علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره چهارم/ ۱۴۰۲ (۷۸ - ۶۳)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.7684

سنجش نسبت شکاف فناوری برای بذر گواهی‌شده برنج رقم هاشمی

رضا اسفنجاری کناری[۱]، مهدی خانی*[۲]، سید حسین پیمان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۱۰

چکیده

بذر یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی است که نقش کلیدی در دستیابی به عملکرد و کیفیت مطلوب محصول دارد. از زمانی که بشر به جایگاه بذر مناسب در سود اقتصادی و امنیت غذایی پی برده، همواره تلاش‌های اصلاحی برای فراهم ساختن ارقامی با مشخصات ژنتیکی مدنظر کرده است. برای اثربخشی هرچه بیش‌ترِ سایر نهاده‌های تولید نظیر آب، کود و سم، دسترسی و به‌کارگیری ارقام جدیدِ پربازده و سازگار، یک ضرورت است. در مطالعه حاضر با استفاده از تابع مرزی پوششی، نسبت شکاف فناوری بذر گواهی‌شده برنج رقم هاشمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای انجام تحقیق از اطلاعات ۵۳۱ کشاورز استفاده شده است. این اطلاعات در سال ۱۳۹۷ با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای متناسب با حجم جامعه به دست آمد. در این مطالعه جهت برآورد کارایی فنی نسبت به مرز گروهی، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شد و برای برآورد نسبت شکاف فناوری (TGR) از روش فرامرزی (Metafrontier) استفاده شده است. نتایج حاصل از تخمین تابع تولید مرزی نشان داد کارایی فنی برای کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند ۰/۸۸ و برای کشاورزانی که از بذر اصلاح‌شده استفاده نکرده‌اند ۰/۸۲ می‌باشد. یعنی این واحدها با به کاربردن میزان مشخصی از نهاده‌های تولید، به‌طور متوسط به ترتیب حدود ۸۸ و ۸۲ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که با استفاده از میزان نهاده موجود و نوع بذر مصرفی می‌توانست تولید شود. کارایی فنی نسبت به تابع تولید فرامرزی در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کردند ۰/۸۲ و در گروهی که از این نوع بذر استفاده نکردند ۰/۷۲ بود. نسبت شکاف فناوری برای دو گروه فوق به‌ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۸۶ به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر، کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده نمودند، عملکرد تکنیکی بهتری داشته و دارای نسبت شکاف فناوری بالاتری بودند. این امر نقطه امیدبخشی برای سیاست‌گذاران بخش کشاورزی است که با ترویج استفاده از بذر گواهی‌شده و تمهیدات لازم جهت تشویق کشاورزان در استفاده از این نوع بذر، بتوان سطح تولید را ارتقا بخشید.

واژه‌های کلیدی: بذر اصلاح‌شده، تابع فرامرزی، تحلیل پوششی داده‌ها ، کارایی فنی

۱- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. rezasfk@gmail.com
۲- استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. mahdikhani@guilan.ac.ir
۳- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. payman@guilan.ac.ir
*نویسنده مسئول: mahdikhani@guilan.ac.ir

مقدمه

برنج مهم‌ترین محصول زراعی استان گیلان است. این استان از نظر سطح زیر کشت در رتبه اول و از نظر میزان تولید، در رتبه دوم تولید برنج کشور است (Ministry of Agriculture Jihad, 2022). در این میان، رقم هاشمی از مرسوم‌ترین ارقام این استان از جمله در شهرستان رشت است. بنابراین بررسی راهکارهایی برای افزایش تولید و سود اقتصادی حاصل از کشت این محصول، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از راه‌های ارزیابی عملکرد واحدهای تولیدی، بررسی کارایی فنی و نسبت شکاف فناوری است. کارایی فنی نشان‌دهنده میزان توانایی یک بنگاه برای حداکثرسازی میزان تولید با توجه به منابع و عوامل تولید مشخص است. در این میان، شکاف فناوری به تفاوت سطح فناوری به کار گرفته شده با بالاترین سطح فناوری قابل دسترس اطلاق می‌شود (Jani, 2017). با این رویکرد می‌توان الگوهایی از نظر چگونگی مصرف نهاده‌ها برای افزایش کارایی تولید ارائه داد. در میان نهاده‌ها و عوامل مؤثر بر کارایی تولید محصولات کشاورزی از جمله برنج، می‌توان به بذر مصرفی اشاره کرد.

بذر یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی است که نقش کلیدی در دستیابی به عملکرد و کیفیت مطلوب محصول دارد. از زمانی که بشر به جایگاه بذر مناسب در سود اقتصادی و امنیت غذایی پی برده، همواره تلاش‌های اصلاحی برای فراهم ساختن ارقامی با مشخصات ژنتیکی مدنظر کرده است. برای اثربخشی هرچه بیش‌ترِ سایر نهاده‌های تولید نظیر آب، کود و سم، دسترسی و به‌کارگیری ارقام جدیدِ پربازده و سازگار، یک ضرورت است. بنابراین مطالعه ابعاد گوناگون این مسئله می‌تواند اهمیت زیادی از نظر فنی و اقتصادی داشته باشد و در جهت‌دهی رویکردها، تدوین برنامه‌ها و تخصیص منابع، اثرگذار خواهد بود.

در اثر کشت مستمر چندین‌ساله یک نوع بذر در مزرعه، به‌دلیل اختلاط ارقام و نیز ناخالصی ژنتیکی ایجادشده در اثر درصدی دگرگرده‌افشانی، افت عملکرد محصول خواهیم داشت. بنابراین نیاز است که در راستای تأمین بذر خالص و با کیفیت برنامه‌ریزی صورت گیرد. امنیت غذایی آینده جهان با بذر کیفی و عملکرد بالای محصولات کشاورزی گره خورده است. برآورد می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به نه میلیارد نفر برسد. با توجه به محدودیت منابع از قبیل آب و زمین، امکان تأمین غذای این میزان جمعیت با رویکرد توسعه افقی کشت محصولات میسر نیست. بنابراین بدون توسعه بذرهای باکیفیت و با عملکرد بالا، نمی توان پاسخگوی تقاضای حاصله بود. بذر تولیدی جهان در اختیار چند شرکت بسیار بزرگ است و این شرکت‌ها تنها بذر غیروالد -که امکان تکثیر و بازتولید ندارد- را به کشورهای دیگر می‌فروشند. ایران نیز سالانه ۹۵ تا۱۱۰ میلیون دلار برای واردات بذر پرداخت می‌کند و با توجه به نقش بذر باکیفیت در امنیت غذایی، ضرورت ایجاد زیرساخت‌های تولید بذر منطبق با استانداردهای بین‌المللی در داخل کشور، بیش از پیش احساس می‌شود (Esmailifar, 2014).

کنترل و گواهی بذر (Seed certification) از دیدگاه علمی، فرآیندی سازمان‌یافته و طراحی‌شده برای تکثیر و تأمین بذر اصلاح‌شده با حفظ کیفیت ذاتی ارقام برتر گیاهان زراعی موردنیاز کشاورزان است. از دیدگاه قانونی نیز کنترل و گواهی بذر، نظامی منطبق با قانون بذر هر کشور برای کنترل کیفیت تولید و تکثیر بذر می‌باشد (Rezvani *et al.*, 2009).

هدف یک برنامه تکثیر، کنترل و گواهی بذر، تامین کمیت کافی بذر دارای کیفیت مطلوبِ یک رقم اصلاح‌شده (Cultivar) است. بنا به تعریف، رقم اصلاح‌شده، گروهی از گیاهان است که با توجه به خصوصیات ظاهری، فیزیولوژیکی، سیتولوژیکی و شیمیایی، از دیگر گروه‌ها قابل تمایز بوده و دارای یکنواختی کافی بوده و طی روند تکثیر، خصوصیات آن پایدار می‌ماند. این هدف در طی مراحل تکثیر طبقات مختلف بذر (Seed classes) و براساس معیارهای مصوب (استانداردهای ملی بذر هر محصول) محقق می‌شود (Hamidi and Mobser, 2005). در فرآیند اصلاح، طبقات بذر گیاهان زراعی مبتنی بر استانداردهای ملی کشورها، متفاوت بوده ولی معمولاً شامل چهار طبقه: ۱- هسته اولیه (نوکلئوس یا اصلاح‌شده)، ۲- پایه (سوپر الیت یا ثبت‌شده)، ۳- مادری (الیت) و ۴- گواهی‌شده می‌باشد. بدین‌صورت که در اولین مرحله اصلاح و خالص‌سازی یک رقم، بذر هسته اولیه به‌دست می‌آید و با کاشت و تکثیر آن، بذر پایه تولید می‌شود. بذر گواهی‌شده نیز از تکثیر بذر مادری به‌دست می‌آید که خود آن با کشت بذر پایه تولید شده است.

