شوند، اقتصاد تولید پنبه را بخاطر کاهش مصرف علف‌کش بهبود می‌بخشند. شاید یکی از بزرگ‌ترین جنبه‌های اقتصادی این‌گونه گیاهان کاهش وابستگی به سموم شیمیایی از طریق کاهش گونه‌های علف هرزی که برای آفات پنبه به عنوان پناهگاه عمل می‌کنند باشد.

بهبود کیفیت الیاف

الیاف، شاخص بیش از ۹۰ درصد کل ارزش محصول پنبه است و بهبود ژنتیکی خصوصیات الیاف (تعداد الیاف به ازای هر دانه، افزایش طول، استحکام، ظرافت، یکنواختی، قابلیت ارتجاع، رنگ (سفید) و درخشندگی الیاف) مطمئناً هدف عمده‌ای برای افزایش قابلیت رقابت پنبه با منسوجات صنعتی می‌باشد. در پنبه خصوصیاتی چون استحکام، طول، میکرونیر الیاف، مقاومت به آب رفتگی، چروکیدگی و جذب رنگ برای دست‌کاری ژنتیکی، مورد

[1] Environmental Protection Agricultural
[2] World Human Organization

[3] Glyphosate
[4] Bromoxinyl
[5] Glyphosanate
[6] Imidazole



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]
[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

توجه است. راهبردهای که برای مهندسی ژنتیک الیاف استفاده می‌شود شامل کاهش بیان ژن‌های اختصاصی در الیاف، تغییرات میزان بیان هورمون‌های داخلی همچون اکسین و سیتوکنین که نقش مهمی در توسعه دیواره الیاف دارند و همچنین سنتز مواد زیستی مثل PHB در الیاف است (Zehr 2010). ایجاد پنبه‌های رنگی طبیعی از طریق بیان ژن‌هایی که ساخت رنگدانه‌ها را کاتالیز می‌نمایند نیز فرصت‌های تجاری جدیدی را برای مهندسی زنتیک پنبه فراهم کرده است. اگر چه پیشرفت‌های قابل توجه‌ای در خصوص دست‌ورزی الیاف در گیاه پنبه انجام شده است اما تاکنون هیچ گیاه تراریخته‌ای تجاری نشده است (Tohidfar and Kaviyani 2011; Naseri 1998).

پنبه‌های تراریخته متحمل به بیماری‌های قارچی

یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد در پنبه بیماری‌های قارچی است که سالیانه خسارت زیادی وارد می‌کند. در ایران میزان خسارت بطور متوسط ۱۵ تا ۲۰ درصد برآورد شده است، البته در بعضی از ساله به بیش از ٦۰ درصد هم می‌رسد. ضدعفونی خاک با گاز متیل بروماید یا مخلوط متیل بروماید[1] و کلروپیکرین[2] با دوز قوی و در عمق زیاد همراه با کشیدن ورقه پلاستیکی پلی-اتیلن در روی خاک می‌تواند موجب از بین رفتن بیماری شود ولی هزینه این روش بسیار زیاد بوده و اثرات زیانباری نیز روی میگروارگانیسم‌های خاک در ناحیه ریزوسفر داشته و آلودگی محیط را نیز به همراه دارد. به‌نژادی برای لاین‌های پنبه مقاوم به بیماری بسیار زمان‌بر است و خود به خود معطوف به مبارزه با تکامل نژادهای بیماری‌زای جدید قارچی نمی‌شود. در بسیاری از وارد، منابع ژنتیکی مقاومت به سادگی در خزانه ژنتیکی جوامع اصلاحی یافت نمی‌شوند. استفاده از قارچ‌کش‌ها هزینه‌بر است و می‌تواند به هزینه تولید پنبه تا ۱۰ دلار در هر هکتار اضافه کند. علاوه بر این، به علت نگرانی‌های رو به رشد مربوط به ایمنی محیط‌زیست و آلودگی‌های آب‌های سطحی تقاضای کمتری به استفاده از مواد شیمیایی وجود دارد. بنابراین دسترسی به پنبه‌های تراریخته مقاوم به بیماری برای کنترل آن‌ها مثمر ثمر خواهد بود. خط‌مشی‌های گوناگونی برای ایجاد پنبه‌های تراریخته مقاوم به بیماری وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل افزایش بیان پروتئین‌های مربوط به مکانیسم‌های دفاعی گیاهان از جمله آنزیم-های کیتیناز و گلوکاناز است (Emani et al. 2003; Takahashi et al. 2004; Wang et al. 2004; Tohidfar et al. 2005; Shin et al. 2008; Tohidfar et al. 2009).

