مجله ایمنی زیستی

دوره چهارم، شماره چهارم، تابستان ۹۱

نقش محصولات تراریخته در توسعه پایدار

سولماز خسروی، مسعود توحیدفر*

پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران

gtohidfar@yahoo.com

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

چکیده

سطح زیر کشت محصولات تراریخته از سال ۱۹۹۶ تا به‌حال به بیش از ۱۷۰ میلیون هکتار به‌عبارت دیگر ۱۰ برابر سطح زیر کشت زمین‌های زراعی در ایران رسیده است. افزایش روز افزون کشت اینگونه محصولات ناشی از نقش موثری که در ایجاد امنیت غذایی و تولید پایدار ایجاد کرده‌اند است. این دسته از محصولات با ایجاد منفعت اقتصادی و تولید ثروت برای کشاورزان، مدیریت صحیح علف‌های هرز و آفات، کاهش گازهای گلخانه‌ای و تامین غذای کافی برای جمعیت در حال رشد دنیا ضمن حفاظت از محیط زیست سهم بسزایی را در توسعه پایدار به عهده دارند. توسعه پایدار پایه و اساس بسیاری از تصمیم‌گیری‌های سیاسی بین‌المللی و ملی را تشکیل می‌دهد. توسعه پایدار با تکیه بر ابعاد مختلف سیاسی، زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و غیره به تامین نیازهای جمعیت در حال رشد از طریق استفاده منابع طبیعی موجود با هدف حفظ آن‌ها برای نسل‌های آینده می‌پردازد. در این مقاله به نقش محصولات تراریخته در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار در ابعاد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: محصولات تراریخته، توسعه پایدار، بعد اقتصادی، بعد محیط زیست، بعد اجتماعی.

مقدمه

توسعه پایدار، ترکیبی از دو واژه است که دو جنبه متفاوت (پیشرفت اقتصادی-صنعتی و کیفیت محیط زیست) را در یک نماد (توسعه پایدار) متحد می‌سازد. به‌عبارت دیگر دو مفهوم اقتصاد و اکولوژی در کنار هم قرار گرفته و زیربنای استراتژی توسعه پایدار را تشکیل می‌دهد (۱). آنچه در تعاریف مربوط به توسعه پایدار مشترک است، جنبه پویایی آن، رفع نیازهای اساسی، توجه خاص به حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب و آلودگی آن است. به بیان ساده‌تر توسعه پایدار یعنی تامین نیازهای منطقی نسل حاضر بدون به خطر انداختن توان نسل‌های آینده. امروزه شاخص‌های توسعه پایدار به ٤ مولفه اصلی شامل زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی تقسیم‌بندی می‌شود (۲). اگرچه کلمه توسعه پایدار از مدت‌ها پیش استفاده می‌شد اما ارتباط واقعی بین محیط زیست و فعالیت‌های اجتماعی با انتشار کتاب "بهار ساکت" نوشته "راشل کارسون" در سال ۱۹٦۲ شکل گرفت. از آن زمان به بعد رابطه بین محیط زیست، اقتصاد و توسعه قوی‌تر شد. به دنبال این جریان، موسسه‌های مختلفی از دهه ۷۰ میلادی به بعد شروع به شکل‌گیری کردند تا به ارتباط محیط زیست و توسعه پایدار کمک بیشتری کنند. از آن جمله می‌توان به تاسیس اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)[1] در سال ۱۹۸۰ اشاره داشت که در آن استراتژی جهانی برای توسعه پایدار تدوین شد. این استراتژی به ارتباط تخریب محیط زیست با فقر، افزایش جمعیت، معاملات و بی‌عدالتی اجتماعی تاکید دارد. اهداف توسعه هزاره سوم (MDGs)[2] نیز سبب شد که خواست دنیا به سمت مبارزه با چالش‌های پیش روی توسعه پایدار مانند رشد جمعیت، فقر، گرسنگی، بهداشت، تخریب و مصرف بی‌رویه منابع طبیعی و تنوع زیستی، سرعت و میزان شدید تغییرات محیطی معطوف شود. گزارش Agriculture at a Crossroads در سال ۲۰۰۹ نیز عنوان کرد که تنها راه رسیدن به توسعه پایدار و رفع چالش‌های عنوان شده توسط توسعه هزاره سوم، استفاده کاربردی از علم، فناوری‌های جدید و یافته‌های کشاورزی است.

جمعیت دنیا ٦/۸ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۹

1- International Union for Conservation of Nature
2- Millennium Development Goals

