

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

مسعود توحدی‌فر

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 تاریخته که در سطح وسیع در دنیا کشت و کار می‌شود، پنبه است. تا پایان سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت محصولات تاریخته به ۱۴۸ میلیون هکتار رسید که از این میان بیش از ۱۷ میلیون هکتار به پنبه تاریخته اختصاص داشت. هندوستان با ۱۰ میلیون هکتار پنبه Bt مقاوم به حشرات پروانه‌ای بیشترین سطح زیر کشت را دارد. پاکستان هم در سال زراعی گذشته، کشت بیش از ۲/۴ میلیون هکتار از این نوع پنبه تاریخته را اعلام کرد. در ایران هم از سال ۱۳۸۳ پنبه تاریخته متholm 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 ترازن 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 تاریخته 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 گستره‌های زیست‌سنگی و بررسی مقاومت گیاهان حاصل در آزمایشگاه و گلخانه بر علیه کرم غوزه پنbe و بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوژ 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 پنbe تاریخته مقاوم به آفات و بیماری‌ها، مصرف سوم شیمیایی که آلووده‌کننده محیط زیست هستند، بطور چشم‌گیری در زراعت پنbe کاهش خواهد یافت. خوشبختانه در سال ۸۸ قانون اینمی زیستی که چارچوب و مقررات برای اخذ مجوز رها سازی را تعیین می‌کند تصویب شد و امید می‌رود در سال جاری با تصویب آئین نامه‌های اجرایی قانون ملی اینمی زیستی که در آن روند اخذ مجوز برای انجام آزمایش‌های میدانی تدوین شده در سال‌های آتی آزمایش‌های میدانی و رهاسازی این دستاوردهای مهم صورت پذیرد. سودی که کشاورزان در کشورهای در حال توسعه از کشت پنbe‌های Bt بدست آورده‌اند بیش از ۶۰۰ دلار در هکتار برآورد شده است. بنابراین، دستاوردهای زیست محیطی حاصل از عدم مصرف سوم مختلف در کنار چنین کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید شیان توجه و ارزشمند است.

واژه‌های کلیدی

پنbe تاریخته،
سود آوری،
مهندسی ژنتیک.

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 پنbe تاریخته مقاوم به آفات و بیماری‌ها یکی از راهکارهای مهم دستیابی به این مهم است.

پنbe تاریخته Bt

کرم غوزه پنbe از آفات مهم پنbe 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^۱، کترل 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 پنbe آفات آن است. از اوخر سال ۱۹۸۰ تولید پنbe جهان بخاطر کاهش عملکرد و سطح زیرکاشت کاهش یافته است. کاهش عملکرد از ۱۵ تا ۳۰ درصد مربوط به آلدگی کرم غوزه است. از سال ۱۹۹۲-۱۹۹۳ آلدگی کرم غوزه در چین ۶۳۰ میلیون دلار خسارت وارد کرد، لذا کشاورزان رغبتی به کاشت این گیاه نشان ندادند. در نتیجه سطح زیرکاشت این گیاه به میزان ۱۰-۱۵ 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^۲ و پیریتروئید^۳ مقاوم است. بدلیل پیامدهای منفی کاربرد مواد شیمیایی در محیط زیست، توسعه پنbe‌های مقاوم به آفات مورد توجه فراوان قرار گرفته است. دانشمندان بدنیال راهبردهای جدیدی هستند که بتوانند آفات را کترل کنند که یکی از این راهبردها تولید پروتئین با خاصیت حشره‌کش بوسیله خود گیاه پنbe است (Jaferri and Tohidfar. 2008).