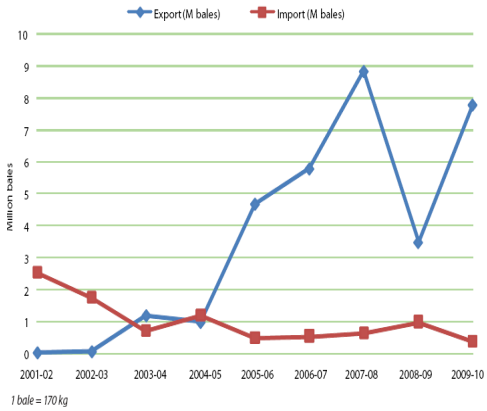
سطح زیر کشت پنبه تراریخته در جهان

یکی از گیاهان تراریخته‌ای که در سال ۲۰۱۰ میزان کشت و کار آن رشد چشمگیری داشت، پنبه تراریخته بود بطوریکه برای اولین مرتبه در سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت پنبه تراریخته به ٦٤ درصد مساحت ۳۳ میلیون هکتاری جهانی این محصول رسید. با وجود اینکه افزایش سطح زیر کشت محصولات تراریخته در کشورهای اصلی تولید کننده این محصولات در سال ۲۰۰۹ خیلی زیاد بود، اما در سال ۲۰۱۰ باز هم به سطح زیر کشت این محصولات اضافه شد(Tohidfar and Kaviyani 2011)، برای مثال پنبه Bt در هندوستان در سال ۲۰۰۹ هشتاد و هفت درصد کل محصول پنبه این کشور را به خود اختصاص داده بود، اما در سال ۲۰۱۰ این مساحت به بیش از ۹۰ درصد افزایش یافت. جالب توجه این‌که ۹۰ درصد ۱۳ میلیون نفر از ١٤ میلیون کشاورزی که از این فناوری بهره‌مند می‌شوند، از کشاورزان خرده پا و فقیر هستند. در حال حاضر این کشاورزان از کشت حصولات تراریخته همچون پنبه Bt منتفع می‌شوند. هندوستان به‌عنوان بزرگترین تولید کننده پنبه جهان با استفاده از پنبه مقاوم به آفات از ۸ سال موفقیت چشمگیر بهره‌مند شده و در سال ۲۰۱۰ موفق شد بیش از ۹۰ درصد سطح زیر کشت پنبه خود را به پنبه تراریخته اختصاص دهد و رکورد جدیدی را برجای بگذارد. پنبه تراریخته مقاوم به آفات به مفهوم دقیق کلمه انقلابی را در تولید پنبه این شور پدید آورده است. نفع اقتصادی ناشی از کشت پنبه تراریخته در مجموع دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ میلادی برابر با رقم موثر ٦/۱ میلیارد دلار بود پنبه تراریخته موجب کاهش نیاز به حشره کش‌ها به نصف، دوبرابر شدن عملکرد و تبدیل کشور هندوستان از یک وارد کننده پنبه به یک صادر کننده عمده پنبه شده است (James C. 2010; Hu R)(شکل ۱).

[1] Metylbromid
[2] Chloropicrin



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]
[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]




