

## نقش تحول تکنولوژی بر رشد تولید بخش کشاورزی

سمانه عابدی<sup>۱</sup>

### چکیده

افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه در سال‌های اخیر، تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. با بروز این وضعیت استفاده عوامل تولید بیشتر برای افزایش تولید محصولات کشاورزی، بدون توجه اقتصادی و محیط‌زیستی است. در این میان بهره‌گیری از آخرین فنون توسعه‌یافته و فن‌های نوین برای اعمال مدیریت پایدار در تولیدات کشاورزی، اهمیت خاصی دارد؛ بنابراین اجرای کشاورزی حفاظتی و استفاده از فناوری‌های زیستی نه تنها در داخل مزرعه منجر بلکه در خارج از آن نیز دارای منافع اقتصادی و محیط‌زیستی متعددی است. فناوری تولید محصولات کشاورزی نحوه ترکیب نهاده‌ها را برای تولید آن محصول مشخص می‌کند؛ همچنین تغییر فناوری تولید محصولات کشاورزی، تغییر در پروسه تولید آن است. این تغییرات می‌توانند منجر به تولید یک سطح ثابت از محصول با استفاده از مقدار نهاده کمتر یا تولید سطح بالاتری از محصول با همان مقدار نهاده‌های قبلی شود؛ بنابراین تغییر فناوری یکی از منابع رشد تولید در طرف عرضه اقتصاد کشاورزی محسوب می‌شود. از طرف دیگر، تغییر فناوری موجب تغییر مقدار یا نسبت نهاده‌های موردنیاز برای تولید یک مقدار مشخص محصول می‌شود. در نتیجه منجر به افزایش تقاضا برای برخی از نهاده‌های تولید و کاهش برای برخی دیگر می‌شود. با توجه به اینکه قسمتی از تولید هر بخش

---

۱. دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست دانشگاه علامه طباطبائی S.abedi@atu.ac.ir

به‌عنوان نهاده واسطه‌ای در تولید سایر بخش‌ها استفاده می‌شود، تغییر در تقاضای بخش‌های اقتصادی از تولیدات یک بخش به دلیل تغییر فناوری می‌تواند موجب تغییر در تولید بخش مذکور شود. به‌این‌ترتیب تغییر فناوری که به‌صورت تغییر در تقاضای بخش کشاورزی از یک بخش دیگر نمود پیدا می‌کند، منجر به رشد ستانده در طرف تقاضای اقتصاد می‌شود. این تغییر به همراه تغییر در تقاضای نهایی شامل تقاضای خانوارها، سرمایه تقاضای دولت، تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای صادراتی، منابع عمده رشد ستانده در طرف تقاضا در کل اقتصاد و در هر یک از بخش‌های اقتصادی را تشکیل می‌دهند.

**کلمات کلیدی:** زیست فناوری، ارزش افزوده بخش کشاورزی، کشاورزی حفاظتی، بهره‌وری منابع.

#### مقدمه

کاهش حاصلخیزی خاک، تغییرات آب و هوایی، هزینه‌های بالای عوامل تولید و شیوه‌های مدیریت مرسوم مشکلات اصلی در کاهش بهره‌وری کشاورزی و افزایش فقر در مناطق روستایی هست. در این خصوص لازم است روش‌های مناسب مدیریت مزرعه برای توسعه سیستم‌های کشاورزی پایدار شکل گیرد. در این میان زنجیره تولید محصولات کشاورزی یکی از مستعدترین زمینه‌های حضور فناوری هست، زیرا این بخش برای برآورده ساختن نیازهای غذایی ارزان، سالم، بهداشتی و کافی برای جمعیت کنونی و آینده نیاز به روش‌های جدید، سریع و کاربردی‌تر دارد که به نظر می‌رسد ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد.

لذا رشد روزافزون جمعیت و نیاز هر چه بیشتر به محصولات کشاورزی و محدودیت‌های توسعه کشاورزی، از مسائلی هستند که بشر همواره سعی در حل آن‌ها داشته و راهکارهای متعددی نیز برای حل آن‌ها ارائه نموده است. طبق نظریه‌های اقتصادی، رشد تولید محصولات کشاورزی از دو طریق تحقق می‌یابد:

الف. با به‌کارگیری روش‌ها و فن‌های پیشرفته‌تر با بهره‌وری بالاتر

ب. افزایش تولید با به‌کارگیری عوامل تولیدی بیشتر با ثابت بودن فناوری

که با توجه به محدودیت منابع و نهاده‌های تولید به نظر می‌رسد، رشد تولید بیشتر با بهره‌گیری از فناوری‌ای پیشرفته‌تر انجام می‌شود. لذا تبدیل کردن کشاورزی به یک بخش پویا، نیازمند برخی از موارد زیر خواهد بود:

- حفظ و افزایش بهره‌وری و سودآوری کشاورزی
- تولید غذا، کالا و خدمات کشاورزی بر اساس پایداری
- کاهش خروجی‌های منفی و استفاده کارآمدتر از منابع
- حفظ و پایداری خدمات اکوسیستم
- اتخاذ چهارچوب‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری در فراساختارها و بازارها.
- دسترسی به بازارها در سطح بومی، منطقه‌ای و جهانی جهت حفظ زندگی کشاورزان از فعالیت‌هایشان (بهبود دسترسی به امکانات حمل‌ونقل، ذخیره و بازار).