هر یک از اطبقات بذری دارای استانداردهای ویژه بوده و شرایط مزرعه‌ای خاصی را دارند. طبقات اولیه (هسته اولیه و پایه) در مراکز پژوهشی تولید می‌شوند. به‌عنوان نمونه در ایران برای برنج، تکمیل این مراحل از تولید ارقام اصلاح‌شده، توسط مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام می شود. ولی به دلائل مختلفی مانند محدودیت فضای کشت در مراکز تحقیقاتی، تولید بذر مادری و گواهی‌شده به زارعان و شرکت‌های خصوصی واگذار می‌شود. البته این کار از طریق عقد قرارداد با آن‌ها و بر اساس دستورالعمل‌ها، استانداردها و نظارت موسسات مادری انجام می‌شود. بدین‌ترتیب ارقام اصلاح‌شده (و نه بذر اصلاح‌شده به مفهوم هسته اولیه)، با کیفیتِ استاندارد از نظر خلوص ژنتیکی و فیزیکی و دیگر جنبه‌ها و در سطحی گسترده در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد.

اصطلاح بذر گواهی‌شده گاهی در برابر بذر خودمصرفی و گاهی نیز در مقابل ارقام اصلاح‌نشده به‌کار می‌رود. برخی کشاورزان مخصوصاً در مورد گیاهان خودگشن، خودشان اقدام به تولید بذر می‌کنند. بدین‌صورت که بخشی از محصول تولیدشده که کیفیت مدنظرشان را داشته باشد را برای کشت در سال بعد ذخیره می‌کنند. در این حالت ممکن است کشاورز برای تولید بذر از ارقام اصلاح‌شده استفاده کرده باشد و بدین‌ترتیب تفاوت بذر خودمصرفی با بذر گواهی‌شده، در منشاء بذر اولیه و استانداردهای تولید است. اما بذر گواهی‌شده مستقیماً از تکثیر بذر مادری به‌دست می‌آید و در مراحل مختلف کشت یعنی در تعیین زمین کاشت تا بازرسی بذر تولیدشده نهایی، تحت نظارت سازمان‌های مسئول است.

حسینی چالشتری و همکاران (Hosseini Chaleshtari *et al.*, 2017) افزایش اشتغال‌زاییِ حاصل از تقویت صنعت تولید بذر را از دستاوردهای گسترش کاربرد بذر گواهی‌شده نام بردند. البته بعدها حسینی چالشتری و همکاران (Hosseini Chaleshtari *et al.*, 2019) مزایای بیش‌تری برای استفاده از بذر گواهی‌شده، مشخصاً برای برنج هاشمی برشمردند و کشاورزان را اکیداً توصیه کردند که از بذری استفاده کنند که دارای برچسب گواهی از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال باشد. زیرا بذرهای گواهی‌شده توسط این موسسه دارای خلوص بالای ۹۸ درصد، عاری از بذر علف‌های هرز، آفات، بیماری های بذرزاد و مواد جامد بوده و قوه نامیه آن‌ها بالای ۸۰ درصد است. بنابراین استفاده از این بذرها موجب کاهش مصرف بذر در خزانه، کاهش خسارت ناشی از بیماری‌های قارچی در ابتدای فصل، رشد یکنواخت گیاهچه‌ها، افزایش قدرت رشد نشاها و استقرار سریع‌تر در مرحله نشاکاری، یکدست‌بودن مزرعه، همزمانی در رسیدگی، عملکرد بیشتر، سهولت در برداشت مکانیزه و بهبود کیفیت محصول نهایی به دلیل خلوص بالا خواهد شد. از طرفی به دلیل نبود بذر علف‌هرز در آن، هزینه‌های وجین در مرحله داشت کم‌تر شده و برنج تولیدی به دلیل خلوص بالا و یکنواختی، از بازارپسندی بالاتری برخوردار خواهد بود. با وجود تأکید ایشان بر بدیهی‌بودن استفاده از بذر گواهی‌شده، نمی‌توان تنها دیدگاه یک صاحب‌نظر را مبنای تصمیم‌گیری در سطح مزرعه و ملی قرار داد و حتی در رابطه با یک محصول و در شرایط محیطی و اقتصادی مشابه، نیاز به بررسی دیگر مطالعات انجام‌شده در این حوزه است. از سوی دیگر مطالعه ایشان بر اساس یک پژوهش میدانیِ روشمند نبوده و صرفاً با تکیه بر تجربه و نظرات کارشناسان، ارائه شده است. بنابراین پیش‌نیازِ اظهارنظر در رابطه با این مسئله و حتی طرح‌ریزی مطالعه‌ای جدید، مرورِ پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با نقش بذر گواهی‌شده در کارایی تولید محصولات مختلف از جمله برنج است.

همچنین در بسیاری از موارد، استقبال جامعه از یک محصول یا رویکرد، نشان‌دهنده کارآمدی آن است و عدم پذیرش آن نیز می‌تواند در یک مسئله فنی یا اقتصادی ریشه داشته باشد. اما گاهی رفتار جامعه، با منطق علمی و اقتصادی همخوانی ندارد و متأثر از برخی گرایش‌های روانی و اجتماعی است. در این صورت بایستی زمینه‌های اقبال یا اجتناب جامعه از یک نوآوری بررسی شده و راهکارهایی برای رفع موانع دستیابی به وضعیت مناسب ارائه شود.

بنابراین در ادامه، بررسی مطالعات گذشته حول دو محور اصلی خواهد بود. ابتدا موضوع کارایی فنی و شکاف فناوری برای کشت برنج و برخی دیگر از محصولات، مخصوصاً با تمرکز بر بذر گواهی‌شده بررسی می‌شود. سپس عوامل مؤثر بر استقبال جامعه کشاورزی از فناوری‌های نوین منجمله بذر گواهی‌شده در مناطق و محصولات مختلف، مرور می‌شود.

علی و همکاران (Ali *et al.*, 2019)، با استفاده از مدل مرزی تصادفی، ناکارایی فنی را در تولید ذرت بررسی کردند. در میان عوامل مؤثر (از قبیل اندازه خانواده، تجربه کشت،

خدمات ترویجی و دیگر عوامل)، بذر گواهی‌شده اثر مثبتی بر روی کارایی فنی داشت.

زوزیمو و همکاران (Zozimo *et al.*, 2023) اعلام کردند که شرکت در جلسات ترویجی و تکیه به بذرهای گواهی‌شده، ناکارایی کشاورز را کاهش داده و کارایی فنی را در کشت آفتابگردان در اوگاندا افزایش داد.

آیینده و همکاران (Ayinde *et al.*, 2009)، با استفاده از مفهوم فرامرزی، کارایی فنی و شکاف واریته‌ای (Varietal-Gap) تولید برنج در نیجریه را بررسی کردند. ایشان کشاورزان را از نظر رقم برنجی که کشت کرده بودند به سه دسته طبقه‌بندی کردند. یک دسته از کشاورزان، یک رقم محلی را کشت کردند و دو دسته دیگر هر کدام یک رقم اصلاح‌شده متفاوت را کاشته بودند. نتایج نشان داد که کارایی فنی کشاورزانی که از دو رقم اصلاح‌شده استفاده کرده بودند از کشاورزانی که رقم محلی را کشت کرده بودند بیش‌تر بود. البته ایشان عوامل دیگری از قبیل اندازه زمین، مصرف کود و کیفیت بذر را نیز بررسی کرده و پیشنهادهایی در این راستا ارائه نمودند.

پانوپانگ و همکاران (Panupong *et al.*, 2018)، با استفاده از روش فرامرزی و تحلیل شکاف فناوری، کارایی فنی کشت برنج را میان دو کشور تایلند و ویتنام مقایسه کردند که از این حیث، کشور ویتنام شرایط بهتری داشت. یکی از مهم‌ترین پیشنهادهایی که ایشان برای بهبود وضعیت کشت برنج در تایلند ارائه کردند، توسعه ارقامی بود که عملکرد بیش‌تری داشته باشند.

اسفنجاری کناری و همکاران (Esfanjari Kenari *et al.*, 2022)، نسبت شکاف فناوری ارقام مختلف برنج را، در استان گیلان برآورد کردند. در میان ارقام مورد بررسی، رقم هاشمی بیش‌ترین نسبت شکاف فناوری را داشت.

ثیبوتوواوا و همکاران (Thibbotuwawa *et al.*, 2013) شکاف فناوری و انواع کارایی را برای مزارع دیم و آبی برنج در سریلانکا بررسی کردند. ایشان اظهار داشتند که مزارع دیم، اگرچه با توجه به فناوری تولید موجود، از نظر فنی کارا هستند ولی در مقایسه با مزارع آبیِ تحت فناوری فرامرزی، ناکارآمد به حساب می‌آیند.

شهبازی و سام‌دلیری (Shahbazi and Samdeliri, 2017) تغییرات در بهره‌ورزی کل عوامل تولید برنج را در استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، خوزستان و فارس بررسی کردند. ایشان به این نتیجه رسیدند که در دوره مورد بررسی (۱۳۸۴-۱۳۹۲)، بهره‌وری عوامل تولید افزایش داشته است.