شکل ۱- صادرات و واردات پنبه در هندوستان از سال ۲۰۰۱ الی ۲۰۱۰

در حال حاضر کشورهای چون امریکا، برزیل، آرژانتین، چین، هند، آفریقای‌جنوبی، استرالیا، مکزیک، کلمبیا، کاستریکا، بورکینافاسو و پاکستان پنبه Bt را بصورت تجاری کشت می‌کنند. سطح زیر کشت پنبه تراریخته مقاوم به آفات در بورکینافاسو توسط ۸۰ هزار کشاورز ١٤ برابر شد و از ۸۵۰۰ هکتار در سال ۲۰۰۸ به ۲٦۰۰۰۰ هکتار در سال ۲۰۱۰ رسید که معادل ۱۳۵ درصد افزایش بوده که بالاترین درصد افزایش سطح زیر کشت در سال ۲۰۱۰ در جهان است. در هند سطح زیر کشت پنبه تراریخته Bt توسط ٦ میلیون کشاورز رشد معنی داشته و به ۹/۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۰ رسید. چین که یکی از کشورهای بزرگ تولید کننده پنبه محسوب می‌شود، در سال ۲۰۱۰ توانست سطح زیرکشت پنبه Bt را به ٦۰۰ هزار هکتار افزایش دهد ( James 2010). مرکز سیاست‌های کشاورزی چین تاثیر کشت پنبه تراریخته را بر صادرات چین مورد بررسی قرار داده و نتیجه‌گیری می‌کند که کشت پنبه تراریخته با توجه به افزایش تولید می‌تواند منجر به کاهش قیمت پنبه شود. در نتیجه تولید پنبه تراریخته، موجب کاهش قیمت پارچه و در نتیجه افزایش رقابت چین در بازارهای جهانی پوشاک خواهد شد. در ادامه همین مطالعه مشخص شد که کشت پنبه تراریخته دارای آثار مثبت اقتصادی بر اقتصاد کشاورزان و این کشور خواهد بود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ به ۵/۲ میلیارد دلار برسد (Hu R). در مجموعه پنبه تراریخته توانسته است در کشورهای چون چین، هند، پاکستان، میانمار، فیلیپین، پاکستان، بورکینافاسو، آفریقای‌جنوبی نقش معنی-داری در درآمد ۱۵ میلیون کشاورز داشته باشد (جدول ۱ و ۲)(World Bank 2007).

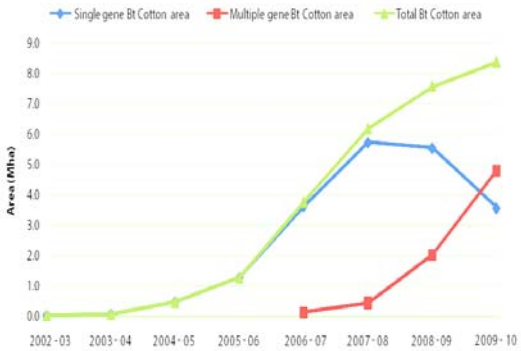
جدول ۱- جنبه‌های اقتصادی و فواید محیطی پنبه Bt

| | آرژانتین | چین | هند | مکزیک | افریقای جنوبی |
|---|---|---|---|---|---|
| افزایش عملکرد به درصد | ۳۳ | ۱۹ | ۲۶ | ۱۱ | ۶۵ |
| کاهش تعداد دفعات سم پاشی | ۲/۴ | | ۲/۷ | ۲/۲ | |
| کاهش هزینه مدیریت آفت به درصد | ۴۷ | ۶۷ | ۷۳ | ۷۳ | ۵۸ |

جدول ۲- کاهش مصرف آفت‌کش ناشی از کاشت پنبه Bt

| | 1998 | 2006 |
|---|---|---|
| درصد حشره کش‌های پنبه نسبت به کل آفت کش‌ها | ۳۰ درصد | ۱۸ درصد |
| درصد حشره کش‌های پنبه نسبت به کل حشره کش‌های موجود در بازار | ۴۲ درصد | ۲۸ درصد |
| سود ناشی از کاشت پنبه Bt | ۱۴۷ میلیون دلار | ۶۵ میلیون دلار |

تاکنون علاوه بر پنبه Bt تک‌ژنی که فقط به آفت خاصی مقاوم است پنبه‌های Bt چند ژنی نیز تولید شده است که هم‌زمان به چند آفت مختلف مقاوم هستند. این‌گونه پنبه‌ها ضمن داشتن عملکرد بالا (۱۰ درصد نسبت به تک‌ژنی) و کارایی بالای مقاومت باعث افزایش سود ناشی از کاهش مصرف آفت‌کش‌ها شده‌اند. بطوری‌که در انتهای سال ۲۰۱۰ برای اولین مرتبه سطح زیر کشت آن در هندوستان از مرز ۵ میلیون هکتار گذشت (James 2010) (شکل ۲).