فناوری از دهه‌های گذشته وارد بخش کشاورزی شده و نقش مهمی در تحول و پیشرفت این صنعت داشته است. استفاده از فناوری در کشاورزی امکاناتی مانند بالا بردن بهره‌وری، کاهش هدر رفت محصولات، بهبود کیفیت محصولات و کاهش وابستگی به عوامل خارجی را فراهم می‌کند.

با فناوری‌هایی مانند دستگاه‌های آبیاری هوشمند، کشاورزان می‌توانند بهترین زمان برای آبیاری را انتخاب کرده و مصرف آب را بهینه کنند. همچنین، استفاده از روش‌های کشت مکانیزه، استفاده از تراکتورها و دستگاه‌های کشاورزی پیشرفته، استفاده از کودها و سموم زیستی و حتی استفاده از داده‌کاوی و هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های کشاورزی، به بهبود تولید و کاهش هزینه‌ها کمک کرده است. به‌طور کلی، فناوری باعث افزایش تولید، کاهش هزینه‌ها و بهبود شرایط کاری در بخش کشاورزی شده و نقش اساسی در تحول و پیشرفت این صنعت ایفا کرده است. در این میان لازم به ذکر است فناوری چیزی فراتر از روش تولید و فرآیندهای آن به شمار می‌رود؛ فناوری آمیخته‌ای از دانش، مهارت و توانایی فنی است. در این خصوص توسعه دانش و نوآوری، توسعه و پیشرفت فناوری و حمایت و

ارتقای کیفیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌ها راهکار می‌تواند موجبات ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی را سبب شود. این در حالی است که کاربرد و توسعه هر نوع فناوری در کشاورزی باید سه هدف عمده افزایش تولید مواد غذایی متناسب با رشد جمعیت، حداکثر بهره‌وری از اکوسیستم طبیعی و حفظ پایداری محیط‌زیست و همچنین نقش محوری در توسعه اقتصادی را تأمین نماید. بر این اساس ازجمله راه‌حل افزایش بهره‌وری کشاورزی می‌توان به توسعه زیست‌فناوری و کشاورزی حفاظتی اشاره نمود. در این کرسی سعی بر آن است که به نقش ورود فناوری با تمرکز بر کشاورزی حفاظتی و زیست‌فناوری در زنجیره تولید محصولات کشاورزی پرداخته شود. ازجمله نقش فناوری کشاورزی حفاظتی و زیست‌فناوری در رشد تولید بخش کشاورزی عبارت‌اند از:

۱. افزایش بهره‌وری: استفاده از دستگاه‌های هوش مصنوعی برای دسترسی به داده‌های دقیق در زمینه‌هایی مانند آبیاری، نیازهای نوری گیاهان و کنترل آفات، بهبود بهره‌وری محصولات و کاهش هدررفته‌ها، افزایش تولید و کیفیت محصولات.
۲. کاهش مصرف منابع طبیعی: فناوری‌های حفاظتی و زیست‌فناوری مانند استفاده از زمین‌شناسی دقیق برای بهینه‌سازی مصرف آب و محافظت از خاک، کاهش مصرف منابع طبیعی و حفظ منابع باارزش محیط‌زیستی.
۳. ارتقای کیفیت محصولات: استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای کنترل آفات و بیماری‌ها، بهبود روند برداشت و انبارداری و همچنین مانیتورینگ (نظارت) محصولات، منجر به افزایش کیفیت محصولات و ارزش افزوده آن‌ها می‌شود.
۴. افزایش تولید و ارزش افزوده: بهبود فنی و فناوری در کشاورزی حفاظتی و زیست‌فناوری، با افزایش تولید و کیفیت محصولات، به بهبود ارزش افزوده بخش کشاورزی کمک می‌کند و بازارپسندی و فروش بیشتر را تضمین می‌کند.
۵. پایداری محیط‌زیست: با بهره‌گیری از فناوری کشاورزی حفاظتی و زیست‌فناوری، می‌توان به حفظ تنوع بیولوژیکی، کاهش آلودگی‌ها و پایداری منابع طبیعی کمک کرد.

به این ترتیب، استفاده هوشمندانه از فناوری‌های پیشرفته در حوزه کشاورزی حفاظتی و زیست‌فناوری، می‌تواند روند رشد و توسعه بخش کشاورزی را تقویت و بهبود بخشد؛ بنابراین در این مطالعه به بیان اثرات ورود این دو نمونه فناوری در زنجیره تولید محصولات کشاورزی بر اساس نتایج مطالعات صورت گرفته پرداخته می‌شود. نخست به اثرات اقتصادی زیست‌فناوری و سپس به موارد مرتبط با کشاورزی حفاظتی پرداخته می‌شود.