وزارت کشاورزی و توسعه روستایی ویتنام، برنامه‌ای با نام 1M5R برای کاهش برخی نهاده‌ها و تلفات معرفی کرد که یکی از وجوه آن، استفاده از بذر گواهی‌شده بود (Le *et al.*, 2021). با استفاده از مدل پروبیت مشخص شد که میزان استقبال کشاورزان از این برنامه با سطح تحصیلات سرپرست خانوار، عضویت آن‌ها در تعاونی‌های برنج و شرکت در کلاس‌های آموزشی همبستگی دارد. همچنین نتایج مطالعه نشان داد که در نتیجه اجرای این برنامه، مصرف بذر کاهش قابل‌توجهی می‌یابد، به‌طوریکه در هزینه کلی بذر مورداستفاده نیز به اندازه ۲۳/۵۹ دلار بر هکتار صرفه‌جویی حاصل می‌شود. ضمن این‌که پیشنهاد شد افرادی که تحصیلات بالایی دارند ولی هنوز از روش‌های سنتی استفاده می‌کنند، بایستی به کلاس‌های آموزشی این برنامه دعوت شوند.

تو و همکاران (Tu *et al.*, 2021) با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی، اثر عوامل مختلف را بر روی کارایی فنی و زیست‌محیطی کشت برنج در دلتای مکونگ ویتنام بررسی کردند. در میان عوامل مورد بررسی، استفاده از بذر گواهی شده اثر منفی بر کارایی فنی داشت. زیرا علاوه بر قیمت بالا، برخی از ارقام اصلاح‌شده برای شرایط محیطی منطقه مناسب نبودند و باعث تراکم بیش‌ازحد بوته و افزایش مصرف کود و سم شدند.

بولت و همکاران (Bulte *et al.*, 2020) اعلام کردند که علاوه بر تیمارهای یارانه‌ای، استقبال از بذر گواهی‌شده با تحصیلات و ثروت زارعین رابطه دارد. حتی میان مناطق نیز از این حیث اختلاف وجود دارد. مخصوصاً در زمین‌هایی که به‌تازگی در آن‌ها کشت‌وکار برنج آغاز شده، اکثراً از بذر گواهی‌شده استفاده کردند.

سانوگو و همکاران (Sanogo *et al.*, 2023) حتی وضعیت تأهل کشاورزان را نیز در کاربرد بذر اصلاح‌شده در مالی (در غرب آفریقا) مؤثر دیدند. زیرا احتمال پذیرش افراد متأهل در تعاونی‌ها در مقایسه با افراد مجرد بیش‌تر است.

ماریانو و همکاران (Mariano *et al.*, 2012) با استفاده از روش‌های لاجیت باینری و پویسون، عوامل اجتماعی-اقتصادی، نهادی و زیست‌محیطی را بر پذیرش بذر گواهی شده (به‌صورت خاص) و عملیات‌های مدیریت محصول مجتمع (به‌صورت عام) بررسی کردند. تحصیلات

کشاورزان، مالکیت ماشین، حضور کشاورزان در جلسات آموزشی و موجودی آب آبیاری و اندازه زمین، رابطه‌ای مثبت بر پذیرش کشاورزان داشتند. ایشان در توجیه نتایج خود اظهار داشتند که کشاورزانی که تحصیلات بالاتری دارند، توانایی بیشتری در پردازش اطلاعات و جستجوی فناوری‌های مناسب با توجه به محدودیت‌های تولید خود دارند. در زمین‌های بزرگ این امکان وجود داشت که ابتدا تنها بخشی از زمین را به بذر گواهی‌شده اختصاص داده و درنتیجه ریسک سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد. پاسخ عملکرد محصول به بذر گواهی‌شده در زمین‌های آبی بیش‌تر از زمین‌های دیم بود. به همین علت در زمین‌های آبی، ریسک شکست در کشت بر اثر کمبود رطوبت کمتر است و این مسئله باعث می‌شود که ریسک سرمایه‌گذاری در فناوری کمتر شود. درنتیجه کفایت آب برای آبیاری می‌تواند نقش مثبتی در پذیرش بذر گواهی‌شده داشته باشد. برخی کشاورزان، با کشت برنج به عنوان یک سرمایه‌گذاری تجاری برخورد می‌کنند. در حالی که دیگر کشاورزان بیش‌تر آن را به عنوان منبعی برای تأمین غذای خود می‌شناسند. رفتار سودمحورانه کشاورزان با پذیرش فناوری همخوانی بیش‌تری دارد. زیرا بذرهای گواهی‌شده عملکرد بیش‌تر و پایدارتری دارند و درنتیجه سود بیش‌تری نسبت به بذرهای معمولی دارند.

آدیسون و همکاران (Addison *et al.*, 2023) با استفاده از مدل‌های لاجیت و توبیت، میزان استقبال کشاورزان از فناوری‌ها (مشخصاً بذر اصلاح‌شده و کود شیمیایی) را بررسی کردند. از میان عوامل مورد بررسی، جنسیت، سن، تعداد بزرگسال در خانوار، مالکیت زمین و سال‌های تحصیل، نقش مثبتی در پذیرش کشاورزان داشتند. برخلاف تراکتور و ماشین‌ها، مالکیت زمینِ تحت کشت، رابطه معکوس با پذیرش بذر گواهی‌شده داشت. یعنی کشاورزانی که زمین را اجاره می‌کنند نسبت به افرادی که مالک زمین‌های‌شان هستند، استقبال بیش‌تری داشتند.

اوکِلو و همکاران (Okello *et al.*, 2017) اثرات استفاده از بذر گواهی‌شده سیب‌زمینی را بر بهره‌وری و امنیت غذایی بررسی کردند که بر هر دو اثر مثبت داشت. همچنین نتایج رگرسیون پروبیت نشان داد که افرادی که از بذر گواهی‌شده استفاده کردند، معمولاً سطح تحصیلات و زمین بیش‌تری داشتند و بیش از دیگران کود و حشره‌کش استفاده کردند. تجربه و جنسیت نقشی در خرید بذر گواهی شده نداشت. ایشان حجیم‌بودن بذر سیب‌زمینی را - مخصوصاً در شرایطی که فاصله مراکز تولید بذر گواهی‌شده با مزارع زیاد باشد- از عوامل گرایش کشاورزان به استفاده از بذرهای خودمصرفی ذکر کردند.

تانریوِرمیس و آکدوغان (Tanrivermiş and Akdoğan, 2007) استفاده از بذر گواهی‌شدهِ ارقام اصلاح‌شدهِ گندم را در استان آنکارا در ترکیه بررسی کردند. بهره‌وری و سود خالص متوسط در کشت این نوع بذر، به ترتیب ۴۹/۵ و ۳۹/۷ درصد بیش‌تر از ارقام سنتی بود. همین کمیت‌ها برای بذر گواهی‌نشده ارقام اصلاح‌شده، ۲۴/۹ و ۲۴/۳ درصد بیش‌تر از ارقام سنتی است. عملکرد گندم برای ارقام سنتی ۲۴۶۴/۱۰، برای ارقام اصلاح‌شده ۳۰۷۹/۴ و برای بذر گواهی‌شده، ۳۶۸۲/۷ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. با این وجود قیمت بذر گواهی‌شده نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب این نهاده داشت. به‌گونه‌ای که در نبود یارانه برای بذرهای گواهی‌شده، استفاده از بذر گواهی‌نشده برای کشاورزان، پرمزیت‌تر به نظر می‌رسد. ایشان ارزشمندیِ کاه گندم در ترکیه را از دیگر عوامل کاهش استقبال کشاورزان از بذرهای گواهی‌شده و اصلاح‌شده دانستند. زیرا ارقام سنتی با وجود عملکرد پایین دانه، کاه و کلش بیش‌تری تولید می‌کنند.

خیری صنمی و همکاران (Kheiri Sanami *et al.*, 2020) با استفاده از رگرسیون لجستیک، عوامل مؤثر بر پذیرش بذر گواهی‌شده گندم دیم را در استان کرمانشاه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سطح تحصیلات، تعداد قطعات زمین و دانش فنی آماده‌سازی بذر، رابطه منفی و متغیرهای کیفیت بذر مصرفی، کیفیت رقم مورداستفاده، روش کشت و استفاده از ریزمغذی‌ها، رابطه مثبت با پذیرش بذر گواهی‌شده داشتند.