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

بود. پیش‌بینی می‌شود کـه ایـن مقـدار بـه ۸/۱ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۵ و ۹ میلیارد در سـال ۲۰۵۰ برسد (۳۰). نیاز غذایی دنیا نیز همزمـان با رشد روز افـزون جمعیـت، باعـث افـزایش تقاضا برای توسعه اقتصادی و شهرسازی شده است. از طرفی نگرانی در مورد تغییرات آب و هوایی و تکیه بر سوخت‌های فسیلی نیز وجود دارد. در چنین شرایطی، محصولات تراریختـه ایجاد شدند که تعـدادی از آن‌هـا در برخـی از کشورها کشت می‌شوند. برخی از محصـولات ایجاد شده مقاوم به علف‌کـش (HT[3]) هسـتند که به کشاورز شانس مدیریت بهتر در تولید را می‌دهد و تعدادی دیگر مقاوم به حشـره (Bt[4]) هستند که مصرف سموم را کـاهش مـی‌دهنـد. البته محصولات مقـاوم بـه خشـکی یـا سـایر تنش‌ها و هم‌چنین بـا عملکـرد بیشـتر نیـز در مراحـــل پیشـــرفته آزمـــایش هســـتند. ایـــن محصولات علاوه بر نحوه عملکـرد، از لحـاظ اثرهای محیطی و ایمنی زیسـتی نیـز در حـال بررسی هستند. محصولات تراریخته اولین بـار در سال ۱۹۹۶ کشت شدند و سطح زیر کشت آنها از ۱/۷ میلیـون هکتـار بـه ۱۷۰/۳ میلیـون هکتـار در ۲۰۱۲ رسـیده اسـت. کشـورهای آمریکا، برزیل، آرژانتین، هنـد، کانـادا و چـین بـیش‌تـرین سـطح زیـر کشـت محصـولات تراریخته دنیا را در ۲۰۱۲ به خـود اختصـاص داده‌انـد. محصـولات تراریختـه اصـلی شـامل سویا، ذرت، پنبه و کلزا هستند کـه بـه ترتیـب ۸۱، ۸۱، ۳۵ و ۳۰ درصد محصولات سـنتی را در ۲۰۱۲ تشکیل می‌دهند (۲٤). در سـال‌هـای اخیر، تمایل به استفاده از محصولات تراریخته دارای دو صـــفت (HT و Bt) نســـبت بـــه محصولات تک صفتی (فقط Bt یـا تنهـا HT) افزایش یافته است. سطح زیـر کشـت ذرت و پنبه تراریختـه دارای دو صـفت HT و Bt، بـه ترتیب ٦۳ و ۵۲ درصد سطح زیر کشـت ذرت و پنبـه را در آمریکـا در سـال ۲۰۱۲ بـه خـود اختصاص داده اسـت (۱۹). گیاهـان تراریختـه حاوی بیش از یک صـفت حـدود ۲۵ درصـد سطح زیر کشـت محصـولات تراریختـه را در ۲۰۱۲ به خود اختصاص دادند (۲٤). علاوه بر چهار گیـاه تراریختـه نـامبرده، گیاهـانی ماننـد نیشکر، پاپایـا و یونجـه تراریختـه نیـز کشـت می‌شوند (۲٤). بادمجان Bt که مقاوم بـه کـرم ساقه‌خوار و میوه‌خوار است نیز مراحل ابتدایی خود جهت تجاری‌سازی را در کشور هند طی می‌کند (۹).

3- Herbicide Tolerant
4- *Bacillus thuringiensis*

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

محصولات تراریخته طی سال‌های ۱۹۹٦ تا ۲۰۱۱ نقش موثری را در ایجاد امنیت غذایی و تولید پایدار ایفا کرده‌اند بطوری‌که باعث افزایش تولیدات زراعی به ارزش بیش از ۹۸ میلیارد دلار شده‌اند. هم‌چنین، از طریق کمک به بیش از ۱۵ میلیون کشاورز خرده‌پا و بیش از ۵۰ میلیون خانواده تحت پوشش این کشاورزان که جزو فقیرترین مردم جهان محسوب می‌شوند، در جهت فقرزدایی گام موثری برداشته‌اند. از طرفی، با تقلیل میزان سموم مصرفی و تولید گازکربنیک باعث کمک به حفظ محیط زیست شده‌اند (۳۸).

با وجود رشد و توسعه محصولات تراریخته در نقاط مختلف دنیا، هنوز برخی از دولت‌ها، موسسات و افراد در مورد ایجاد منفعت اقتصادی این محصولات طی برنامه زمان‌بندی شده در مقایسه با محصولات غیرتراریخته تردید دارند. تامین غذای کافی و باکیفیت برای جمعیت در حال رشد دنیا بدون بهره‌برداری بیشتر از منابع طبیعی موجود یکی از اهداف توسعه پایدار است که مقاله حاضر به بررسی ظرفیت محصولات تراریخته در جهت نیل به این هدف می‌پردازد.این مقاله به سهم محصولات تراریخته در سه بعد مرتبط با توسعه پایدار شامل اقتصاد، محیط زیست و جامعه خواهد پرداخت.

بعد اقتصاد

از آنجا که بسیاری از مردم فقیر در کشورهایی زندگی می‌کنند که بیشتر به کشاورزی وابسته هستند بنابراین توسعه کشاورزی و دامداری اثر مستقیم بر ریشه‌کنی فقر و گرسنگی خواهد داشت. کشورهای توسعه یافته با تولید محصولات تراریخته سعی دارند تا باعث کاهش هزینه‌ها از یک طرف و افزایش کمیت و کیفیت محصولات تولیدی شوند که این می‌تواند به نوعی باعث افزایش درآمد شود.

پنبه Bt در امریکا در سال ۱۹۹۷ باعث افزایش عملکرد شد (۱۵). گزارش مشابهی نیز در خصوص ذرت Bt وجود دارد. Gianessi (۲۰۰۸) طی یک پژوهش سه ساله عنوان کرد که پنبه Bt در مقایسه با پنبه معمولی منجر به تولید محصول بیشتر و درنهایت منفعت اقتصادی بیشتر می‌شود. در چین نیز پنبه Bt برای اولین بار در سال ۱۹۹۷ کشت شد و در سال ۲۰۰٦ حدود ٦۹ درصد از سطح زیر کشت را به خود اختصاص داد (۲۳). کشت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

پنبه Bt در هند نیز از سال ۲۰۰۲ رونق گرفت. به گزارش Kumar و Karihalo (۲۰۰۹) میزان محصول پنبه طی سال‌های ۷-۲۰۰٦ و ٤-۲۰۰۳ تا ۳۰ درصد نسبت به پنبه معمولی افزایش داشت.