### نقش زیست‌فناوری بر رشد تولید بخش کشاورزی

بیوتکنولوژی، یکی از ابزارهای نیرومند فناوریانه محسوب می‌شود که خود به دلیل ظرفیت، توان بالقوه و شایان توجهش، اثرات شگرفی بر جامعه از حیث اقتصادی، علمی و اجتماعی گذاشته است. بیوتکنولوژی نه تنها می‌تواند در افزایش سطح قابلیت‌ها و توانمندی‌های بخش‌های مختلف جامعه مؤثر باشد، بلکه حتی می‌تواند منجر به بهبود مناسب روش‌ها و فرآیندهای متنوع تولیدی و خدماتی در زیر بخش‌های چون کشاورزی و پزشکی شود. هدف و انگیزه اغلب کشورهای در حال توسعه از به کارگیری بیوتکنولوژی این است که بتوانند آن را در خدمت توسعه و بهبود وضعیت صنایع کشاورزی دارویی و غذایی درآورند. ضمن اینکه، بتوانند مواد خام و کم‌ارزش را به فرآورده‌هایی با ارزش افزوده بالا تبدیل و یا زمین‌های بایر و کم‌حاصل را حاصلخیز و غنی کنند (امامی، ۱۳۹۵؛ دهقان چناری و همکاران، ۱۴۰۰). در این میان یکی از ابزارهای کاربردی برای رسیدن به توسعه پایدار در کشاورزی، استفاده از فناوری‌های نوین به خصوص زیست‌فناوری در کشاورزی است. دانش بیوتکنولوژی در کاهش اثرات مخرب کشاورزی بر محیط، حفظ خاک و استفاده بهینه از منابع کشاورزی گام برداشته است. بیوتکنولوژی گیاهان زراعی نیز، منجر به افزایش کمی و کیفی گیاهان زراعی شده است. به طوری که زیست‌فناوری در حوزه کشاورزی به انسان این توانایی را داده است تا با الهام از طبیعت و بهره‌گیری از موجودات زنده بر بسیاری از مشکلات تولید در بخش کشاورزی مانند آفات و بیماری‌ها و تنش‌های غیر زیستی مانند شوری و خشکی فائق آید؛ بنابراین ضمن بهبود کیفیت محصول و جبران کمبود عناصر غذایی مهم

مانند آهن، روی و ویتامین‌ها، منجر به حفظ طبیعت و محیط‌زیست ناشی از مصرف سموم و کودهای شیمیایی شده که در نتیجه آن موجب حفظ و افزایش تنوع زیستی و کاهش ضایعات کشاورزی می‌شود. در عین حال سلامت انسان‌ها را نیز تأمین و تضمین می‌نماید. علاوه بر نکات ذکر شده، بیوتکنولوژی کشاورزی در پایداری رشد اقتصادی و رقابت اقتصادی مخصوصاً در کشورهای توسعه یافته نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید؛ بنابراین به طور خلاصه بیوتکنولوژی در حوزه‌های ذیل در دستیابی به کشاورزی پایدار نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید (فهمیده و نعیمی، ۱۳۹۴ و سیاه سر، ۱۳۸۸؛ آریامنش، ۱۴۰۰).

در این زمینه دیدگاه‌ها و راهبردهای بیوتکنولوژی در امنیت غذایی از نظر دانشمندان مختلف متفاوت عبارت است از:

- پیشرفت بیوتکنولوژی فرصت‌های زیادی در زمینه کشاورزی پایدار برای کشورهای در حال توسعه ایجاد می‌کند. این در حالی است که کمبود یک سیستم کارآ و مؤثر برای ایجاد انگیزه در پذیرش نتایج تحقیقات فناوری‌های کشاورزی از طریق دولت و بخش خصوصی در کشورهای در حال توسعه وجود دارد (دلمر، ۲۰۰۵).
- یک راه حل برای افزایش امنیت غذایی ایجاد محصولات تراریخته هست. در این زمینه سرمایه گذاری در تحقیقات بیوتکنولوژی و بر اهمیت دادن به اطلاعات معتبر و افزایش آگاهی‌های کشاورزان و ایجاد بحث و گفتگو در بین کشاورزان مختلف حائز اهمیت است (ور عمان و گریمر، ۲۰۰۵).
- بیوتکنولوژی مدرن در کشورهایی مانند آلمان، فرانسه و سوئیس شرایط بهتری را برای کشاورزان خرده پا ایجاد کرده و نقش مثبتی را در توسعه کشاورزی پایدار ایجاد کرده است.
- در پاسخ به سؤالات مربوط به اثر محصولات زیستی بر کاهش فقر و افزایش امنیت غذایی، تجربیات حاصل از کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکای لاتین بیانگر آن

است که در موقعیت‌های مشابه، فناوری زیستی برای کشاورزان خرده‌پا افزایش تولید و کاهش فقر را به همراه داشته است (ارتن و ویجراتنا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳).