محققین دیگری نیز در مورد پذیرش فناوری در میان کشاورزان، مشخصاً ارقام اصلاح‌شده و بذر گواهی‌شده در مورد گیاهان مختلف از جمله برنج فعالیت کرده‌اند. با توجه به این که به برخی از آن‌ها در منابعی که به آن‌ها اشاره شده از قبیل (Kheiri Sanami *et al.*, 2020) و (Mariano *et al.*, 2012) پرداخته شده، از ذکر دوباره آن‌ها خودداری می‌شود. برخی از عوامل موردبررسی مانند تحصیلات، مورد اختلاف این محققین بوده است و نمی‌توان اجماعی میان آن‌ها یافت. البته اغلب آن‌ها برای نتایجی که به‌دست آورده‌اند دلائل و توجیهاتی ذکر کرده‌اند که

نشان‌دهنده نقش فضای اکولوژیکی، اقتصادی و فرهنگی مناطق مختلف و ماهیت محصولات کشت‌شده در مسئله موردبررسی است.

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که اجماع عمومی مبنی بر مفیدبودن استفاده از بذر گواهی‌شده در تولید محصولات مختلف دیده نمی‌شود. بسیاری از محققین، کاربرد این نوع بذر را توصیه کردند ولی برخی نیز معتقدند هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از به‌کارگیری بذر گواهی‌شده بیش‌تر از تغییرات سود حاصل از افزایش عملکرد است و باعث کاهش کارایی فنی می‌شود. مسلماً با تغییر نوع محصول و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و فضای اقتصادی مناطق مختلف، ضرورت بررسی جداگانه برای هر محصول و هر منطقه به وضوح احساس می‌شود. بنابراین در مطالعه حاضر، بعد از بررسی کارایی فنی کشاورزانی که برنج هاشمی را در شهرستان رشت کشت کردند، شکاف فناوری نوع بذر مورد استفاده محاسبه و ارزیابی می‌شود. سپس برای بررسی زمینه‌های مختلف استقبال کشاورزان از این نوع بذر، شرایط هر دو دسته از کشاورزان از جنبه‌های مختلف از قبیل سن، تحصیلات، مالکیت و وضعیت مالی، مورد توجه قرار می‌گیرد. در این صورت می‌توان رابطه‌ای میان خصوصیات و شرایط کشاورزان از یک طرف و از طرف دیگر احتمال پذیرش این فناوری برقرار کرد. درنتیجه ممکن است بتوان پیشنهادهایی برای حرکت از وضعیت کنونی به شرایطی مطلوب‌تر ارائه داد و گامی در جهت ارتقاء کارایی کشت محصول برنج برداشت.

روش تحقیق

انتخاب الگوی مناسب برای محاسبه نمرات کارایی فنی، بستگی به میزان کنترل روی ستاده‌ها و نهاده‌ها دارد. یعنی هر کدام بیش‌تر قابل‌کنترل باشد، مدل مناسب بر همان اساس انتخاب می‌شود (Esfanjari Kenari *et al*., 2020) . در مطالعه حاضر از الگوی تحلیل پوششی داده‌های نهاده-گرا بهره گرفته شد که به‌صورت الگوی زیر (رابطه ۱) فرموله می‌شود (Charnes *et al*., 1978):

(رابطه ۱)

$$\theta^* = \min\theta$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

θ کارایی فنی واحد 0ام (DMU_0) را نسبت به سایر واحدهای تولیدی نشان می‌دهد. λ برداری از مقادیر عددی غیرمنفی است. مثبت بودن λ نشان دهنده این است که در تمامی واحدها، همه ورودی‌ها و خروجی‌ها لحاظ می‌شوند. x_i و y_r به ترتیب نهاده‌ها و ستاده‌های واحد j ام، m تعداد نهاده‌ها، s تعداد ستاده‌ها و n تعداد واحدها را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر، نهاده‌ها شامل X_{1j} سطح زیر کشت برنج در مزرعه j ام بر حسب هکتار، X_{2j} مقدار کود ازت مصرف‌شده در مزرعه j ام بر حسب کیلوگرم، X_{3j} مقدار مصرف کود فسفات در مزرعه j ام بر حسب کیلوگرم، X_{4j} میزان مصرف کود پتاس در مزرعه j ام بر حسب کیلوگرم، X_{5j} مقدار مصرف سموم شیمیایی در مزرعه j ام بر حسب لیتر، X_{6j} مقدار کل نیروی کار مصرف‌شده در مزرعه j ام بر حسب روز – نفر، X_{7j} مقدار بذر مصرفی برای مزرعه j ام بر حسب کیلوگرم، X_{8j} مقدار هزینه استفاده از ماشین‌ها بر حسب ده هزار ریال، X_{9j} نشان‌دهنده شاخص دیویژیا[1] یا سایر هزینه‌های مزرعه j ام بر حسب ده ریال و y_{1j} مقدار تولید شلتوک در مزرعه j ام بر حسب کیلوگرم می‌باشد. مقدار θ می‌تواند کمتر یا مساوی با یک باشد. مقدار یک نمایانگر این است که واحد تولیدی کاملاً کارا است و واحد تولیدی روی مرز کارا قرار دارد. مسئله برنامه‌ریزی خطی فوق باید برای هر واحد (n مرتبه) حل شود. اگر یک واحد تولیدی روی مرز کارا قرار گیرد، ولی باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید وجود داشته باشد به آن اصطلاحاً کمبود نهاده‌ها گفته می شود. همچنین اگر بر روی مرز کارای تولید، امکان افزایش محصول بدون تغییر در سطح نهاده‌ها وجود داشته باشد در اصطلاح به آن کمبود ستاده گفته می‌شود. مقدار

[1] Divisia Index

کمبود نهاده و ستاده برای بنگاه jام به‌صورت رابطه ۲ بیان می‌شود:

(رابطه ۲)

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{r0}$$

$$s_i^- = \theta^* x_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}$$

که s_i^- که s_i^- و s_r^+ به ترتیب میزان کمبود در نهاده و ستاده را نشان می‌دهد. جهت تعیین مقدار کمبودهای غیرصفر ممکن، از الگوی برنامه‌ریزی خطی رابطه ۳ استفاده می‌شود:

(رابطه ۳)

$$Max \sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

واحد تولیدی 0ام (DMU_0) کارا است در صورتی که $\theta^* = 1$ باشد و به ازای تمامی نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تولیدی میزان کمبود برابر صفر باشد. به عبارتی به ازای همه‌ی i و r ها، $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ است. به جای تعیین کارایی و میزان بهینه کمبود نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تولیدی در دو مرحله، می‌توان الگوی تحلیل پوششی داده‌ها را به صورت رابطه ۴ خلاصه کرد:

(رابطه ۴)

$$Min\theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

از طریق مقدار بهینه θ^*، حداکثر کاهش در میزان استفاده از نهاده‌ها و از طریق بهینه‌سازی متغیرهای کمبود میزان حرکت بر روی مرز کارا مشخص می‌گردد. از این الگو برای تخمین کارآیی فنی نسبت به مرز گروهی استفاده می شود، با عنایت به اینکه تابع فرامرزی بر پایه داده‌های ترکیب‌شده برای تمامی واحدها در تمامی سطوح فناوری ساخته می‌شود. اگر L_K نشان‌دهنده k امین سطح فناوری باشد، مجموع تمامی سطوح فناوری برابر خواهد بود با $L = \sum_{k=1}^{n} L_k$. جهت برآورد کارایی فنی نسبت به مرز پوششی، بایستی برای تمامی واحدها، مجدداً مدل برنامه‌ریزی خطی با ماتریس‌های نهاده و ستانده جدید اجرا شود (Wongchai, 2012). سپس برای به‌دست آوردن کارایی فنی نسبت به مرز پوششی (فرامرزی)، از رابطه ۵ استفاده شد.

(رابطه ۵)

$$Min\theta^* - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^{*-} + \sum_{r=1}^{s} s_r^{*+}\right)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* x^*_{ij} + s_i^{*-} = \theta^* x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* y^*_{rj} - s_r^{*+} = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j^* \geq 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* = 1$$

در این الگو y_i، بردار مقدار ستاده برای jامین واحد، x_i، بردار مقدار نهاده برای jامین واحد، Y^*، ماتریس مقدار

ستاده برای سطح فناوری L، X^*، ماتریس مقدار نهاده برای سطح فناوری L، λ^*، بردار L×1 وزن‌ها، s_i^{*-} و s_r^{*+} به ترتیب میزان کمبود در نهاده و ستاده در سطح فناوری L را نشان می‌دهد و θ^*، اسکالر می‌باشند. تابع فرامرزی، پوششی از نقاط تولیدی با کارایی بالا در گروه‌های مختلف است. مفهوم فرامرزی بر این فرض استوار است که کل تولیدکنندگان در گروه‌های مختلف، پتانسیل دستیابی به یک فناوری یکسان را دارند. اگر فرض شود فناوری، سطحی از دانش در یک زمان باشد، آنگاه آنچه که به عنوان فناوری در واحدهای تولیدی به کار گرفته می‌شود در واقع از اجزای فناوری فرامرزی است. بنابراین، سطح فناوری L به عنوان تمامیتی از فناوری‌های به‌کارگرفته‌شده در کلیه واحدهای تولیدی تعریف می‌شود. نسبت شکاف فناوری می‌تواند به صورت رابطه ۶ تعریف شود (O'donnell *et al*., 2008):

(رابطه ۶)

$$TGR_i^k(x,y)=\frac{TE_i^*(x,y)}{TE_i^k(x,y)}$$

این نسبت همواره بین صفر (حداقل) و یک (حداکثر) است. این نسبت هر اندازه بزرگ‌تر باشد، کاهش شکاف بین فناوری مرزی گروهی و فناوری فرامرزی را نشان می‌دهد. زمانی که مرز فناوری مرجع واحد K با مرز فناوری فرامرزی بر هم منطبق شوند، این نسبت برابر یک می‌شود (O'donnell *et al*., 2008).