افزایش محصول در هر واریته‌ای بستگی به محیط زیست و شدت آفات و علف‌های هرز محلی دارد. طبق گزارش Gomez-Barbero و همکاران (۲۰۰۸) کشت ذرت تراریخته در قسمت‌های مختلف اسپانیا نسبت به ذرت معمولی از ۱/۳- تا ۱۲/۱+ درصد باعث افزایش عملکرد شد. طبق نتایج ایشان، ناهمگون بودن کشاورزان، تفاوت در شدت آفات، شرایط زراعی-اکولوژیک و اینکه واریته‌های ذرت Bt مناسب برای هر منطقه معرفی نشده‌اند می‌تواند بر این نتایج اثر گذاشته باشد.

گزارش‌هایی مبنی بر عملکرد سویای HT نیز وجود دارد (۷، ١٤). اگرچه این افزایش عملکرد زیاد نیست اما تمایل روزافزون کشاورزان به افزایش سطح زیر کشت سویای HT نشان می‌دهد سود ناشی از کشت این محصول به اندازه‌ای کافی است که تمایل به کاشت این محصول افزایش یافته است. در کشور رومانی نیز با کشت سویای HT و به دنبال آن کنترل شایسته علف‌های هرز عملکرد محصول ۳۱ درصد طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۸ افزایش یافت.

گزراشی نیز در خصوص افزایش ۱۰ درصدی در عملکرد ناشی از کشت کلزای تراریخته در کانادا منتشر شد. در طول ٦ سال کشت محصولات تراریخته، بیش از ۹۰ درصد سطح زیر کشت این محصولات به کلزای HT اختصاص داشت. دلیل اصلی برای پذیرش کلزای HT این است که باعث کاهش از بین رفتن علف‌های هرز می‌شود درنتیجه نیاز به آیش را بر طرف می‌کند.

Qaim (۲۰۰۵) طی مروری بر پذیرش محصولات تراریخته در کشورهای در حال توسعه گزارش کرد که سود ناشی از صرفه جویی در مصرف علف‌کش هنگام استفاده از گیاهان مقاوم به علف‌هرز و حشره به ترتیب بین ۳۳ و ۷۷ درصد بود. هم‌چنین، سود حاصل از کشت سویای HT به‌علت استفاده از علف‌کش‌های ارزان‌تر بود درحالی‌که منفعت حاصل از کشت پنبه Bt ناشی از کاهش در مصرف حشره‌کش بود. افزایش میزان پذیرش محصولات تراریخته توسط کشاورزان

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

کشورهای در حال توسعه با وجود قیمت بالای بذور تراریخته باعث صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌ها می‌شود که ناشی از افزایش درآمد حاصل از رشد عملکرد و کنترل موثر خسارت است. Bonny (۲۰۰۸) اثرهای زراعی-اکولوژیک را که کشاورزان امریکایی را به مصرف سویای متحمل به علف‌کش سوق می‌دهد به شرح ذیل عنوان کرده است.

- تسهیل مدیریت علف‌هرز با استفاده گلایفوسیت.
- انعطاف‌پذیری ناشی از زمان مصرف طولانی‌تر.
- کاهش هزینه‌های مربوط به علف‌کش‌ها.
- تناوب زراعی راحت‌تر.
- کاهش میزان مصرف علف‌کش.
- کاهش هزینه‌های کارگری.
- کاهش میزان شخم لازم برای آماده‌سازی زمین.

کشت سویای متحمل به علف‌کش در لوئیزیانا نیز باعث شد نیاز به آیش پس از کشت نیشکر رفع و در.نتیجه ضمن مهار مطلوب علف‌های هرز از سود ناشی از کشت سویا به‌جای اینکه زمین در آیش و خالی از کشت قرار گیرد استفاده شود (۱۶). Clewis و Wilcut (۲۰۰۷) ثابت کردند سود اقتصادی حاصل از شخم نواری و کنترل علف‌های هرز در زراعت پنبه تراریخته در مقایسه با کشت پنبه سنتی که در آن از شخم معمولی استفاده می‌شود بیش‌تر است.

شواهد نشان می‌دهد که پذیرش محصولات تراریخته در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باعث افزایش درآمد کشاورزان می‌شود. افزایش درآمد کشاورزان خرد در کشورهای در حال توسعه اثر مستقیم در از بین بردن فقر و کیفیت زندگی دارد که از موارد کلیدی در توسعه پایدار هستند. Bennett و همکاران (۲۰۰۶) عملکرد پنبه Bt و غیرتراریخته را در ۹۰۰۰ مزرعه هند مقایسه کردند و دریافتند که پنبه Bt سهم بزرگی را در افزایش محصول و اقتصاد پنبه‌کاران هندی دارد. این نتایج حاکی از آن است که محصولات تراریخته نقش کلیدی در رفع فقر و بنابراین اهداف بین‌المللی توسعه دارند.