درمجموع بیوتکنولوژی در افزایش امنیت غذایی نقش ویژه‌ای دارد و می‌تواند در جایگاه یک مزیت در کشاورزی پایدار برای کشاورزان خرده‌پا در کشورهای در حال توسعه به کار رود. همچنین زیست‌فناوری می‌تواند نقش اثرگذاری در تأمین غذای نسل حاضر و آینده با تأمین امنیت غذایی سالم، ارزان و کافی و همچنین از محافظت از محیط‌زیست داشته باشد؛ بنابراین بیوتکنولوژی با ظرفیت‌های بالایی که در اختیار کشورهای توسعه‌یافته قرار می‌دهد نقش عمده‌ای در توسعه کشاورزی ایفا می‌نماید. از جمله اثرات چندگانه استفاده و توسعه بیوتکنولوژی کشاورزی بر اقتصاد شامل افزایش بهره‌وری در تولید غذا، افزایش اشتغال، افزایش درآمد و ارزش افزوده بخش کشاورزی، کاهش هزینه تولید در نتیجه کاهش قیمت مواد غذایی، حفظ و ذخیره منابع ارزی، افزایش و بهبود کیفیت و سلامت تولید غذا و در نتیجه ارتقای سلامت انسان، حذف مؤثر آلاینده‌ها از محیط‌زیست و کاهش خسارات محیط‌زیستی، حفظ تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی و بهبود رفاه اجتماعی، هست. در این میان افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی و به‌ویژه کودهای شیمیایی، تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. با بروز این وضعیت استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی برای تولید هر چه بیشتر فاقد توجیه اقتصادی و زیست‌محیطی است. بدیهی است مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این کودها، تخریب و تراکم خاک‌ها و کاهش مقدار ماده آلی خاک نیز نقش مهمی در این رویکرد داشته است. ایده بازگشت به طبیعت و استفاده کمتر از کودها و سموم شیمیایی و تمایل فزاینده مردم به استفاده از محصولات ارگانیک سبب توجه بیش‌ازپیش به استفاده از کودهای زیستی شده است. در ایران نیز به دنبال تغییرات جهانی اقتصاد کود و

لزوم توجه به سلامت خاک، محصول و جامعه سبب توجه جدی‌تر به کودهای زیستی شده است (عابدی، ۱۳۹۵؛ عابدی و ملبویی ۱۳۹۸؛ داس<sup>۱</sup>، ۲۰۲۳؛ کانو اسفرا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷).

هدف از مصرف کودهای زیستی تقویت حاصلخیزی و باروری خاک و همچنین تأمین نیازهای غذایی سالم و غنی‌تر و نیز دستیابی به عملکرد بالاتر به‌دوراز آلوده‌سازی محیط‌زیست هست (بیابانی، ۱۳۸۳). کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردار هستند. این کودها علاوه بر صرفه اقتصادی، باعث پایداری منابع خاک و حاصلخیزی آن، حفظ توان تولید در درازمدت، تجزیه فضولات و سمیت‌زدایی خاک‌های آلوده می‌شوند. از سوی دیگر، تولید محصولات غذایی با کیفیت که محصول این کودها هست، نه تنها باعث رضایت خاطر مصرف‌کنندگان می‌شود، بلکه تأمین و تضمین سلامت جسمی آنان را نیز در پی دارد (عابدی و ملبویی، ۱۳۹۵). در ادامه به شرح نتایج تجربی استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و کودهای شیمیایی به‌عنوان یک راهکار مؤثر در تولید پایدار و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی در مسیر رشد تولیدات کشاورزی (برای نمونه محصول گندم) بیان می‌شود.

در مدیریت تغذیه تلفیقی، میزان افزایش بهره‌وری در تولید گندم از ۷ تا ۲۰ درصد متغیر است. به‌طوری‌که با اجرای طرح مدیریت تغذیه تلفیقی، به‌طور متوسط این شاخص به میزان ۱۲/۳۳ درصد نسبت به حالت پایه (استفاده از کود شیمیایی)، افزایش خواهد یافت. علاوه به آن‌طور متوسط با اجرای مدیریت تغذیه تلفیقی، به ازای هر واحد هزینه در تولید گندم، ۱/۶۰ ریال درآمد کسب می‌شود. شایان ذکر است در سناریو پایه (استفاده از کود شیمیایی) به ازای هر واحد هزینه، معادل ۱/۴۵ ریال درآمد ایجاد می‌شود که از کمترین میزان این شاخص در شرایط تغذیه تلفیقی، کوچک‌تر است. در مجموع، به‌طور متوسط با اجرای مدیریت تغذیه تلفیقی، شاخص سودآوری گندم به میزان ۱۰ درصد نسبت به سناریو پایه افزایش خواهد یافت.

1 Das

2 Cano Estrada



بر اساس اطلاعات سال ۱۴۰۱، مقایسه افزایش سودآوری، تغییرات هزینه تمام شده و میزان منافع اقتصادی ناشی از به کارگیری بیوتکنولوژی در تولید گندم نتایج نشان داد، هزینه تمام شده و افزایش سودآوری به ترتیب به ازای هر کیلو گندم به طور متوسط ۶۰۸ ریال کاهش و ۲۴۰۸۲ هزار ریال در هر هکتار افزایش می یابد.

در تحقق پذیری یک درصد طرح پیشنهادی، به طور متوسط سالانه معادل ۵۴۰ میلیارد ریال منفعت اقتصادی حاصل از تولید محصول گندم ایجاد می شود؛ همچنین در سناریو ۱۰ درصد تحقق پذیری مدیریت تغذیه تلفیقی به طوری که منفعت ۵۳۹۱ میلیارد ریال حاصل شده است. در این زمینه در صورت تحقق ۱۰۰ درصدی در حالت سناریو بیشینه و میانگین به ترتیب این منافع سهم ۲ و ۱ درصد از تولید ناخالص بخش کشاورزی در سال ۱۴۰۱ (۴۹۸۱۸۵۰) میلیارد ریال) را دارا است.