در مطالعه حاضر برای بررسی عوامل موثر بر پذیرش بذر گواهی‌شده از رگرسیون لاجیت استفاده شد. متغیر وابسته در این رگرسیون، باینری بوده و دو مقدار صفر و یک را می تواند داشته باشد. متغیرهای مستقل عبارتند از: سطح تحصیلات، تجربه کشاورز، شرکت در کلاس ترویجی، درآمد کشاورز، شغل اصلی کشاورز، سن کشاورز و اندازه زمین. انتخاب متغیرهای توضیحی در رگرسیون، بر اساس بررسی مطالعات گذشته بوده است. جامعه آماری شامل تمام شالی کاران شهرستان رشت در سال ۱۳۹۷ بود که رقم صدری هاشمی را کشت کرده بودند. برای جمع‌آوری اطلاعات لازم از دو روش اسنادی و میدانی (ابزار پرسش‌نامه) استفاده شده است. حجم نمونه براساس رابطه ۷ (Amidi, 1999)، محاسبه شد.

(رابطه ۷)

$$n=\frac{\left[\frac{z\times s}{r\times y}\right]}{\left[1+\frac{\left[\frac{z\times s}{r\times y}\right]^2}{N}\right]}$$

در این رابطه، n تعداد نمونه‌ی موردنیاز، z طول نقطه‌ی متناظر با احتمال تجمعی $1-\alpha$ توزیع نرمال استاندارد، r، قدرمطلق خطای موردنظر در برآورد، s، واریانس نمونه‌ی اولیه، y، میانگین نمونه‌ی اولیه و N، تعداد اعضای جامعه است. برای انجام این پژوهش، ابتدا تعداد کشاورزان تولیدکننده برنج از داده‌های سازمان جهاد کشاورزی شهرستان رشت استخراج شد. در شهرستان رشت ۳۸۷۶۲ شالی‌کار در حال فعالیت هستند. پس از مشخص شدن جامعه‌ی موردنظر، ۸۰ پرسش‌نامه مقدماتی از این جامعه تکمیل شد و با محاسبه‌ی واریانس آن‌ها در سطح احتمال ۱٪، حجم نمونه ۵۲۸ شالی‌کار به دست آمد ولی جهت اطمینان بیشتر ۵۳۵ پرسش‌نامه برای این تحقیق در نظر گرفته شد. تعداد نمونه استخراج‌شده از هر بخش شهرستان رشت، به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی متناسب با حجم جامعه مشخص شد. در اینجا با توجه به متفاوت‌بودن تعداد شالی‌کاران در هر یک از بخش‌های شهرستان رشت، نمونه‌گیری به صورت تصادفی و متناسب با تعداد شالی‌کاران انجام شد. پس از اتمام آمارگیری، تعدادی از پرسش‌نامه‌ها به علت اطلاعات ناقص و داشتن داده‌های پرت حذف شدند و در نهایت از ۵۳۱ پرسش‌نامه استفاده شد.

نتایج و بحث

در ابتدا نمونه مورد مطالعه به دو دسته کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده نمودند و کشاورزانی که از این نوع بذر استفاده نکرده‌اند تقسیم شدند. با توجه به جدول ۱، ۱۴/۵ درصد کشاورزان مورد مطالعه از بذر گواهی‌شده استفاده نمودند و ۸۵/۵ درصد آن‌ها از این نوع بذر استفاده نکرده‌اند. در جدول ۲، نتایج مربوط به متوسط سطح زیرکشت و میزان متوسط استفاده از نهاده‌ها در هر دو گروه مورد بررسی گزارش شده است. همانطور که از جدول مشاهده می‌شود، تفاوت چندانی در میزان متوسط استفاده از نهاده‌ها در دو گروه مورد بررسی دیده نمی‌شود. این یافته

در تعارض با نظر تو و همکاران (Tu *et al.*, 2021) بود. زیرا ایشان معتقد بودند استفاده از بذر گواهی‌شده باعث افزایش مصرف نهاده‌هایی مانند کود و سم می‌شود. البته باید این نکته را نیز در نظر داشت که علاوه بر تفاوت شرایط کشور ویتنام با ایران، بذر گواهی‌شده آن‌ها در مقابل ارقام اصلاح‌نشده بود که به‌غیر از تفاوت در قیمت بذر، نیازمندی های متفاوتی در رابطه با مصرف نهاده در مقایسه با ارقام سنتی داشت.

همچنین در مطالعه حاضر در رابطه با متوسط عملکرد، تفاوت قابل‌توجهی میان دو گروه مورد بررسی دیده شد. به عبارت دیگر گروه کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده نموده‌اند به نسبت عملکرد بهتری داشته‌اند. در کشت گندم در ترکیه نیز تانریوِرمیس و آکدوغان (Tanrivermiş and Akdoğan, 2007) شاهد افزایش عملکرد محصول در اثر استفاده از بذر گواهی‌شده بودند.

جدول ۱- تعداد کشاورزان دو گروه مورد مطالعه

Table 1. Number of farmers in two studied groups

	درصد percent	تعداد کشاورزان Number of farmers
پذیرش بذر گواهی‌شده Acceptance of certified seed	14.50	77
عدم پذیرش بذر گواهی‌شده Non-acceptance of certified seed	85.50	454
کل Total	100	531

جدول ۲- متوسط سطح زیر کشت و میزان استفاده از نهاده‌ها

Table 2. The average cultivated area and the amount of consumed inputs

نهاده / ستاده Output/Input		کل Total	عدم پذیرش بذر گواهی‌شده Non-acceptance of certified seed	پذیرش بذر گواهی‌شده Acceptance of certified seed	واحد Unit	
سطح زیر کشت	The cultivated area	1.19	1.27	1.08	ha	هکتار
عملکرد	Yeild	3776.45	3306.72	3839.75	kg/ha	کیلوگرم در هکتار
بذز	Seed	52.83	54.73	50.32	kg/ha	کیلوگرم در هکتار
نیروی کار	Worker	32.46	33.52	30.88	Person-hours/ha	نفر-ساعت در هکتار
ماشین‌ها	Machines	1397.90	1399.35	1390.67	10000 Rials/ha	ده هزار ریال در هکتار
سم	Pesticide	5.01	4.98	5.02	L/ha	لیتر در هکتار
کود نیتروژن	Nitride Fertilizer	119.73	117.81	121.72	kg/ha	کیلوگرم در هکتار
کود پتاسیم	Potash fertilizer	72.66	69.80	76.86	kg/ha	کیلوگرم در هکتار
کود فسفات	Phosphate fertilizer	56.79	52.71	59.73	kg/ha	کیلوگرم در هکتار
شاخص دیویژیا	Divisia index	510670.60	523754.59	509941.65	10 Rials/ha	ده ریال در هکتار

نتایج حاصل از تخمین تابع تولیدی مرزی و فرامرزی در جدول ۳ گزارش شده است. در این جدول، TE، TE* و TGR به ترتیب نشان‌دهنده کارایی فنی ناشی از توابع مرزی تصادفی برای دو گروه کشاورزانی که از بذر گواهی شده استفاده کرده‌اند و کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند، کارایی فنی واحدها نسبت به تابع مرزی پوششی و نسبت شکاف تکنولوژی واحدها می‌باشد. میانگین کارایی فنی (TE) حاصل تخمین تابع تولید مرزی گروهی در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند ۰/۸۸ می باشد که از حداقل ۰/۶۷ تا حداکثر ۱ نوسان دارد و انحراف معیار آن برابر با ۰/۰۹۹ است. یعنی این واحدها با به کاربردن میزان مشخصی از نهاده‌های تولید، به‌طور متوسط حدود ۸۸ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که با استفاده از میزان همین نهاده موجود و بذر گواهی‌شده می توانست تولید شود. به‌عبارت دیگر، واحدهای تولیدی این گروه در صورت پر کردن شکاف فنی خود با بهترین تولیدکننده در گروه خود، می‌توانند تولید خود را به‌طور متوسط تا ۱۲ درصد افزایش دهند.