شکل ۲- سطح زیر کشت انواع پنبه Bt در هندوستان

پنبه تراریخته در ایران

کرم غوزه و بیماری قارچی *Verticillium dahlia* و به‌ترتیب از مهم‌ترین آفات و بیماری‌های پنبه هستند که سالیانه خسارت زیادی وارد می‌کنند. هر سال بطور متوسط در سطح ۹۰ تا ۱۲۰ هزار هکتار از مزارع پنبه کشور علیه آفت کرم غوزه به دفعات



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]
[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

سم‌پاشی می‌شود. هزینه هر دفعه سم‌پاشی حدود ۲۰ هزار تومان در هکتار است. در ایران میزان خسارت ناشی ار بیماری قارچی ورتیسیلیوم (*Verticillium dahlia*) ۱۵ تا ۲۰ درصد برآورد شده است، البته در بعضی از سال‌ها به بیش از ٦۰ درصد هم می‌رسد. از آن‌جا که منبع مقاومتی برای این آفت و بیماری در ژرم پلاسم-های گیاهی وجود ندارد با استفاده از فن‌آوری مهندسی ژنتیک در سال‌های پیش از ۱۳۸۳ ژن‌های ضد آفت کرم غوزه *cry1Ab* و ژن کیتیناز به روش آگروباکتریوم به پنبه منتقل شد (Tohidfar et al. 2005, 2008, 2009). تجزیه مولکولی PCR، RT-PCR، Real Time برای گیاهان نسل T0، T1 و T2 به منظور تائید تلفیق ژن و آنالیز وسترن بلات برای بررسی بیان ژن انجام شد. گیاهان تولید شده همگی بارور بودند و هیچ نوع مشکلی در رشد و نمو و سایر صفات آن‌ها مشاهده نشد. بذور حاصله کشت‌شده پنبه و انتقال صفت مذکور به نسل‌های بعدی در گلخانه تایید شد. آزمایش زیست‌سنجی که توسط لارو کرم غوزه و قارچ *Verticillium dahlia* روی پنبه تراریخته نسل T2 و نسل اول صورت گرفت و نشان داد که این پنبه دارای مقاومت بسیار بالایی در مقابل این آفت و عامل بیماری بوده و تمام لاروهای کرم غوزه وقارچ موردنظر قبل از هرگونه خسارتی از بین می‌رود (Tohidfar et al 2005, 2008, 2009) خوشبختانه با تصویب قانون ایمنی زیستی در سال ۸۸ و در صورت تصویب آیین نامه های اجرایی قانون مذکور که در حال حاضر مراحل نهایی خود را طی می‌کند امید می‌رود به زودی آزمایش‌های مزرعه‌ای و رهاسازی این دستاورد مهم در کشور انجام شود. با کشت پنبه تراریخته، دیگر به مصرف سموم شیمیایی که آلوده‌کننده محیط زیست هستند، نیازی نیست. عدم مصرف سموم، نه‌تنها باعث می‌شود که محیطی پاک و عاری از مواد سمی داشته باشیم، از نظر اقتصادی نیز منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوطه خواهد شد. بنابراین دستاوردهای زیست محیطی حاصل از عدم مصرف سموم مختلف، عدم کشتار موجودات غیر هدف و زنبور عسل در کنار چنین کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید بسیار شایان توجه و ارزشمند می‌باشد. بعلاوه اگر پنبه تراریخته بتواند عملکرد را به میزان تنها ۱۰ درصد افزایش دهد ۲۱ هزار تن افزایش تولید پنبه دانه می‌تواند تولید روغن داخلی را سالیانه به مقدار ۳/٦ـ۳ هزار تن اضافه نماید. با این حساب افزایش تولید سالیانه الیاف ۹ هزار تن، دارای ارزشی معادل ۹ میلیون دلار خواهد بود. این مقاله به دنبال بررسی سلامتی و جنبه‌های ایمنی زیستی پنبه تراریخته نیست. ولی تحقیقات نشان داده‌اند پروتئین Cry1Ab دارای هیچگونه اثر سمی بر پستانداران نبوده و فقط اختصاصاً علیه حشرات آفت عمل می‌کند، علاوه بر این، با توجه به اینکه پنبه گیاهی است که به‌طور مستقیم به مصرف خوراکی نمی‌رسد، نسبت به سایر محصولات کشاورزی که اصولاً به‌طور مستقیم مصرف خوراکی دارند، استفاده از پنبه تراریخته، از نظر مسائل ایمنی زیستی مصون بوده و حساسیت‌ها و نگرانی‌های احتمالی که در مورد سایر محصولات ابراز می‌شود، در مورد پنبه وجود ندارد.