با استفاده از فناوری مهندسی ژنتیک ژن ضد آفت کرم غوزه *cryIAb* از باکتری *Basileyous turanjinensis* (Bt) جدا، و به پنbe منتقل شد. اولین مورد موفقیت آمیز انتقال ژن *cryIAb* به پنbe در سطح

مقدمه

گیاه پنbe به عنوان مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاه لیفی مصارف گوناگونی دارد و از نظر اقتصادی و تجاری دارای اهمیت فوق العاده‌ای است. هر چند رقابت الیاف مصنوعی با پنbe 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، مهم‌ترین 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 پنbe دنیا را تولید می‌کنند. پنbe دارای ماده خامی با ارزش ۵/۵ میلیارد دلار است. سطح زیر کشت و میزان تولید آن در جهان در سال ۲۰۱۰ به ترتیب ۳۴/۴ میلیون هکتار و ۸۹/۴ میلیون عدل است. متوسط عملکرد از ۵۶۴ کیلوگرم در سال ۱۹۹۵ به بیش از ۸۰۰ کیلوگرم در سال ۲۰۰۹ افزایش یافت. بین کشورهای تولید کننده، هندوستان با سطح زیر کشت معادل ۱۳/۳۶ میلیون هکتار رتبه اول را به خود اختصاص داده است (Tohidfar and Kaviyani 2011) برای ۴۵۳ گرم و ش پنbe 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 پنbe جهان طی سال زراعی ۲۰۱۰-۲۰۱۱ با ۲۴ 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 پنbe در فصل گذشته، تولید این محصول در جهان طی سال زراعی ۲۰۱۰-۲۰۱۱ با ۱۶ درصد افزایش به ۲۵ میلیون تن برسد. گفته می‌شود که خسارات واردہ به محصول پنbe پاکستان در اثر جاری شدن سیل، تاخیر احتمالی در برداشت محصول چین و هند و احتمال منع صادرات این کالا توسط کشورهای عمدۀ صادرکننده محصول موجب افزایش اخیر قیمت پنbe در جهان شده است (http://www.mojnews.com/fa).

در ایران در سال زراعی (۱۳۸۸) ۹۰ هزار هکتار و میزان پنbe تولیدی حدود ۶۰ هزار تن بوده است. با این حال میزان پنbe مورد نیاز صنعت نساجی ایران حدود ۱۵۰ هزار تن برآورد شده است، لذا حدود ۷۰ تا ۹۰ هزار تن از پنbe مورد نیاز کشور وارداتی است

¹ Lipidotreaten

² Endosulfan

³ Pyrethrioids

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 پنیه، 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 پنیه‌های تاریخته زیادی که متحمل به علفکش باشند، توسط شرکت‌های تولید کننده این محصولات تولید و تجاری شده‌اند از جمله می-

توان به پنیه متحمل به علفکش گلایفوسیت^۳، برومکسینیل^۴، Tohidfar گلوفوزینت^۵، ایمیدازولئیون^۶ و توفوردی اشاره کرد (Tohidfar and Kaviyani 2011). پنیه‌های متحمل به علفکش هم‌اکنون برای پنیه‌کاران گزینه‌های جدیدی در راهکارهای مدیریت علف‌های هرز بوجود آورده‌اند. گیاهان متحمل به علفکش ضمن اینکه باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شوند، اقتصاد تولید پنیه 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 پنیه به عنوان پناهگاه عمل می‌کنند باشد.

بهبود کیفیت الیاف

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

جهانی به سال ۱۹۹۰ برمی‌گردد که گیاهان تاریخته 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 توансنتد بیان ژن و مقاومت را در گیاهان تاریخته افزایش دهنده. در حال حاضر این ژن به تعداد زیادی از گیاهان زراعی از جمله برنج (Ghareyazie et al. 1997; Ye et al. 2000)، سیب‌زمینی (Mepherson et al. 2009)، سویا (Davidson et al. 2004) و پنیه (Tohidfar et al. 2008) منتقل شده است. علاوه بر گیاهان زراعی، تعدادی از گیاهان باعی نیز با استفاده از همین ژن تاریخته شده‌اند که در مراحل اولیه آزمایشگاهی هستند (Chevreau et al. 2007). در مجموع بکارگیری پنیه Bt در درصدی ۷۵ کاهش ۷۵ درصدی آفات 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 تاریخته ملاحظاتی نیز در مورد اینمنی 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 اینمنی دارای سابقه طولانی است، بطوری‌که با سابقه بیش از ۴۰ سال استفاده از فراورده‌های بیولوژیک Bt و پروتئین‌های 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)^۱ طی بررسی‌های خود، بی‌ضرر بودن گیاهان Bt نسبت به انسان و دیگر مهره‌داران را تأیید کرده است (Griffitts et al. 2001; Mohammad et al. 1998)