میانگین کارایی فنی (TE) حاصل از تخمین تابع تولید مرزی گروهی در گروه کشاورزانی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند ۰/۸۲ (با انحراف معیار ۰/۱۲) است. یعنی این واحدها با به کاربردن میزان مشخصی از نهاده‌های تولید به طور متوسط حدود ۸۲ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که با استفاده از میزان نهاده موجود و بذر خود مصرفی (گواهی نشده) می‌توانست تولید شود. به‌عبارت دیگر واحدهای تولیدی در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند، در صورت پرکردن شکاف فنی خود با بهترین تولید کننده گروه خود می‌توانند تولید خود را به طور متوسط تا ۱۸ درصد افزایش دهند. میانگین کارایی فنی حاصل از تخمین تابع تولید مرزی گروهی در دو گروه مذکور غیرقابل‌مقایسه هستند اما نشان می‌دهد که در صورت پر شدن شکاف بین سایر تولیدکنندگان و تولیدکنندگان کارا در این دو گروه، بدون افزایش مصرف نهاده و تغییر در نوع بذر مصرفی می‌توان به‌طور متوسط مقدار تولید را به ترتیب در این دو گروه به میزان ۱۳ و ۱۸ درصد افزایش داد.

طبق نتایج حاصل از مطالعه شهبازی و سام‌دلیری (Shahbazi and Samdeliri, 2017)، در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲، کارایی فنی مزارع برنج در استان گیلان به ترتیب ۶۹، ۷۵ و ۷۹ درصد بوده است که نشان از رشد این کمیت در این سال‌ها می‌باشد. با مقایسه نتایج ایشان با مطالعه حاضر، شاهد ادامه همین روند افزایشی بوده‌ایم. در سال مورد بررسی (۱۳۹۷)، حتی در مزارعی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند نیز کارایی فنی (۸۲ درصد) بیش از آخرین سال مورد بررسی آن‌ها بوده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از تخمین تابع مرزی و فرامرزی

Table 3. The result of frontier and Meta frontier function estimation

		عدم پذیرش بذر گواهی‌شده Non-acceptance of certified seed	پذیرش بذر گواهی‌شده Acceptance of certified seed		
TE (به تفکیک گروه‌ها) TE (By groups)	میانگین	0.821	0.880	average	
	انحراف معیار	0.117	0.099	Standard deviation	
	بیشینه	1.000	1.000	maximum	
	کمینه	0.556	0.675	minimum	
TE* (نسبت به تابع فرامرزی) TE* (relative to the metafrontier function)	میانگین	0.718	0.820	average	
	انحراف معیار	0.126	0.131	standard deviation	
	بیشینه	1.000	1.000	maximum	
	کمینه	0.437	0.556	minimum	
TGR (نسبت شکاف فناوری) TGR (Technological gap ratio)	میانگین	0.865	0.930	average	
	انحراف معیار	0.097	0.036	standard deviation	
	بیشینه	1.000	1.000	maximum	
	کمینه	0.785	0.821	minimum	

میانگین کارایی فنی واحدها نسبت به تابع مرزی پوششی (TE*) در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند ۰/۸۲ است (با انحراف معیار ۰/۱۳۱) که بر این اساس، متوسط نسبت شکاف‌فناوری (TGR) در این گروه ۰/۹۳ می‌باشد. به تعبیر دیگر واحدهایی که از بذر گواهی شده استفاده کرده‌اند با استفاده از عوامل و نهاده‌های تولید و بذر گواهی‌شده، به‌طور متوسط ۹۶ درصد محصولی را تولید می‌کنند که با بهره‌گیری از فناوری برتر (متاتکنولوژی) می‌توانستند تولید نمایند.

میانگین کارایی فنی حاصل از تخمین تابع تولید فرامرزی نیز در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند ۰/۷۲ (با انحراف معیار ۰/۱۲۶) است ضمن اینکه میانگین نسبت شکاف فناوری این گروه ۰/۸۶ است. بنابراین واحدهای تولیدی در گروه مذکور با استفاده از عوامل و نهاده‌های تولید و نوع بذر مصرفی (گواهی‌نشده)، به طور

متوسط ۸۶ درصد محصولی را تولید می‌کنند که با بهره‌گیری از فناوری برتر (متاتکنولوژی) می‌توانستند تولید نمایند. با توجه به اینکه حداکثر نسبت شکاف فناوری در دو گروه مورد مطالعه، برابر با یک است، می‌توان نتیجه گرفت که توابع مرزی تصادفی این دو گروه، بر تابع مرزی پوششی، مماس هستند.

لازم به ذکر است که وقتی که تعداد گروه‌های مورد مطالعه (K) زیاد باشد ممکن است برخی از آن‌ها بر تابع مرزی پوششی مماس نشوند. با توجه به اینکه نسبت شکاف فناوری در گروه‌های مختلف قابل مقایسه هستند، می‌توان بیان نمود گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند نسبت به گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند عملکرد تکنیکی بهتری دارند. میانگین انواع کارایی فنی برآورد شده برای گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند تا حدی به هم نزدیک بوده و بیانگر نزدیکی سطح فناوری به کار رفته در این گروه با فناوری برآورد شده تابع مرزی پوششی است که این نتیجه به وسیله میانگین نسبت شکاف فناوری (۰/۹۳) تائید می‌شود. میانگین نسبت شکاف فناوری در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند (۰/۸۶)، بیانگر فاصله بیشتر این گروه با تابع فرامرزی نسبت به گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند (۰/۹۳) است.

افزون بر این در مطالعه‌ی حاضر به بررسی عوامل موثر بر پذیرش بذر گواهی‌شده نیز پرداخته شد. در الگوهای لاجیت و پروبیت، ضریب‌های برآورد شده‌ی اولیه فقط علایم تاثیر متغیرهای توضیحی (سطح تحصیلات، تجربه کشاورز، شرکت در کلاس ترویجی، درآمد کشاورز، شغل اصلی کشاورز، سن کشاورز و اندازه زمین) را روی احتمال پذیرش متغیر وابسته η_i نشان می‌دهند، ولی تفسیر مقداری ندارند، در این حالت از اثر نهایی وکشش وزنی استفاده می‌شود. مؤلفه‌های اعتبارسنجی الگوی لاجیت که در انتهای جدول ۴ گزارش شده‌اند اعتبار بالای الگوی برآوردی را تائید می‌کنند. با توجه به آن که سطح احتمال آماره آزمون‌های جارک-بِرا (JB[1]) و LM[2] از مقدار بحرانی جدول در سطح اطمینان ۹۵ درصد بزرگ‌تر است، لذا فرض نرمال بودن و عدم وجود ناهمسانی واریانس مدل رگرسیون در سطح اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می‌شود. ضمن آن که با توجه به معنی‌دار نبودن آماره آزمون هاسمر لمشو[3] و معنی‌داری آماره آزمون آندریوز[4] در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان نتیجه گرفت که مدل از برازش مناسبی برخوردار است. از سوی دیگر سطح معنی‌داری آماره آزمون دِویانس[5] بیان‌گر پذیرش فرضیه‌ی صفر مبنی بر برازش مناسب الگو در سطح اطمینان ۹۵ درصد است و برای آزمون نسبت درست‌نمایی (LR[5]) نیز آماره این آزمون نشان می دهد که تغییرات توضیح داده شده توسط این مدل در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است.

با توجه به جدول ۴، متغیرهای سطح تحصیلات و شرکت در کلاس ترویجی، هر دو در سطح ۱ درصد در تمایل کشاورزان برای پذیرش بذر گواهی‌شده تاثیرگذار است. علامت مثبت قابل انتظار ضریب برآورد شده‌ی متغیر تحصیلات کشاورز بیان‌گر این است هم‌گام با افزایش تحصیلات کشاورز، احتمال تمایل به استفاده از بذر گواهی شده افزایش می‌یابد. این یافته، همراستا با نتایج محققینی مانند بولت و همکاران (Bulte *et al.*, 2020)، ماریانو و همکاران (Mariano *et al.*, 2012)، اوکِلو همکاران (Okello et al., 2017) و اوبیانِفو و همکاران (Obianefo *et al.*, 2021) است. البته اوبیانِفو و همکاران (Obianefo *et al.*, 2021) در رابطه با اثر مستقیم تحصیلات با پذیرش بذر اصلاح‌شده تردید داشتند. زیرا معتقد بودند کشاورزان با تحصیلات بالاتر معمولاً وضعیت مالی بهتری دارند و امکان سرمایه‌گذاری بیش‌تری در نهاده‌ها دارند و بنابراین ممکن است علت اصلی همبستگی میان تحصیلات و پذیرش فناوری‌ها، توان مالی بالاتر باشد. از سوی دیگر، خیری صنمی و همکاران (Kheiri Sanami *et al.*, 2020) رابطه‌ای منفی میان تحصیلات و پذیرش بذر گواهی‌شده به‌دست آوردند. ایشان خودگشن بودن گندم را از دلایل کاهش انگیزه برای استفاده بذرهای گواهی‌شده نام بردند. زیرا افراد تحصیل‌کرده بهتر از دیگران می‌توانند دستورالعمل‌های تولید بذر را اجرایی کرده و با توجه به خودگشن‌بودن گندم، این تصور برای آن‌ها ایجاد شود که بدون پرداخت هزینه اضافه برای بذر گواهی‌شده، می‌توانند بذرهایی با کیفیت مناسب را تهیه کنند.