بعد محیط زیست

۱-کیفیت خاک و استفاده از زمین

آنچه مجامع معتبر علمی و بین‌المللی از آن به‌عنوان بیابان‌زایی یاد می‌کنند، پدیده‌ای به

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

ظاهر نامحسوس اما بسیار خطرناک‌تر از بیابانی شدن اراضی است و آن کاهش ظرفیت تولید اراضی یا تخریب سرزمین است که تا حدود زیادی متاثر از عملکردهای انسانی است. عواملی مانند فقر، عدم ثبات سیاسی، جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها، چرای بیش ار حد دام‌ها، روش‌های نامناسب آبیاری می‌توانند در کاهش حاصل‌خیزی زمین و در نتیجه بیابان‌زایی اثر گذارند. طبق دستورکار ۲۱ UNCED[5] (۱۹۹۲) بیابان‌زدایی و مبارزه با خشکی باید در اولویت قرار گیرد. بدین منظور راهکارهای دراز مدت برای برقراری ارتباط بین استفاده از زمین و زندگی با هدف توسعه پایدار و کاهش اثرهای تغییرات آب و هوایی ایجاد شدند که تنها مرجع قانونی برای تحقق این اهداف UNCED است. مکانیزمی که طی آن گیاهان تراریخته به زمین و کیفیت خاک کمک می‌کنند کاهش میزان دست‌ورزی خاک به دلیل عدم‌نیاز یا نیاز کم این گیاهان به شخم زدن است. در نتیجه فرسایش خاک کاهش یافته و ذخیره موادآلی افزایش می‌یابد که به حفظ رطوبت خاک کمک می‌شود. پژوهش‌ها در رابطه با خصوصیات بیولوژیک خاک نشان می‌دهد که کاهش شخم باعث افزایش کیفیت خاک و عدم‌فرسایش آن می‌شود (۱۰). پژوهش‌ها نشان داده است زمانی‌که محصولات متحمل به علف‌کش کشت می‌شوند میزان کربن و نیتروژن آلی خاک در مقایسه با گیاهان معمولی بیشتر حفظ می‌شود (۱۱).

بقایای گیاهی تنها منبع غنی‌سازی کربن خاک به شمار می‌روند و ترشحات ریشه میکروارگانیسم‌های موجود در ریزوسفر را کنترل می‌کند. بنابراین هر گونه تغییر در کیفیت بقایای گیاهی بر ترکیب و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اثر می‌گذارد. یکی از ملاحظات در رابطه با محصولات Bt، مخاطرات احتمالی پروتئین Bt بر دینامیک میکروبی خاک است. با اینکه نتایج Icoz و Stotsky (۲۰۰۸) نشان داده است که محصولات Bt که به شدت پروتئین Bt را بیان می‌کنند بر هیچ یک از موجودات خاک شامل لیسه چوب، کرم خاکی، نماتد، پروتوزوآ و فعالیت آنزیم‌های خاک اثری ندارند.

محصولات تراریخته مقاوم به خشکی و شوری قابلیت کشت در زمین‌هایی را که برای زراعت محصولات عادی مناسب نیستند دارند.

5- UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

بنابراین می‌توان از آن‌ها جهت بیابان‌زادیی استفاده کرد. از طرفی، تعدادی از محصولات تراریخته در حال ایجاد هستند که میزان عملکرد آنها افزایش یافته است. با استفاده از چنین محصولات با عمکرد بالا می‌توان از تخریب جنگل‌ها و توسعه زمین‌های زراعی به این مناطق به بهانه تولید بیش‌تر جلوگیری کرد.

با ایجاد گیاهان تراریخته مقاوم به علف‌کش نیاز به شخم زدن جهت از بین بردن علف‌های هرز نسبت به حالت مشابه کاهش یافته و بدین نحو محصولات تراریخته باعث حفاظت خاک و افزایش کیفیت آن می‌شوند. هم‌چنین، برخی از محصولات تراریخته قابلیت کشت در زمین‌های شور و مناطق خشک را دارند که می‌توان از آن‌ها برای بیابان‌زادیی استفاده کرد. به‌علاوه عملکرد بالای این محصولات به حفاظت جنگل‌ها کمک می‌کند.

۲-گازهای گلخانه‌ای

گازهای گلخانه‌ای اجزای گازی جو هستند که به اثر گلخانه‌ای یعنی عدم اجازه عبور انرژی حرارتی مازاد زمین به سمت جو و گرم شدن کره زمین کمک می‌کنند. بسیاری از این گازها به‌طور طبیعی در جو وجود دارند اما برخی از آن‌ها به علت فعالیت‌های خاص بشری بوجود می‌آیند. UNFCC[6] (۱۹۹۸) اولین معاهده بین‌المللی را برای کنترل تولید گازهای گلخانه‌ای ایجاد کرد. هدف این معاهده ثابت نگه‌داشتن سطح گازهای گلخانه‌ای در حد مجاز است. استفاده از محصولات تراریخته قابلیت کاهش گازهای گلخانه‌ای را طی چند مکانیزم دارد. طبق گزارش Stem (۲۰۰۶) محصولات تراریخته از سه طریق می‌توانند باعث کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای شوند.

۱-کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و تولید گازکربنیک از طریق کاهش مصرف سموم.

۲-کاهش نیاز به شخم زدن مزرعه و در نتیجه تقلیل رها شدن گازکربنیک از خاک.

۳-تولید سوخت‌های زیستی و به دنبال آن کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی.

Glover و همکاران (۲۰۰۸) ارتباط بیوتکنولوژی و تغییرات آب و هوا را بررسی کردند. طیق یافته‌های ایشان، بخش کشاورزی استرالیا ۱۶ تا ۱۸ درصد در انتشار گازهای گلخانه‌ای نقش دارد. این گازها شامل اکسید

6- United Nations Framework Convention on Climate Change

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

نیتروژن (حاصل از کاربرد کودها)، متان (حاصل از دام) و دی‌اکسیدکربن است. بخش کشاورزی به‌عنوان یک منتشرکننده اصلی در گازهای گلخانه‌ای باید تمهیداتی را جهت کاهش انتشار این گازها فراهم آورد. خاک‌های کشاورزی منبع مناسبی برای ذخیره کربن هستند از طرفی ذخیره کربن می‌تواند با افزایش کاشت درختان، تغییر عملیات زراعی و کاشت افزایش یابد.