WHO^۲ در سال ۲۰۰۰ با بررسی اینمنی زیستی گیاهان Bt گزارش کرده است که اصولاً پروتئین‌های Bt هیچ اثرسوزی برای سلامت انسان و دیگر مهره‌داران ندارند. همچنین بررسی‌های محققین دیگر، تاییدی است بر اینمنی غذایی پروتئین‌های Cry برای انسان و حیوانات بدليل ۱- نبود شرایط مقتضی برای حل شدن پروتئین‌های Cry در سیستم گوارشی مهره‌داران ۲- تجزیه

³ Glyphosate

⁴ Bromoxinyl

⁵ Glyphosanate

⁶ Imidazole

¹ Environmental Protection Agricultural

² World Human Organization

بیماری وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل افزایش بیان پروتئین‌های مربوط به مکانیسم‌های دفاعی گیاهان از جمله آنزیم-های کیتیناز و گلوكاتنаз 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 تاریخته در جهان یکی از گیاهان تاریخته‌ای که در سال ۲۰۱۰ میزان کشت و کار آن رشد چشمگیری داشت، پنبه تاریخته بود بطوریکه برای اولین مرتبه در سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت پنبه تاریخته به ۶۴ درصد مساحت ۳۳ میلیون هکتاری جهانی این محصول رسید. با وجود اینکه افزایش سطح زیر کشت محصولات تاریخته 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 ۱۴ میلیون کشاورزی که از این فناوری بهره‌مند می‌شوند، از کشاورزان خرده پا و فقیر هستند. در حال حاضر این کشاورزان از کشت محصولات تاریخته همچون پنبه Bt متفع می‌شوند. هندوستان به عنوان 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 تاریخته اختصاص دهد و رکورد جدیدی را بر جای بگذارد. پنبه تاریخته مقاوم به آفات به مفهوم دقیق کلمه انقلابی را در تولید پنbe این شور پدید آورده است. نفع اقتصادی ناشی از کشت پنبه تاریخته در مجموع دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ میلادی برابر با رقم موثر ۶/۱ میلیارد دلار بود پنبه تاریخته موجب کاهش نیاز به حشره کش‌ها به نصف، دوباره شدن عملکرد و تبدیل کشور هندوستان از یک وارد کننده پنbe به یک صادر کننده عمده پنbe شده است (James C. 2010; Hu 2010; R. (شکل ۱).

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 پنbe‌های رنگی طبیعی از طریق بیان ژن‌هایی که ساخت رنگدانه‌ها را کاتالیز می‌نمایند نیز فرصت‌های تجاری جدیدی را برای مهندسی ژنتیک پنbe فراهم کرده است. اگر چه پیشرفت‌های قابل توجهی در خصوص دستورالعمل الیاف در گیاه پنbe انجام شده است اما تاکنون هیچ گیاه تاریخته‌ای تجاری نشده است (Tohidfar and Kaviyani 2011; Naseri 1998).