این امر از آنجا ناشی می‌شود که بیشترین کاربرد خوراکی پنبه، استفاده از روغن آن است که به علت فرآوری پیچیده‌ای که هنگام استحصال روغن اعمال می‌شود، اکثر پروتئین‌های موجود در آن از بین می‌روند. در حال حاضر، در بین کشورهای منطقه فقط مصر، هندوستان و پاکستان توانسته است به فنآوری پنبه Bt دست یابد، و ایران تنها کشوری است که توانسته است علاوه بر پنبه Bt، پنبه متحمل به قارچ ورتیسیلیوم را در سطح آزمایشگاهی تولید کند.

## نتایج و بحث

اراضی پنبه در ایران به دلیل عدم سود آوری، هزینه بالای تولید پنبه، ارزش افزوده زمین و عوامل دیگر در حال تبدیل به فعالیت‌های دیگر است. بطوری‌که در سال‌های اخیر سطح زیر کشت آن روند نزولی به خود گرفته است (htpp//www.mojnews.com/fa Tohidfar and Kaviyani 2011; ). در واقع به نظر می‌رسد با ورود پنبه تراریخته به عرصه کشت وسیع و گسترده نه تنها تغییر فعالیت رخ دهد بلکه ممکن است آهنگ افزایش سطح زیر کشت بدلیل سود آوری اتفاق افتد (Tohidfar and Kaviyani 2011). شاید ادعا شود با ورود پنبه تراریخته تک محصولی شدن در کشورهای در حال توسعه اتفاق افتد. این نگرانی ارتباطی به ماهیت تراریخته بودن و غیر تراریخته بودن محصول ندارد و در واقع هر محصولی که بتواند سودآوری و مقبولیت خوبی در بین کشاورزان و مردم داشته باشد می‌تواند چنین پیامدی داشته باشد. این‌ها از نکات ضعف محصول



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

تراریخته نخواهد بود بلکه هر محصولی که سودآوری داشته باشد مورد استقبال کشاورزان قرار خواهد گرفت و سطح زیر کشت آن افزایش می‌یابد. معمولاً کشاورزان از جمله هوشیارترین و محاسبه‌گرترین اقشار جامعه هستند و قبل از هر فصل اینکه چه محصولی بکارند مشاوره می‌کنند. سودآوری ناشی از کشت پنبه تراریخته موجب می‌شود تا کشاورزان با دل‌گرمی بیشتر در روستاها بمانند و به شغل شریف کشاورزی بپردازند. مطالعات نشان می‌دهد (Tohidfar and Kaviyani 2011) که در روستاهایی که پنبه Bt می‌کارند از نظر اقتصادی در وضعیت بهتری قرار داشته و زندگی در آن‌ها رونق بیشتری داشته است. برای مثال تعداد روستاهای که پنبه تراریخته می‌کارند بیشتر بوده، آب آشامیدنی بیشتر و سالم‌تری در اختیار داشتند، برق و چراغ روشنایی عمومی بیشتری در معابر داشتند. این مطالعات می‌تواند بیانگر توسعه روستای در صورت ادامه کشت پنبه تراریخته باشد. با این توضیح، عزم دانشمندان ایران زمین برای تحقق اهداف مندرج در سند چشم انداز توسعه مبنی بر رهبریت علمی کشور در منطقه و عزم آنان در فتح قله‌های رفیع علم و دانش روشن است (Ghareyazie 2011). به این‌ترتیب هدف کسب رتبه اول منطقه که در سند چشم انداز توسعه نظام در افق ۱۴۰۴ بر آن تاکید شده است کاملاً دست‌یافتنی است.

## منابع

Chevreau E, Taglioni JP, Cesbron C, Dupuis F, Sourice S, Loridon K (2007) Feasibility of alternative selection methods for transgenic apple and pear using the detoxification gene*Vr-ERE*. In: Proceding of the 1st Symposium on Biotechnology of Temperate Fruits Crops and Tropical Species. Acta Horticulturae 738:277–281.

Davidson MM, Takla MFG, Jacobs JME, Butler RC, Wratten SD, Conner AJ (2004) Transformation of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars with a *cry1Ac9* gene confers resistance to potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32: 39-50.

Emani C (2003) Enhanced fungal resistance in transgenic cotton expressing an endochitinase gene from *Trichoderma virens*. Plant Biotechnol 1: 321–336.