[1] Jarque-Bera
[2] Lagrange Multiplier
[3] Hosmer-Lemeshow
[4] Andrews test
[5] Likelihood-ratio test

جدول ۴- نتایج برآورد مدل لاجیت برای عوامل مؤثر پذیرش بذر گواهی‌شده توسط کشاورز

Table 4. The results of logit model estimation for the effective factors of acceptance of certified seed by the farmer

عوامل	Factors	خطای معیار Standard error	ضریب Coefficient	اثر نهایی Final effect	کشش کلی وزنی Overall weight elasticity
عرض از مبدأ	Y - intercept	0.381	-2.937**		
سطح تحصیلات	Level of education	0.001	0.0381**	4.080	0.459
تجربه کشاورز	Farmer experience	0.033	-0.37	-0.008	-0.001
شرکت در کلاس‌های ترویجی	Participation in promotional classes	0.046	0.761**	2.367	0.070
درآمد کشاورز (میلیون ریال)	Farmer income (million Rials)	0.008	0.005	0.019	0.016
شغل اصلی کشاورز	The main job of farmer	0.032	0.006	0.009	0.011
سن	age	0.14	-0.092	-0.087	-0.045
اندازه زمین	Field size	0.038	0.052	0.058	0.098
آزمون LM LM test	آزمون جارک-برا Jarque-Bera Test	آزمون آندریوز Andrews test	آزمون LR Likelihood-ratio test	آزمون هاسمر لمشو Hosmer–Lemeshow test	ضریب تعیین مک فادن R^2 McFadden
1.639(0.373)	0.923(0.164)	2.892(0.858)	613.814(0.000)	2.634(0.751)	0.261

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد

* and ** are significant at the level of 5 and 1 percent, respectively

با توجه به کشش وزنی متغیر تجربه کشاورز، با ثابت بودن دیگر شرایط، یک درصد افزایش در سال‌های تحصیل کشاورز، احتمال تمایل به استفاده از بذر گواهی‌شده را به‌اندازه ۰/۴۵۹ درصد افزایش می‌دهد. همچنین با توجه به اثر نهایی این متغیر، افزایش یک سال در تحصیلات کشاورز، احتمال تمایل به استفاده از بذر گواهی‌شده را ۴/۰۸ درصد افزایش خواهد داد.

با توجه به جدول هم‌گام با افزایش شرکت در کلاس‌های ترویجی، میزان تمایل به استفاده از بذر گواهی‌شده افزایش می‌یابد. با توجه به اثر نهایی این متغیر، افزایش یک واحدی شرکت در کلاس‌های ترویجی، احتمال تمایل به استفاده از بذر گواهی‌شده را ۲/۳۶۷ درصد افزایش خواهد داد.

با توجه به اتفاق نظر محققین در رابطه با اثر شرکت در کلاس‌های ترویجی، چه بر روی استقبال کشاورزان از بذرهای گواهی‌شده و دیگر نوآوری‌های فناوری، و چه اثر آن بر روی عملکرد محصول و کارایی کشاورزان، از تکرار نام پژوهشگران خودداری می‌شود. بنابراین، این مطالعه نیز بر اثر مثبت شرکت در دوره‌های ترویجی صحه گذاشته شده است، با این تفاوت که به چگونگی و میزان اثرگذاری این متغیر بر گرایش کشاورزان به کاربرد بذر گواهی‌شده نیز اشاره‌ای شده است.

نتیجه‌گیری

امروزه به علت افزایش جمعیت، مسئله امنیت غذایی در سطح جهان ابعاد تازه‌ای به خود گرفته است. یکی از ارکان اصلی دستیابی به پتانسیل منابع موجود برای تأمین غذا، دسترسی به بذر با کیفیت مطلوب است. از این رو ایجاد سازوکارهای اصلاح و گواهی بذر، از مسائل مهم کشورها است. یکی از راه‌های بررسی اثرگذاری فناوری‌ها و رویکردهای مختلف از جمله بذر گواهی‌شده، تحلیل کارایی است. تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با انواع کارایی صورت گرفته و پیشرفت‌های زیادی هم در این زمینه حاصل شده است. یکی از پیشرفت‌های اخیر در ارتباط با محاسبه کارایی فنی، استفاده از تابع مرزی پوششی است که براساس آن بنگاه‌های موجود در یک صنعت بر حسب نوع فناوری به گروه‌های جداگانه تقسیم شده و به‌عبارت دیگر، فرض همسان بودن فناوری برای همه بنگاه‌ها کنار گذاشته می شود. در این مطالعه با استفاده از تابع مرزی پوششی، نسبت شکاف تکنولوژیکی بذر گواهی‌شده برنج رقم هاشمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت برآورد کارایی فنی نسبت به مرز گروهی، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد و برای برآورد نسبت شکاف فناوری از روش فرامرزی استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد

که استفاده از تابع مرزی تصادفی پوششی می‌تواند تاثیر زیادی بر محاسبات کارایی فنی بگذارد. از این‌رو در مطالعه حاضر، با تخمین تابع تولید مرزی گروهی، کارایی فنی استفاده یا عدم استفاده از بذر گواهی‌شده در تولید محصول برنج مشخص گردید. این یافته می‌تواند تعیین نماید که در صورت پر شدن شکاف بین کشاورزان یک گروه با کاراترین تولیدکننده همان گروه، تا چه اندازه می‌توان بدون تغییر سطح فناوری و افزایش مصرف نهاده‌ها، تولید را افزایش داد. نتایج تخمین تابع تولید مرزی نشان داد که امکان افزایش تولید در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده کرده‌اند به طور متوسط ۱۲ درصد و در گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند ۱۸ درصد می‌باشد. از جمله راهکارهای عملی برای پر کردن این شکاف (بین تولیدکننده‌گان یک گروه با کاراترین تولیدکننده همان گروه)، بررسی‌های دقیق و الگوگیری از رفتار شالیکاران کارا در زمینه مشاوره از متخصصان کشاورزی، استفاده بهینه و اقتصادی از نهاده‌های تولید و تعمیم نتایج حاصل در قالب یک برنامه ترویجی مناسب -با عنایت به اینکه نتایج مدل لاجیت نشان داد که با افزایش شرکت در کلاس‌های ترویجی میزان تمایل به استفاده از بذر گواهی‌شده افزایش می‌یابد- به سایر تولیدکنندگان می‌باشد. بر حسب بررسی‌های انجام شده، مطالعه حاضر اولین مطالعه برای بررسی نسبت شکاف فناوری بذرهای گواهی‌شده می‌باشد و از آنجایی که کارایی فنی به‌دست آمده از تخمین تابع تولید مرزی گروهی غیر قابل مقایسه می‌باشد، در این تحقیق از مفهوم تابع تولید فرامرزی برای تخمین نسبت شکاف فناوری استفاده از بذرهای گواهی‌شده بهره گرفته شد. نتایج حاصل از مقایسه نسبت شکاف فناوری گویای این است که اگر اختلاف بین سطح تکنولوژی گروه‌ها با سطح تکنولوژی برتر برطرف شود، بدون تغییر در مصرف نهاده‌ها تا چه اندازه می‌توان تولید را افزایش داد. از آن‌جایی که، گروهی که از بذر گواهی شده استفاده کرده‌اند دارای نسبت شکاف فناوری (۹۳ درصد) بالاتری در مقایسه با گروهی که از بذر گواهی‌شده استفاده نکرده‌اند (۸۸ درصدی) می‌باشند، این امر نقطه امید بخشی برای سیاست‌گذاران بخش کشاورزی است که با ترویج استفاده از بذر گواهی‌شده و تمهیدات لازم جهت تشویق کشاورزان در استفاده از بذر گواهی‌شده بتوان سطح تولید را ارتقا بخشید.

در راستای گسترش کاربرد بذر گواهی‌شده و دیگر فناوری‌های مؤثر در بخش کشاورزی پیشنهاد می‌شود که اهمیت بیش‌تری به کلاس‌های ترویجی داده شود. در صورتی که کشاورز بتواند به‌صورت ملموس‌تری تفاوت میان هزینه‌ها و مزایای دو روش را مقایسه کند، انگیزه کافی برای تغییر رویکردهای قبلی خود خواهد داشت.

همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابهی برای بررسی اثرگذاری انواع بذرهای دیگر محصولات کشور انجام شود تا اطلاعات دقیق‌تری برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در راستای ارتقاء کیفی و گسترش کاربرد بذرهای اصلاح‌شده فرآهم شود.