علاوه بر آن تنها با اجرای ۱۰ درصدی تغذیه تلفیقی در سطح زیر کشت گندم در بهترین حالت اجرای آن، ۷۴۴ میلیارد ریال از هزینه های اجتماعی ناشی از مصرف کود شیمیایی می کاهد. به طوری که در مجموع کل منافع حاصل از تغذیه تلفیقی در تولید گندم در ۱۰ درصد تحقق پذیری، به طور متوسط سالانه ۵۸۳۰ میلیارد ریال منفعت اقتصادی (مجموع منافع محیط زیستی و اقتصادی) ایجاد می شود که با افزایش تحقق پذیری به ۵۰ درصد سطح زیر کشت به طور متوسط سالانه این میزان تا ۴ درصد افزایش خواهد یافت.

در مجموع کاربرد بیوتکنولوژی در کشاورزی منجر به تولید محصولاتی با هزینه و انرژی کمتر، ضایعات اندک و از همه مهم تر با کمترین آثار مخرب بر محیط زیست خواهد بود. استفاده از بیوتکنولوژی در زنجیره تولید علاوه بر صرفه اقتصادی، باعث پایداری منابع خاک و حاصلخیزی آن، حفظ توان تولید در درازمدت، تجزیه فضولات و سمیت زدایی خاک های آلوده می شوند. از سوی دیگر، تولید محصولات غذایی با کیفیت که محصول این کودها هست که نه تنها باعث رضایت خاطر مصرف کنندگان می شود، بلکه تأمین و تضمین سلامت جسمی آنان را نیز در پی دارد.

## کشاورزی حفاظتی

کشاورزی حفاظتی رویکردی برای مدیریت پایدار و حفاظت از منابع در سیستم‌های کشاورزی هست. هدف سیستم مذکور، حفظ، بهبود و استفاده کارآمد از منابع طبیعی از طریق مدیریت یکپارچه خاک، آب، محصولات کشاورزی و منابع زیستی در ترکیب با سایر نهاده‌های کشاورزی هست. عناصر کشاورزی حفاظتی شامل بهبود مدیریت آب در مزرعه، حداقل خاک‌ورزی، کشت مستقیم با استفاده از بقایای زراعی و تناوب مناسب برای جلوگیری از بیماری‌ها و مشکلات آفات، هست؛ بنابراین این نوع فناوری نشان‌دهنده صرفه‌جویی در منابع و کشاورزی کارآمد هست که نه تنها منجر به حفظ محیط‌زیست بلکه به تولید پایدار نیز کمک خواهد نمود. کشاورزی حفاظتی تغییر مدیریت و بازنگری در روش‌های تهیه بستر بذر و ریشه، اعمال نهاده‌ها، عملیات زراعی، با حفظ بقایای گیاهی به‌عنوان مؤلفه اصلی و کلیدی آن، به‌منظور دستیابی به هدف پایداری سیستم‌های زراعی هست. در یک سیستم زراعی پویا، نقش مدیریت بقایای زراعی بسیار مهم و پیچیده هست که دارای کارکردهای مختلف از جمله ذخیره، حفظ و نگهداری رطوبت، حفظ پایداری و حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش بادی، افزایش مواد آلی خاک، کاهش مصرف عوامل تولید و سایر هست؛ بنابراین فناوری کشاورزی حفاظتی علاوه بر مزایای اقتصادی، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار ضروری مدیریتی در پاسخ به نگرانی‌های محیط‌زیستی باشد (رزاقی و میرترابی، ۱۴۰۰؛ هادی پور و همکاران، ۱۳۹۸؛ عابدی و همکاران ۱۳۹۷).

حدود یک‌دوم تا یک‌سوم هزینه‌های ماشین‌آلات در تولید محصولات زراعی در ایران، مربوط به عملیات خاک‌ورزی هست. به‌عبارت‌دیگر در نظام بی خاک‌ورزی به دلیل به حداقل رسیدن تردد ماشین‌آلات بر روی زمین با کاهش عملیات آماده‌سازی زمین، منجر به کاهش ساعت موردنیاز کار ماشین‌آلات در یک هکتار نسبت به کشاورزی مرسوم می‌شود لذا در این حالت هزینه عملیات ماشینی کاهش می‌یابد. علاوه بر آن میزان نیروی کار نیز در نظام مذکور کاهش خواهد یافت. کشاورزی حفاظتی و باقی گذاشتن بقایا، خصوصیات