پنbe‌های تاریخته متholm به بیماری‌های قارچی یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد در پنbe 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 ۶۰ درصد هم می‌رسد. ضدغ Fonni خاک با گاز متیل بروماید یا مخلوط متیل بروماید^۱ و کلروپیکرین^۲ 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 میکرووارگانیسم‌های خاک در ناحیه ریزوسفر داشته و آلودگی محیط را نیز به همراه دارد. بهزادی برای لاین‌های پنbe 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 پنbe تا ۱۰ دلار در هر هکتار اضافه کند. علاوه بر این، به علت نگرانی‌های رو به رشد مربوط به این‌منی محیط‌زیست و آلودگی‌های آبهای سطحی تقاضای کمتری به استفاده از مواد شیمیایی وجود دارد. بنابراین دسترسی به پنbe‌های تاریخته مقاوم به بیماری برای کنترل آن‌ها مشمر ثمر خواهد بود. خطمشی‌های گوناگونی برای ایجاد پنbe‌های تاریخته مقاوم به

¹ Metyl bromid² Chloropicrin

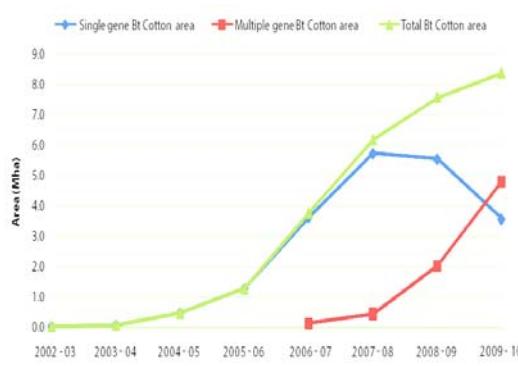
جدول ۱- جنبه‌های اقتصادی و فواید محیطی پنبه Bt

	آرژانتین	چین	هند	مکزیک	آفریقای جنوبی
افزایش عملکرد به درصد	۳۲	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	۱۸
درصد حشره کش‌های پنبه نسبت به کل حشره کش‌های موجود در بازار	۴۲	۲۸
سود ناشی از کاشت پنبه Bt میلیون دلار	۱۴۷	۶۵

تاکنون علاوه بر پنبه Bt تک‌ژنی که فقط به آفت خاصی مقاوم است پنبه‌های Bt چند زنی نیز تولید شده است که همزمان به چند آفت مختلف مقاوم هستند. این گونه 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 تاریخته در ایران

کرم غوزه و بیماری قارچی *Verticillium dahliae* و بهترین 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



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

در حال حاضر کشورهای چون امریکا، برباد، آرژانتین، چین، هند، آفریقای جنوبی، استرالیا، مکزیک، کلمبیا، کاستریکا، بورکینافاسو و پاکستان پنبه Bt را بصورت تجاری کشت می‌کنند. سطح زیر کشت پنبه تاریخته مقاوم به آفات در بورکینافاسو توسط ۸۰ هزار کشاورز ۱۴ برابر شد و از ۸۵۰۰ هکتار در سال ۲۰۰۸ به ۲۶۰۰۰ 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 تاریخته Bt توسط ۶ 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 زیر کشت پنبه Bt را به ۶۰۰ هزار هکتار افزایش دهد (James 2010). مرکز سیاست‌های کشاورزی چین تأثیر کشت پنبه تاریخته را بر صادرات چین مورد بررسی قرار داده و نتیجه‌گیری می‌کند که کشت پنبه تاریخته با توجه به افزایش تولید می‌تواند منجر به کاهش قیمت پنبه شود. در نتیجه تولید پنبه تاریخته، موجب کاهش قیمت پارچه و در نتیجه افزایش رقابت چین در بازارهای جهانی پوشان خواهد شد. در ادامه همین مطالعه مشخص شد که کشت پنبه تاریخته 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 2010). در مجموعه پنبه تاریخته توانسته است در کشورهای چون چین، هند، پاکستان، میانمار، فیلیپین، پاکستان، بورکینافاسو، آفریقای جنوبی نقش معنی‌داری در درآمد ۱۵ میلیون کشاورز داشته باشد (جدول ۱ و (World Bank 2007)).