Ghareyazie B, Alinia F, Menguito CA, Rubia LG, De Palma JM, Liwanag EA, Cohen MB, Khush GS, Bennett J (1997) Enhanced resistance to two stem borers in an aromatic rice containing a synthetic *cryIA(b)* gene. Molecular Breeding 3: 401-414.

Ghareyazie B, et al (2011) Report of Genetic Engineering in Iran. Deputy of Science and Technology of president office. (in Press). (In Farsi)

Griffitts JS, Whitacre JL, Steven DE, Aroian RV (2001) Bt toxin resistance from loss of a putative carbohydrate-modifying enzyme. Science 293: 860-864.

http://www.mojnews.com/fa

Hu R. (no data) "Socio-Economic Impacts of GM crops in China". Center for Chinese agricultural policy of the Chinese academy of sciences. https:/bch,cbd.int/database/record.shtml?

Jaferri M, Tohidfar M (2008) Bt Crops. Biosafety and advantages. Moder Genetics.1: 5-17.(In Farsi)

James C (2010). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: ISAAA Briefs. No. 42

McPherson RM, MacRae TC (2009) Assessing lepidopteran abundance and crop injury in soybean lines exhibiting a synthetic *Bacillus thuringiensis cry1A* gene. J. Entomol. Sci 44: 120–131.

Mohammad Firoz A, Datta K, Abrigo E, Vasquez A, Senadhira D, Datta SK (1998) Production of transgenic deepwater indica rice plants expressing a synthetic *Bacillus thuringiensis cry1A(b)* gene with enhanced resistance to yellow stem borer. Plant Science 135-142.

Naseri F (1998) Cotton. Rasavi Ghids Razavi Press, Iran, 1-881.(In Farsi)

Perlak FJ, Deaton RW, Armstrong TA, Fuchs RL, Sims SR, Greenplate JT, Fischhoff DA (1990) Insect resistant cotton plants. Bio/Technology. 8: 939-943.

Shin S, Mackintosh CA, Lewis J, Heinen SJ, Radmer L, Macky RD, Baldridge GD, Zeyen RJ and Muehlbaue GJ (2008) Transgenic wheat expressing a barley class II chitinase gene has enhanced resistance against *Fusarium graminearum*. J Exp Bot 59: 2371–2378.

Takahashi W, Fujimori M, Miura Y, Komatsu T, Nishizawa Y, Hibi T, Takamizo T (2004) Increased resistance to crown rust disease in transgenic Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) expressing the rice chitinase gene. Plant Cell Rep, 23: 811-818.

Tohidfar M, Rasoly H, Hagnazary A and Ghareyazie B (2009) Evaluation of stability of chitinase gene in transgenic offspring of cotton *(Gossypium hirsutum).* Iranian Journal of Biotechnology 7: 45-50.

Tohidfar M, Ghareyazie B, Mousavi M, Yazdani S (2008) *Agrobacterium* mediated transformation of cotton (*Gossypium hirsutum*) using a synthetic*cry1Ab* gene for enhanced resistance against *Heliothis armigera*. Iranian Journal of Biotechnology. 6: 164-173.

Tohidfar M, Kaviyani M (2011) Biotechnology of cotton and aspects of their biosafety. Modier Flah Press, Iran, 1-130. (In Farsi)

Tohidfar M, Mohhamadi M, Ghareyazie B (2005) Agrobacterium-mediated transformation of cotton *(Gossypium hirsutum)* using a heterologous bean chitinase gene. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 83: 83-96

Wang Y, Chen DJ, Wang DM, Huang QS, Yao ZP, Liu FJ, Wei XW, Li RJ, Zhang ZN and Sun YR (2004) Over expression of gastrodia anti-fungal protein enhances verticillium wilt resistance in coloured cotton. Plant Breed 123: 454-459.



[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]
[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]

World Bank (2007) World Development Report 2008: Agriculture for development. The World Bank, Washington,DC.
Ye GY, Hu C, Shu QY, Cui HR, Gao MW (2000) The application of detached-leaf bioassay for evaluating the resistance of Bt transgenic rice to stem borers. Acta Phytophylacica Sinica 27, 1–6 (in Chinese).
Zehr UB (2010) Recent advance in molecular biology research on cotton fiber development, In: Shangguna XX, Yu N, Wang IJ, Chen XY, Biotechnology in agricultural and forestry.Vol. 65 Springer publication. Pp. 161-171.

[ Downloaded from mg.genetics.ir on 2026-06-24 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084439.1391.7.1.1.6 ]