فیزیکی و شیمیایی خاک بهبود یافته و در نتیجه آن، مصرف کودهای شیمیایی کاهش می‌یابد؛ همچنین مقایسه هزینه‌های تقریبی انجام عملیات، نشان داد خاک‌ورزی حفاظتی کم‌هزینه‌تر است. علاوه بر آن، عملکرد محصول در کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم بیشتر هست که علت آن را می‌توان به شرایط کشاورزی در کشاورزی حفاظتی که شامل کشت به موقع، استفاده کارآمدتر از کود به عنوان ماده غذایی در مجاورت بذر و بهبود نفوذپذیری آب، نسبت داد. مطالعات متعددی نشان دادند که کشاورزی حفاظتی دارای اثر مثبتی بر عملکرد محصول و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، نسبت به سایر روش‌های بررسی شده هست (آل بکالی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۳؛ لورنزت و فیرینی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۴ و مندال<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس تجزیه و تحلیل اطلاعات، مشاهده می‌شود استفاده از فناوری بی‌خاک‌ورزی در کشت گندم منجر به کاهش ۴۶، ۲۵، ۱۷، ۲۲، ۱۶ و ۲۴ درصدی به ترتیب در مصرف آب، نیروی کار، کود شیمیایی، سموم شیمیایی، بذر و ماشین‌آلات هست که در مجموع منجر به کاهش ۴۶ درصدی در هزینه‌های تولید هر کیلو گندم خواهد شد. استفاده از فناوری بی‌خاک‌ورزی در کشت گندم منجر به ۲۵ درصد صرفه‌جویی در به‌کارگیری نیروی کار در یک هکتار کشت گندم شده است. این امر می‌تواند به سبب کاهش عملیات زراعی و در نتیجه کاهش نیروی کار مورد نیاز در هر مرحله از تولید گندم شود. مقایسه مصرف سم در دو نظام کشاورزی مورد مطالعه حاکی از آن است که با کاهش عملیات خاک‌ورزی و نگه داشت بقایای گیاهی بر روی سطح خاک، نیاز به مصرف سموم شیمیایی در کشاورزی حفاظتی کاهش می‌یابد. به طوری که کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش ۲۳ درصد در مصرف سموم شیمیایی می‌شود.

نتایج بررسی‌ها نشان داد کشاورزی مرسوم در مقایسه با کشاورزی حفاظتی در یک هکتار زراعت گندم، به ۴۷ درصد آب بیشتری، نیاز دارد. این امر به دلیل حفظ بقایای گیاهی در

---

1 El Bakali

2 Lorenzetti, L.A, Fiorini

3 Mandal

سطح مزرعه در نظام کشاورزی حفاظتی هست. در این حالت بقایا با جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید به خاک، سطح خاک را خنک نگه‌داشته و مانع تبخیر رطوبت از آن می‌شود؛ بنابراین حفظ رطوبت خاک برای مدت طولانی‌تر، سبب افزایش دور آبیاری شده و مصرف آب را در طول فصل رشد گندم کاهش می‌دهد.

همچنین میزان مصرف بذر در یک هکتار در روش مرسوم یک هکتار ۱۶ درصد بیشتر از نظام کشاورزی بر اساس فناوری بی‌خاک‌ورزی هست؛ همچنین نتایج تجزیه و تحلیل‌ها بیانگر آن است که میزان مصرف کود در نظام کشاورزی حفاظتی کاهش یافته است. این امر می‌تواند به دلیل استفاده از دستگاه کشت مستقیم در انجام عملیات کاشت در کشاورزی حفاظتی، باشد. بر اساس آن، دستگاه مذکور به راحتی می‌تواند بقایای گیاهی موجود در سطح خاک را بریده و شکافی را در زمین شخم نخورده برای استقرار بذر و کود ایجاد نماید؛ بنابراین از پراکندگی و مصرف بیشتر کود و بذر جلوگیری می‌نماید. علاوه بر آن اجرای روش بی‌خاک‌ورزی از طریق افزایش ماده آلی خاک موجب افزایش عناصر مواد مغذی خاک شده و در نتیجه باعث بهبود حاصلخیزی خاک می‌شود؛ بنابراین در نظام مذکور نیاز به کودهای شیمیایی برای حاصلخیز شدن خاک کاهش می‌یابد.

همچنین عملکرد محصول در این نظام، نسبت به کشت مرسوم به طور متوسط ۲۰ درصد نسبت به نظام کشت مرسوم افزایش یافته است. علاوه بر آن افزایش تولید گندم در هر هکتار، در نظام کشاورزی حفاظتی، منجر به افزایش میزان کاه و کلش تولیدی نیز می‌شود. بر این اساس عملکرد کاه و کلش نیز در نظام فناوری بی‌خاک‌ورزی نسبت به نظام کشت مرسوم، ۳۱ درصد افزایش داشته است. از جمله دلایلی که منجر به بالاتر بودن عملکرد محصول در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم می‌شود، می‌توان به کاشت به موقع، استفاده کارآمد از کود شیمیایی به عنوان مواد مغذی در مجاورت گیاه، بهبود نفوذ آب در خاک در نظام کشاورزی حفاظتی، اشاره نمود؛ که در نهایت منجر به افزایش ۲/۵ برابری سودآوری در کشاورزان در سطح خرد می‌شود.

از دیگر ارزش‌هایی که کشاورزی حفاظتی در صورت جایگزینی با کشاورزی مرسوم ایجاد می‌نماید ارزش‌های محیط‌زیستی و تولیدی شامل کارکرد حفاظت از آب، کارکرد حفاظت از خاک، کارکرد تنظیم گاز گلخانه‌ای، ارزش ترسیب کربن، ارزش کاهش انتشار به سبب نسوزاندن بقایا و ارزش کاهش انتشار ناشی از هر واحد تولید گندم، کارکرد تأمین خوراک دام و تولید انرژی هست؛ که در مجموع مازاد اقتصادی جایگزینی هر هکتار کشاورزی حفاظتی با کشاورزی مرسوم در سال ۱۴۰۲ معادل ۴۷۸ میلیون ریال هست.