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 پنجه تاریخته 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 پنجه گیاهی است که به طور مستقیم به مصرف خوراکی نمی‌رسد، نسبت به سایر محصولات کشاورزی که اصولاً به طور مستقیم مصرف خوراکی دارند، استفاده از پنجه تاریخته، از نظر مسائل ایمنی زیستی مصون بوده و حساسیت‌ها و نگرانی‌های احتمالی که در مورد سایر محصولات ابراز می‌شود، در مورد پنجه وجود ندارد. این امر از آنجا ناشی می‌شود که بیشترین کاربرد خوراکی پنجه، 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 فناوری پنجه Bt دست یابد، و ایران تنها کشوری است که توانسته است علاوه بر پنجه Bt، پنجه متحمل به قارچ ورتیسیلیوم را در سطح آزمایشگاهی تولید کند.

نتایج و بحث

اراضی پنجه در ایران به دلیل عدم سود آوری، هزینه بالای تولید پنجه، 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 <http://www.mojnews.com/fa> Tohidfar and Kaviyani 2011;). در واقع به نظر می‌رسد با ورود پنجه تاریخته 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 پنجه تاریخته تک محصولی شدن در کشورهای در حال توسعه اتفاق افتد. این نگرانی ارتباطی به ماهیت تاریخته بودن و غیر تاریخته 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

سم پاشی می‌شود. هزینه هر دفعه سم پاشی حدود ۲۰ هزار تومان در هکتار است. در ایران میزان خسارت ناشی از بیماری قارچی ورتیسیلیوم (*Verticillium dahliae*) ۱۵ تا ۲۰ درصد برآورد شده است، البته در بعضی از سال‌ها به بیش از ۶۰ 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 Tohidfar et al. (2005, 2008, 2009) برای گیاهان نسل T0, T1 و T2 به منظور تأیید تلفیق ژن و آنالیز وسترن بلاط 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. بدوزر حاصله کشت شده پنجه و انتقال صفت مذکور به نسل‌های بعدی در گلخانه تایید شد. آزمایش زیست‌سنگی که توسط لارو کرم غوزه و قارچ *dahliae* *Verticillium* روی پنجه تاریخته نسل T2 و نسل اول صورت گرفت و نشان داد که این پنجه دارای مقاومت بسیار بالایی در مقابل این آفت و عامل بیماری بوده و تمام لاروهای کرم غوزه و قارچ مورد نظر 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 نامه‌های اجرایی قانون مذکور که در حال حاضر مراحل نهایی خود را طی می‌کند امید می‌رود به زودی آزمایش‌های مزرعه‌ای و رهاسازی این دستاوردهای مهم در کشور انجام شود. با کشت پنجه تاریخته، دیگر به مصرف سوم شیمیایی که آلوده‌کننده محیط زیست هستند، نیازی نیست. عدم مصرف سوم، نه تنها 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 سوم مختلف، عدم کشتار موجودات غیر هدف و زنبور عسل در کنار چنین کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید بسیار شایان توجه و ارزشمند می‌باشد. علاوه اگر پنجه تاریخته بتواند عملکرد را به میزان تنها ۱۰ درصد افزایش دهد ۲۱ هزار تن افزایش تولید پنجه دانه می‌تواند تولید روغن داخلى را سالیانه به مقدار ۳/۶ هزار

تعداد روستاهای که پنیه تاریخته 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 پنیه تاریخته 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 این ترتیب 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, Source S, Lordin K (2007) Feasibility of alternative selection methods for transgenic apple and pear using the detoxification gene Vr-ERE. In: Proceeding 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 *cryIAc9* 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)
- Griffiths 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?>
- Jafri 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 cryIA* gene. J. Entomol. Sci 44: 120–131.

تاریخته 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 پنیه تاریخته موجب می‌شود تا کشاورزان با دلگرمی بیشتر در روستاهای بمانند و به شغل شریف کشاورزی پردازند. مطالعات نشان می‌دهد (Tohidfar and Kaviyani 2011) که در روستاهایی که پنیه Bt می‌کارند از نظر اقتصادی در وضعیت بهتری قرار داشته و زندگی در آن‌ها رونق بیشتری داشته است. برای مثال

- 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 cryIA(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 Muehlbae 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 *cryIAb* 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, Mohammadi 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.

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.