طبق گزارش Brookes و Barfoot (۲۰۰۹) با استفاده از محصولات تراریخته طی سال‌های ۱۹۹٦ تا ۲۰۰۷ تولید دی‌اکسیدکربن تا ۷۰۹۰ کیلوگرم کاهش یافت که معادل از دور خارج کردن بیش از ۳ میلیون ماشین به مدت یک سال است. بنابراین، استفاده از محصولات تراریخته به همراه شخم کارآمدتر زمین‌های کشاورزی می‌تواند در راه رسیدن به اهداف UNFCC موثر باشد.

۳-آب

از اهداف MGDs افزایش امکان دسترسی به آب آشامیدنی برای تمام افراد، فراهم آوردن شرایط بهداشتی اولیه و توسعه و مدیریت منابع آبی است. عملیات کشاورزی اثر گسترده‌ای بر کیفیت آب دارند زیرا امکان دارد آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها باعث آلودگی آب آشامیدنی شوند. بنابراین کاهش در مصرف این سموم بر کیفیت آب اثر خواهد داشت. بسیاری از بقایای سموم استفاده شده در آمریکا در آب‌های جاری، رودخانه‌ها و ذخایر آبی بیش از حد مجاز شناسایی شدند (۳٤). با معرفی محصولات تراریخته HT در اواخر دهه ۹۰، امکان جایگزینی سموم با نیمه‌عمر بالا با سموم بی‌خطرتر فراهم شد (۱۵). به‌طور کلی، شواهد مزرعه‌ای حاکی از آن است که استفاده از محصولات HT باعث کاهش زهکشی سطحی علف‌کش‌ها می‌شود که باعث تقلیل هزینه‌های مربوط به تهیه آب آشامیدنی می‌شود.

بعد اجتماعی

بعد اجتماعی یکی از پراهمیت‌ترین اهداف توسعه هزاره سوم بشمار می‌رود که به کاهش فقر، کنترل بیماری‌های انسانی، سلامت، بهداشت و آموزش می‌پردازد. در حالی‌که هدف از رهاسازی اولین محصولات تراریخته اثر بر این عوامل نبود اما مصرف آن‌ها به‌طور غیرمستقیم بر مسایل ذکر شده اثر گذاشت. در قسمت‌های قبلی این مقاله عنوان شد که

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

محصولات تراریخته پتانسیل افزایش درآمد و کمک به فقرزدایی را دارا هستند. بنابراین افراد می‌توانند با افزایش میزان درآمد، مراقبت‌های بهداشتی و آموزشی بهتری برای خود فراهم کنند که در واقع بعد اجتماعی توسعه پایدار به شمار می‌رود.

۱-اثرهای غیرمستقیم بر بهداشت

اثرهای غیرمستقیم بر بهداشت از تغییر رویه در میزان مصرف سموم نشات می‌گیرد. در مورد سمیت سموم ضریب EIQ[۷] مقیاس مناسبی برای محاسبه خطرات موجود برای کشاورزان؛ مصرف کنندگان و اکولوژی به‌شمار می‌رود. هرچه مقدار این ضریب برای یک سم بالاتر باشد خطر استفاده از آن بیش‌تر است. عواملی مانند سمیت، نیمه‌عمر در خاک، قابلیت شستشو با آب، نیمه‌عمر در گیاه، اثر بر کارگر مزرعه، مصرف کننده و محیط اطراف در محاسبه این ضریب لحاظ می‌شوند. حاصلضرب EIQ در مقدار مورد استفاده از یک سم، اثرهای احتمالی زیست محیطی (EI)[۸] یا برنامه‌های مدیریتی آفات که در آن مواد فعال مختلف استفاده شده است را نشان می‌دهد.

Knox و همکاران (۲۰۰٦) اثرهای پروتئین‌هایی مانند Cry1Ac و Cry2Ab را بر ارزش EIQ ملاحظه کردند. طبق یافته‌های ایشان، ارزش EI برای حشره‌کش مصرفی در پنبه سنتی برابر با ۱۳۵kg/ha بود اما برای دو پروتئین ذکر شده معادل ۲۸kg/ha بود. نتایج مربوط به تجزیه EI نشان می‌دهد که این مقدار برای پنبه تراریخته نسبت به غیرتراریخته ٦٤ درصد کاهش داشته است.

قابل توجه است که سویای HT نیز باعث ایجاد تغییراتی در سموم مورد استفاده به‌عنوان علف‌کش شده است. اکنون ۹۲ درصد علف‌کش مورد استفاده مربوط به گلایفوسیت است که نسبت به سموم مورد استفاده قبلی از لحاظ سمیت در رده چهارم (IV) قرار دارد و بسیار کم‌خطر است.

سم از طریق تماس مستقیم با پوست یا استنشاق می‌تواند سلامت کارگران را تهدید کند. به‌خصوص زمانی‌که اصول ایمنی حین برداشت و استفاده سموم رعایت نشود. هم‌چنین سمومی که اسپری می‌شوند از طریق باد می‌توانند به مناطق دورتر منتقل شده سلامت افراد را تهدید کنند. پژوهش‌ها نشان داده است که با کشت محصولات تراریخته و

7- Environmental Impact Quotient
8- Environmental Impact

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

به تبع آن استفاده کم‌تر از سموم فواید سلامتی زیادی را برای کشاورزان در چین و آفریقای جنوبی به دنبال داشته است (۲۰).