منابع

Addison, M., Anyomi, B.K., Acheampong, P.P., Wongnaa, C.A. and Amaning, T.K. 2023. Key drivers of adoption intensity of selected improved rice technologies in rural Ghana. Scientific African, 19:e01544. **(Journal)**

Ali, I., Huo, X., Khan, I., Ali, H., Baz, Kh. and Khan, S. 2019. Technical efficiency of hybrid maize growers: A stochastic frontier model approach. Journal of Integrative Agriculture, 18(10):2408–2421. **(Journal)**

Amidi, A. 1999. Sampling theory and its applications. University Publishing, 1:86-74. (In Persian)**(Book)**

Ayinde, O.E., Adewumi, M.O. and Ojehomon, V.E. 2009. Determinants of technical efficiency and varietal-gap of rice production in Nigeria: A meta-frontier model approach. International Association of Agricultural Economists Conference. August 16-22, 2009, Beijing, China. **(Conference)**

Bulte, E., Cecchi, F., Lensink, R., Marr, A. and Van Asseldonk, M. 2020. Does bundling crop insurance with certified seeds crowd-in investments? Experimental evidence from Kenya. Journal of Economic Behavior and Organization, 180:744-757. **(Journal)**

Charnes A., Cooper W.W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 6: 429- 444. **(Journal)**

Esfanjari Kenari R., Ahmadpour Borazjani M., Kaikha A.A., Ziaei, S. and Salarpour M. 2020. Determination of Technical Efficiency and Optimum Size of Rice Farms in Mazandaran Province (Case study: Fereydunkenar County). International Journal of Agricultural Management and Development, 10(3): 257-265. **(Journal)**

Esfanjari Kenari, R., Hashemi Chafchiri, S. S. and Menhaj, M.H. 2022. Estimation of the technological gap ratio of different rice varieties in Guilan province. Agricultural Economics Research. 14(1): 157-169. (In Persian)**(Journal)**

Esmailifar, A. 2014. The future food security of the world depends on quality seeds. Monthly economic trend. 63: 40-41. (In Persian)**(Journal)**

Hamidi, A. and Mobser, S. 2005. Technical instructions for the control and certification of cotton seed. Seed and Plant Certification and Registration Institute, Ministry of Agriculture Jihad. (In Persian) **(Journal)**

Hosseini Chaleshtari, M., Hasanjani, H., Mohammadi, S., Adibi, Sh., Jahansaz, H., Dolatabadian, A., Kazemi Taklimi, D. and Bakhshipour, S. 2017. Investigating the effect of using certified seeds on the yield of the local Hashemi rice variety. The fourth national conference of Iranian seed science and technology. (In Persian)**(Conference)**

Hosseini Chaleshtari, M., Allahqolipour, M., Ebadi, A.A. and Khazai, L. 2019. The necessity of using certified seeds in rice cultivation. Shalizar Promotional Journal, 1: 7-12. (In Persian)**(Journal)**

Jani, S. 2017. Analyzing Market Structure Influence on Technology Gap in Iranian manufactures. Quarterly Journal of Economic Research and Policies. 23 (76):7-32. (In Persian)**(Journal)**

Kheiri Sanami, F., Agahi, H., Alibaygi, A.H., Rostami Ghobadi, F. and Haghparast, R. 2020. Measurement of effective factors on adoption of certified rainfed wheat seed in Kermanshah province. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 8(2), 241-255. (In Persian)**(Journal)**

Le, C.B.T., Le, C.D. and Umetsu, C. 2021. "One must do, five reductions" technical practice and the economic performance of rice smallholders in the Vietnamese Mekong delta. Sustainable Production and Consumption, 28:1040-1049. **(Journal)**

Mariano, M.J., Villano, R. and Fleming, E. 2012. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. Agricultural systems, 110: 41-53. **(Journal)**

Ministry of Agriculture Jihad, Information and Communication Technology Center. 2022. Report on the area, production and yield of crops in the agricultural year 2020-2021. Retrieved Aug. 3, 2022. (In Persian)**(Project Report)**

O'donnell C.J., Rao D. and Battese G. 2008. Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratio. Journal of Empirical Economics, 2: 231-255. **(Journal)**

Okello, J.J., Zhou, Y., Kwikiriza, N., Ogutu, S., Barker, I., Schulte-Geldermann, E., Atieno, E. and Ahmed, J.T. 2017. Productivity and food security effects of using of certified seed potato: the case of Kenya's potato farmers. Agriculture and Food Security, 6:1-9. **(Journal)**

Panupong, D. and Wongchai, Al, Kramol, P. and Jatuporn, Ch. 2018. Efficiency differences on rice production between Thailand and Vietnam using Meta-frontier. International Journal of Management and Business Research, 8 (1):22-33. **(Journal)**

Rezvani, E., Rahmani, M. and Soltani, R. 2009. Technical instructions for the control and certification of corn hybrid seeds. Seed and Plant Certification and Registration Institute, Ministry of Agriculture Jihad. (In Persian)**(Journal)**

Sanogo, K., Touré, I., Arinloye, D.D.A., Dossou-Yovo, E.R. and Bayala, J. 2023. Factors affecting the adoption of climate-smart agriculture technologies in rice farming systems in Mali, West Africa. Smart Agricultural Technology, 5:100283. **(Journal)**

Shahbazi, H. and Samdeliri, A. 2017. Assessment of Rice Production Total Factor Productivity in several Province: Application of Separable Stochastic Frontier Function. Journal of Agricultural Economics and Development, 30(3):207-217. (In Persian)**(Journal)**

Tanrivermiş, H. and Akdoğan, I. 2007. The use of certified seeds of improved wheat varieties in farms and the contributions of certified seed usage to enterprise economies: the case of Ankara province in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(24):4339-4353. **(Journal)**

Thibbotuwawa, M., Mugera, A. and White, Ben. 2013, Production Efficiency and Technology Gap in Irrigated and Rain-fed Rice Farming Systems in Sri Lanka: Non Parametric Approach, 57th Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society. February 5-8, Sydney, Australia. **(Conference).**

Tu, V.H., Kopp, S.W., Trang, N.T., Hong, N.B. and Yabe, M. 2021. Land accumulation: An option for improving technical and environmental efficiencies of rice production in the Vietnamese Mekong Delta. Land Use Policy, 108:105678. **(Journal)**

Wongchai A., Liu, W.B. and Peng K.C. 2012. DEA metafrontier analysis on technical efficiency differences of national universities in Thailand. International Journal on New Trends in Education and their Implications, 3:3-12. **(Journal)**

Zozimo, T.M., Kawube, G. and Kalule, S. W. 2023. The role of development interventions in enhancing technical efficiency of sunflower producers. Journal of Agriculture and Food Research, 14:100707. **(Journal)**

Assessment of the technological gap ratio for certified seed of Hashemi rice variety

Reza Esfanjari Kenari[1], Mahdi Khani[2*], Seyed Hosein Payman[3]

Received: February 24, 2024 Accepted: March 29, 2024

Abstract

Seed is one of the most important agricultural inputs, which plays a key role in achieving optimal yield and quality of the product. Ever since mankind realized the role of the suitable seed in economic profit and food security, it has always made breeding efforts to provide cultivars with desired genetic characteristics. For the maximum effectiveness of other production inputs such as water, fertilizer and pesticides, access and use of new high-yielding and compatible cultivars is a necessity. In the present study, using the metafrontier frontier function, the technological gap ratio of certified seed of Hashemi rice variety was analyzed. The information of 531 farmers was used for the research. This information was obtained in 2018 using the cluster sampling method according to the size of the population. In this study, data envelopment analysis (DEA) model was used to estimate the technical efficiency relative to the group frontier, and the metafrontier method was used to estimate the technological gap ratio (TGR). The results of the frontier production function estimation showed that the technical efficiency for farmers who used certified seeds is 0.88 and for farmers who did not use certified seeds is 0.82. It means that these producers with a certain amount of inputs averagely produce about 88 percent and 82 percent of product respectively, which using the available input and the type of seed could be produced. The technical efficiency compared to the metafrontier production function was 0.82 in the group that used the certified seeds and 0.72 in the group that did not use this type of seed. The technological gap ratio for the above two groups was 0.93 and 0.86 respectively. In other words, farmers who used certified seeds had better technical performance and had a higher technological gap ratio. This is a promising point for policymakers in the agricultural sector that by promoting the use of certified seeds and taking necessary measures to encourage farmers to use this type of seed, the level of production can be improved.

Keywords: Certified seeds; Data envelopment analysis; Metafrontier function; Technical efficiency

How to cite this article
Esfanjari Kenari, R., Khani, M. and Payman, S.H. 2024. Assessment of the technological gap ratio for certified seed of Hashemi rice variety. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(4): 63-78. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.7684

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. mahdikhani@guilan.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. mahdikhani@guilan.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. payman@guilan.ac.ir
*Corresponding author: mahdikhani@guilan.ac.ir