### جمع‌بندی

در مجموع برای روبرو شدن با مشکلات پیش رو، بخش کشاورزی ایران مستلزم استفاده از فناوری‌های نوین موجود هست. پیشرفت‌ها در بیوتکنولوژی فرصت‌های تازه‌ای برای حل و فصل مسائل مربوط به تولید غذا و امنیت غذایی و رقابت در بازارهای بین‌المللی و صرفه‌جویی در منابع ملی و طبیعی در اختیار ایران قرار می‌دهد، اما با وجود پتانسیل‌های عظیم در تولید محصولات کشاورزی و بازار محصولات سالم در ایران، متأسفانه نظام مشخصی برای بهره‌برداری از این توان وجود ندارد. این در حالی است که دولت می‌تواند در زمینه تولید محصولات کشاورزی زیستی با حمایت از کشاورزان، تولیدکنندگان و با برنامه‌ریزی دقیق، سهم شایان توجهی را در بازار صادرات را به دست آورد. است. از آنجا که به کارگیری فناوری حفاظتی و زیست‌فناوری منجر به کاهش نرخ تغییر هزینه تولید می‌شود بدین ترتیب می‌توان استنباط نمود که استفاده از فناوری‌های نوین و پیشرفته عملاً موجب بهبود تغییرات هزینه می‌شود؛ لذا انتظار می‌رود با ترویج این قبیل فناوری بتوان به اقتصادی‌تر شدن فرآیند تولید در بخش کشاورزی کمک کرد.

از جمله راهکارهای اجرایی برای توسعه کشاورزی زیستی و حفاظتی شامل فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی درازمدت در سطح کلان برای تولید و مصرف، افزایش آگاهی در بین کشاورزان، مصرف‌کنندگان و مهم‌تر از همه سیاست‌گذاری، تحقیقات، توسعه بازار، حمایت از تولیدکنندگان محصولات سالم و صدور گواهی و توسعه نهادی هست؛ همچنین

از جمله آموزش‌های ترویجی که می‌تواند در اجرای موفق طرح و امکان دستیابی کشاورزان و جامعه به منافع مالی و محیط‌زیستی راهگشا باشد، می‌توان به برگزاری کارگاه‌های آموزشی، تورهای مزرعه‌ای، انتقال تجربیات کشورهای مختلف اعم از مزایای کیفی و کمی، بازدید از مزارع موفق و ناموفق و بازگو نمودن مشکلات حادث شده، اشاره نمود.

با توجه به موارد ذکر شده در این گام، دولت برای حمایت از فناوری‌های بررسی شده، باید سیاست‌ها و اقدامات تشویق و حمایتی را در طول زنجیره انجام دهد؛ در این خصوص لازم است از یک حمایت کامل شروع شود، زیرساخت‌ها و الزامات توسعه را فراهم نماید و سپس به تدریج به تولیدکننده نیز اجازه دهد روی پای خود بایستد، در غیر این صورت، تولیدکننده همواره وابسته به دولت باقی خواهد ماند و هیچ تلاشی برای افزایش بهره‌وری انجام نخواهد نمود.

با توجه به وجود ظرفیت‌های بالقوه و اتکاپذیر برای تأمین نیازهای کشور، به دلیل کمبود زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری در بخش‌های پیشین، پسین و به‌ویژه سرمایه‌گذاری بسیار اندک در کاهش ریسک و مخاطراتی که بخش زیست‌فناوری کشاورزی با آن مواجه هست، لازم است به چگونگی سازمان‌دهی حمایت‌های مختلف موردنیاز، توجه شود. در این زمینه باید این نکته را یادآور شد که مشوق‌های حمایتی تنها به پرداخت‌های مالی تولید محصول سالم و یا یارانه‌های نهاده‌های زیستی معطوف نمی‌شود بلکه به‌منظور تداوم امنیت غذایی بر پایه تولید داخلی، توجه به اهداف سند چشم‌انداز و رفع چالش‌های اساسی این بخش برای توسعه سرمایه‌گذاری، رفع مشکلات ساختاری تولید، بخش‌های پیشین و پسین، توسعه بازار و صنایع و همچنین نفوذ دانش و فناوری مرتبط، لازم است حمایت‌های لازم در این خصوص صورت پذیرد. در این زمینه می‌توان به حمایت مالی از طریق سرمایه‌گذاری و ایجاد انگیزه برای R&D، حمایت از نوآوری بخش‌های کوچک و متوسط که باهدف ارتقای شرکت‌های کوچک و متوسط، ایجاد سازوکارهای بودجه برای توسعه برنامه‌های مشارکتی بخش دولتی و خصوصی در حوزه فناوری زیستی، فراهم نمودن امکان دسترسی به زیرساخت‌های مناسب و پیش‌نیاز موفقیت شرکت‌های فناوری زیستی با اعطای تسهیلات

## نقش تحول تکنولوژی بر رشد تولید بخش کشاورزی ۲۰۱

زیرساختی و دستگاه‌های حمایتی، تدارک سازوکار یارانه در بخش سرمایه‌گذاری، تسهیلات با نرخ پایین، معافیت در پرداخت حق بیمه، معافیت‌های مالیاتی، معافیت از پرداخت هزینه‌های برق، آب و تأمین زمین، خرید دولتی، حمایت‌هایی در زمینه ترخیص گمرکی کالا، اعطای هر نوع مشوق مربوط به صنایع عمومی، به واحدهای زیست‌فناوری و اعطای هر نوع مشوق برای شروع فعالیت تولید واحدهای زیست‌فناوری و غیره اشاره کرد.