۲-اثرهای مستقیم بر بهداشت

اثرهای مستقیم بر سلامت در رابطه با مصرف گیاهان تراریخته کم هستند، اگرچه تعدادی از محصولات جدید وجود دارند که اثرهای مستقیمی بر سلامت به همراه دارند. واریته‌های ذرت Bt به منظور مبارزه با کرم ساقه‌خوار در اروپا ایجاد شدند. چنانچه با این آفت مبارزه نشود میزان محصول به ۱۰ درصد تنزل پیدا می‌کند. رابطه مستقیمی بین این آفت و پوسیدگی حلقوی وجود دارد که از فعالیت قارچ ثانویه فوزاریوم ایجاد می‌شود. از طرفی، تجمع فوزاریوم باعث ایجاد میکوتوکسین به شکل فومونیزین می‌شود که وجود آن در غذای انسان و دام تهدیدی بزرگ برای سلامتی به‌شمار می‌رود و می‌تواند عامل بیماری سرطان مری و نقص لوله‌های عصبی باشد. Munkvold و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که مقدار فومونیزین در دانه‌های ذرت Bt نسبت به ذرت غیرتراریخته کاهش یافت. بنابراین مصرف ذرت Bt نه تنها ظرفیت افزایش عملکرد را دارد بلکه غذای سالم‌تری را برای انسان و دام فراهم می‌کند.

تلاش‌های بیش‌تری برای ایجاد محصولات تراریخته‌ای که اثر مستقیم بر بهداشت داشته باشند در حال انجام است. به‌عنوان مثال پژوهش‌ها به‌منظور ایجاد گیاهان تراریخته بادام‌زمینی فاقد مواد آلرژی‌زا انجام شده است. هم‌چنین، ایجاد گیاهان تراریخته با هدف تغییر کیفیت پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای چرب یا اضافه شدن برخی از متابولیت‌های ثانویه اساسی و عناصر ریزمغذی آغاز شده است (۲۹).

۳- تغذیه

امگا ۳ یک اسیدچرب با زنجیره بلند است که دارای خواص تغذیه‌ای زیادی است و در روغن ماهی به وفور یافت می‌شود. گیاهان دانه روغنی مانند گردو تنها دارای امگا ۳ با زنجیره ۱۸ کربنه هستند که به‌ندرت در بدن انسان جذب می‌شوند. Damude و Kinney (۲۰۰۸) گزارش کردند که با کمک مهندسی ژنتیک مسیر ساخت اسیدهای چرب در گیاهانی مانند سویا و کلزا می‌توان به خواص تغذیه‌ای روغن ماهی دست یافت.

Stevens و Winter-Nelson (۲۰۰۸)میزان پذیرش ذائقه مردم را در خصوص ذرت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

اصلاح شده دارای پرویتامین A که با یک نام تجاری رهاسازی شده بود آزمایش کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد مصرف کنندگان این ذرت نارنجی را برای مصرف قبول کردند. چنین موفقیتی بسیار حایز اهمیت است چرا که سالانه ٦٠٠٠٠٠ کودک از فقر ویتامین A می‌میرند (٤). چنین جنبه‌هایی که به سلامت و بهداشت مربوط هستند قسمت اساسی توسعه هزاره سوم محسوب می‌شوند.

ارزش غذایی ذرت به‌منظور افزایش کیفیت پروتئین به‌وسیله فناوری‌های نو افزایش یافته تا ضمن بهبود ترکیب آمینواسیدی با مشکل سوتغذیه در قسمت‌هایی از افریقا مبارزه شود. Krivanek و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مرکز بین‌المللی اصلاح گندم و ذرت (CIMMYT) با همکاری IITA[9] در نیجریه و NARS[10] در تلاش هستند تا تعداد زیادی از کولتیوارهای ذرت با ارزش پروتئینی اصلاح شده ایجاد کنند.

به‌نظر می‌رسد در رابطه با بعد اجتماعی توسعه پایدار، محصولات تراریخته دارای اثرهای غیرمستقیم بر سلامت انسان هستند به‌ویژه از طریق کاهش مصرف سموم. هرچند با پیشرفت بیوتکنولوژی و ایجاد محصولات دارای ارزش تغذیه‌ای بهتر، محصولات تراریخته دارای ظرفیت بهبود سلامت و تغذیه انسان در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌شوند.

نتیجه و بحث

چنانچه توسعه عمرانی ناشی از رشد روزافزون جمعیت هم‌چنان ادامه پیدا کند، بشر با مشکلات جدی روبرو خواهد شد. نرخ رشد جمعیت ۸۰ میلیون نفر در سال است و در صورت ادامه روند رشد، نیاز غذایی دنیا تا سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد و این در حالی است که بسیاری از مردم دنیا فاقد تغذیه، آموزش و بهداشت کافی هستند. هم‌چنین طرح مناسبی برای بهره‌برداری از منابع طبیعی و کشاورزی موجود بدون تخریب آنها وجود ندارد. از طرفی، تغییرات آب و هوایی کره زمین به مشکلات موجود دامن می‌زند.

برای روبرویی با این چالش‌ها باید ابزارها و راه‌حل‌هایی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی پدید آورد که بیوتکنولوژیست‌های گیاهی ضمن فراهم

9- INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE
10- National Agricultural Research Systems

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

آوردن چنین ابزاری، سهم بزرگی را در ایجاد توسعه پایدار بازی می‌کنند. چنانچه در این مقاله عنوان شد، محصولات تراریخته ظرفیت تسهیل رسیدن به اهداف بین‌المللی توسعه پایدار را در ابعاد گوناگون زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی دارا هستند.

اگر چه بیش از ۱۷ سال ا کشت محصولات تراریخته می‌گذرد اما هنوز ملاحظاتی مبنی بر اثرهای نامطلوب احتمالی آن‌ها بر محیط زیست و انسان مطرح می‌شود، اما در این مدت طولانی هیچ گزارشی مبنی بر ایجاد بیماری و یا اثر نامطلوب بر محیط زیست توسط این دسته از محصولات ارایه نشده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با کمک محصولات تراریخته شاهد دستیابی به سه بعد کلیدی اهداف توسعه پایدار بود. به‌عنوان مثال محصولات تراریخته می‌توانند بر اساس نتایج موجود در بعد زیست محیطی توسعه پایدار که به مسایلی مانند فرسایش خاک، بیابان‌زدایی، تغییرات آب و هوایی و تنوع زیستی می‌پردازد اثرهای مثبت داشته باشند. بسیاری از محصولات تراریخته به علت کاهش میزان شخم خوردن خاک باعث بهبود کیفیت خاک می‌شوند. از طرفی با تقلیل میزان مصرف سموم بر کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای یا مسمومیت آب اثر دارند. هم‌چنین گیاهان تراریخته در بعد اقتصادی توسعه پایدار که مهم‌ترین هدف آن فقرزدایی است نقش بسزایی را ایفا می‌کنند. یافته‌های Wesseler و همکاران (۲۰۰۷) اثر محصولات تراریخته در افزایش ثروت و کاهش فقر را تایید می‌کند (۳۷).

اگرچه بسیای از افراد و سازمان‌ها هستند که هنوز در فواید و نیاز به استفاده از محصولات تراریخته تردید دارند اما باید به این نکته اشاره داشت که جمعیت دنیا روز به روز در حال افزایش است و کشاورزان با مشکلات تامین غذای مورد نیاز این جمعیت از منابعی که رو به زوالند روبرو هستند. اگر چه محصولات تراریخته راه‌حل سریع و مستقیم برای غلبه بر موانع موجود در راه رسیدن به توسعه پایدار نیستند اما پژوهش‌ها نشان می‌دهد که می‌توانند ابزارهای ارزشمندی را در این راه ارایه دهند. بسیاری از دانشمندان معتقدند که محصولات تراریخته جدید در میان مدت می‌توانند فواید زیادی را حاصل کنند. گیاهانی که تا سال ۲۰۱۵ تولید می‌شوند واریته‌هایی متنوع حاوی صفات HT و Bt

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

خواهنـد بـود. Stein و Rodriguez-Cerezo (۲۰۰۹) پیش‌بینی کرده‌اند که ۱۲٤ محصول تـا سال ۲۰۱۵ ایجـاد مـی‌شـوند کـه ۱۵ نـوع آن مربوط به برنج و ۸ نوع مربوط به سیب‌زمینـی خواهد بود.

اظهار نظر در مورد محصولاتی کـه بعـد از ۲۰۱۵ تولید خواهند شد، زمان رهاسازی آن‌ها و مقرراتی که در مورد آن‌ها وضع خواهد شـد دشوار است. آنچه که مسلم است محصـولاتی که از لحاظ تغذیه‌ای اصـلاح شـده‌انـد، دارای کـارایی بـالا در مصـرف نیتـروژن هسـتند و محصولات مقاوم به خشکی و شوری و دارای عملکرد بالا تا سال ۲۰۲۰ ایجاد خواهند شـد. در این سال جمعیت بـه ۸ میلیـارد نفـر یعنـی ۱/۳ میلیـارد نفـر بیشـتر از جمعیـت حاضـر خواهد رسید. بنابراین یک توافـق بـین‌المللـی برای گسـترش تمـامی ابزارهـای امـن شـامل محصولات تراریخته با ایجاد کم‌ترین اثرهـای زیست محیطـی ضـمن افـزایش عملکـرد اثـر جهانی بر توسعه پایدار خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

References

۱. کهن گ. (۱۳۷٦). شاخص‌سازی در توسعه پایدار، تهران، مؤسسه مطالعـات و پـژوهش‌هـای بازرگانی. ص. چ (مقدمه).

۲. دیربازع. و دادگر ح. (۱۳۸٦). نگاهی به اسلام و توسعه پایدار. کانون اندیشه جوان. ص.۲۹.

3. Bennett R. Morse S. and Ismael Y. (2006). The economic impact of genetically modified cotton on South African smallholders:yield, profit and health effects. J. Dev. Stud. 42: 662–677.
4. Black R.E. Allen L.H. Bhutta A.Z. Caulfield L.E. De Onis M. Ezzati M.E. Mathers C. and Rivera J. (2008). Maternal and consequences. Lancet 371: 243–260.
5. Bonny S. (2008). Genetically modified glyphosate-tolerant soybean in the USA: adoption factors, impacts and prospects. A review. Agron. Sustain. Dev. 28: 21–32.
6. Brookes G. and Barfoot P. (2010). Global impact of biotech crops: Environmental effects, 1996-2008. AgBioForum 13(1):76-94.
7. Carpenter J. Felsot A. Goode T. Hammig M. Onstad D. and Sankula S. (2002). Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn and Cotton Crops. Ames, IA, USA: Council for Agricultural Science and Technology (CAST). ISBN 1-887383-21-2.
8. Carson R. (1962). Silent Spring. ISBN 978-0-141-18494-4.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