## منابع

آریامنش، ل. (۱۳۹۹). بررسی بیوتکنولوژی زیست محیطی و تأثیر زیست پالایی در رفع آلودگی‌های محیط‌زیست، پنجمین همایش بین‌المللی گردشگری، جغرافیا و محیط‌زیست پاک، همدان.

امامی، ج. (۱۳۹۵). تحولات بیوتکنولوژی در محصولات زراعی تراریخته، وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی. رزاقی بورخانی، ف، میرترابی، م. (۱۴۰۰). مدل‌یابی تمایل به پذیرش فناوری‌های کشاورزی حفاظتی با اقتباس از مدل TPB. فصلنامه علمی آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار، ۹(۳)، ۶۳-۸۰.

دهقان چناری، م، مهدوی، م. ه، نصیران، د. (۱۴۰۰). ارکان مسئولیت مدنی خسارت وارد بر محیط‌زیست ناشی از محصولات بیوتکنولوژی. مجله علمی پژوهشی حقوق پزشکی. ۱۵ (۵۶): ۸۶۲-۸۵۶.

سیاه سر، ب. (۱۳۸۸). بیوتکنولوژی کشاورزی راهی استراتژیک برای صرفه‌جویی، اصلاح الگوی مصرف و خودکفایی، اولین همایش ملی اصلاح الگوی مصرف با محوریت منابع طبیعی، کشاورزی و دامپزشکی.

عابدی، س، یزدانی، س، سلامی، ح. ا. (۱۳۹۷). ارزیابی مالی فناوری کشاورزی حفاظتی در تولید محصول گندم استان فارس (رویکرد تابع هزینه ترانسلوگ). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴۹(۲): ۱۷۹-۱۹۰.

عابدی، س. (۱۳۹۵). بررسی مزیت نسبی تولید محصولات کشاورزی مبتنی بر زیست‌فناوری (مطالعه موردی: گندم و ذرت در استان فارس). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۷(۳): ۵۶۹-۵۷۹.

عابدی، س؛ و ملبویی، م.ع. (۱۳۹۸). ارزیابی سودمندی‌های اقتصادی رتبه‌بندی محصول‌های کشاورزی بر پایه سلامت و کیفیت. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۲): ۱۲۳-۱۳۸.

فهمیده، ل؛ و نعیمی، ط. (۱۳۹۴). کاربرد بیوتکنولوژی در کشاورزی و گیاهان دارویی، دومین کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران.

وحید، ب؛ و مولوی، م. (۱۴۰۲). کاربرد بیوتکنولوژی در حفاظت محیط‌زیست، پنجمین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی عمران، معماری، هنر و طراحی شهری. هادی پور، ه، موسوی، ن. ا، نجفی، ب. (۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های پایداری فناوری کشاورزی حفاظتی: مطالعه موردی محصول گندم در شهرستان مرودشت. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۱(۴۳): ۴۱-۷۲.

Cano Estrada, A, Velez Diaz, D, Morgado Hernandez, C. (۲۰۱۷). The role of biotechnology in agricultural production and food supply. *Cienc. Inv. Agr.* 44(1): 1-11.

Das, S, Ray, MK, Panday, D, Mishra, PK. (2023) Role of biotechnology in creating sustainable agriculture. *PLOS Sustain Transform* 2(7): e0000069.

Delmer, D. P, (2005), Agriculture in the developing world: connecting innovations in plant research to downstream applications, *Proc. Natl Acad. Sci. USA*.

El Bakali, I, Ait El Mekki, A, Maatala, N, & Harbouze, R. (2023). A systematic review on the impact of incentives on the adoption of conservation agriculture: new guidelines for policymakers and researchers. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 21.(۱)

Lorenzetti, L.A, Fiorini, A. (2024). Conservation Agriculture Impacts on Economic Profitability and Environmental Performance of Agro ecosystems. *Environmental Management* 73, 532-545.(۲۰۲۴)



Mandal, S, Sendhil, R, Goswami, R, eds. (2023). Socio-economic evaluation of cropping systems for smallholder farmers – challenges and options. Lausanne: Frontiers Media SA.7: 1310448

Orton, L, Wijeratna, A. (2003), GM crops – going against the grain, Actionaid (available at [www.actionaid.org](http://www.actionaid.org)).

Were Omamo, S. & Grebmer, K. (2005). Biotechnology, Agriculture and food Security in Southern Africa, International Food Policy Research Institute/ Biotechnology, Agriculture and National Resources Policy Analysis Network.