9. Choudhary B. and Gaur K. (2009). The development and regulation of Bt Brinjal in India. ISAAA Brief No.38. ISAAA: Ithaca, NY.
10. Christoffoleti P.J. De Carvalho S.J.P. Lopez-Ovejero R.F. Nicolai M. Hidalgo E. and Da Silva J.E. (2007). Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. Crop Prot. 26: 383–389.
11. Christoffoleti P.J. Galli A.J.B. Carvalho S.J.P. Moreira M.S. Nicolai M. Foloni L.L. Martins B.A.B. and Ribeiro D.N. (2008). Glyphosate sustainability in South American cropping systems. Pest Manage. Sci. 64: 422–427.
12. Clewis S.B. and Wilcut J.W. (2007). Economic assessment of weed management in strip- and conventional-tillage nontransgenic and transgenic cotton. Weed Technol. 21: 45–52.
13. Damude H.G. and Kinney A.J. (2008). Engineering oilseed plants for a sustainable, land-based source of long chain polyunsaturated fatty acids. Lipids 42: 179–185.
14. Fernadez-Cornejo J. and McBride W.D. (2002). Adoption of bioengineered crops. USDA Agricultural Economic Report No. (AER810) 67 pp. May 2002.
15. Fernandez-Cornejo J. and Caswell M. (2006). First decade of genetically engineered crops in the United States. USDA, ERS,Economic Information Bulletin No. 11, Washington.
16. Gianessi L.P. (2008). Economic impacts of glyphosate-resistant crops. Pest Manag. Sci. 64: 346–352.
17. Glover J. Johnson H. Lizzio J. Wesley V. Hattersley P. and Knight C. (2008). Australia's Crops and Pastures in a Changing Climate – Can Biotechnology Help? Canberra: Australian Government Bureau of Rural Sciences.
18. Gomez-Barbero M. Berbel J. and Rodriguez-Cerezo E. (2008). Adoption and performance of the first GM crop introduced in EU agriculture: Bt maize in Spain. JRC report EUR 22778EN.
19. http://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us/recent-trends-in-ge-adoption.aspx
20. Huang J. Hu R. Fan C. Pray C.E. and Rozelle S. (2002). Bt cotton benefits, costs and impacts in China. AgBioForum 5, 153–166. Available at: http://www.agbioforum.org.
21. IAASTD. (2009). Agriculture at a Crossroads. Synthesis Report. Washington DC: Island Press.
22. Icoz I. and Stotsky G. (2008). Fate and effects of insect-resistant Bt crops in soil ecosystems. Soil Biol. Biochem. 40: 559–586.
23. James C. (2008). Global status of commercialised Biotech ⁄GM crops. ISAAA Brief 39. Ithaca, NY, ISAAA.
24. James C. (2012). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.
25. Karihaloo J.L. and Kumar P.A. (2009). Bt cotton in India –A status report (second edition). Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoBA), New Delhi, India.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]

26. Knox O.G.G. Vadakattu G.V.S.R. Gordon K. Lardner R. and Hicks M. (2006). Environmental impact of conventional and Bt insecticidal cotton expressing one and two Cry genes in Australia. Aust. J. Agr. Res. 57: 501–509.
27. Krivanek A.F. De-Groote H. Gunaratna N.S. Diallo A.O. and Friesen D. (2007). Breeding and disseminating Quality Protein Maize (QPM) for Africa. Afr. J. Biotechnol. 6, 312–324.
28. Munkvold G.P. Hellmich R.L. and Rice L.G. (1999). Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic Bt maize hybrids and non-transgenic hybrids. Plant Dis. 81: 556–565.
29. Newell-McGloughlin M. (2008). Nutritionally improved agricultural crops. Plant Physiol. 147: 939–953. -
30. Population reference bureau. (2009). World population datasheet.
31. Qaim M. (2005). Agricultural biotechnology adoption in developing countries. Am. J. Agric. Econ. 87: 1317–1324.
32. Stein A.J. and Rodriguez-Cerezo E. (2009). The global pipeline of new GM crops: implications of asynchronous approval for international trade." JRC Technical Report EUR 23486. Luxemburg:EuropeanCommission,112p. http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=2420. Related JRC press release.
http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=1410&obj_id=8540&dt_code=NWS
33. Stevens R. and Winter-Nelson A. (2008). Consumer acceptance of provitamin A-biofortified maize in Maputo, Mozambique.Food Policy 33: 341–351.
34. Thurman E.M. Goolsby D.A. Meyers M.T. Mills M.S. Pomes M.I. and Kolpin D.W. (1992). A reconnaissance study of herbicides and their metabolites in surface water in the Midwestern United States using immunoassay and gas chromatography ⁄ mass spectrometry. Environ. Sci. Technol. 26: 2440–2447.
35. UNCED. (1992). Agenda 21. UN Conference on Environment and Development. http://www.unep.org/Documents.Multilingual/ Default.asp?documentID=52 (accessed 6 October 2009).
36. UNFCCC. (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/resource/docs/ convkp/kpeng.pdf (accessed 25 February 2009).
37. Wesseler J. Scatasta S. and Nillesen E. (2007). Maximum incremental social tolerable irreversible costs (MISTICs) and other benefits and costs of introducing transgenic maize in the EU-15. Pedobiologia 51: 261–269.
38. http://irbic.ir/index.aspx?siteid=1&siteid=1&pageid=308

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1391.4.4.6.3]