مقایسه کشت مستقیم برنج تحت آبیاری قطره‌ای با کشت مرسوم از نظر مصرف آب و عملکرد

علیرضا کیانی[1*]، علیرضا الازمنی[2]، محمدتقی فیض‌بخش[3]

۱- استاد پژوهش، ۲- کارشناس، ۳- دانشیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

* نویسنده مسئول: akiani71@yahoo.com

چکیده

سطح زیرکشت برنج به‌روش سنتی در استان‌هایی که از نظر اقلیمی و پایداری مزیتی ندارند به‌دلیل کسب درآمد بیشتر، در حال افزایش است. برای تعدیل شرایط یاد شده، کشت مستقیم برنج به‌جای کشت سنتی نشایی پیشنهاد شده است. کشت آسان‌تر، صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، کاهش تخریب خاک، افزایش عملکرد گیاه بعد از برنج، امکان استفاده از کشاورزی حفاظتی و حفظ محیط زیست و پایداری از مهم‌ترین مزایای کشت مستقیم برنج است. کشت مستقیم برنج با روش آبیاری قطره‌ای در مقایسه با کشت مرسوم نشایی مصرف آب را به‌طور قابل قبولی کاهش می‌دهد ولی هم‌زمان عملکرد نیز کاهش می‌یابد. عمده‌ترین دلایل کاهش عملکرد در روش مستقیم که معمولا به‌صورت کشت دوم انجام می‌شود را می‌توان تاخیر در کاشت، نبود رقم مناسب، روش تغذیه و عدم توانایی در کنترل علف‌های هرز برشمرد. نتایج حاصل از پروژه‌های تحقیقاتی جهت مقایسه سه شیوه کشت برنج شامل: مرسوم نشایی، مستقیم نشاء و مستقیم بذر در بستر غیرگلخراب نشان داد که مقدار مصرف آب در سه شیوه اشاره شده به‌ترتیب ۱۳۸۳۰، ۸۳۰۰ و ۸٤٤۰ متر مکعب در هکتار بود و عملکرد متناظر ۸۰۹٤، ۳٦٤٥ و ٦۳۷٦ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. روش کشت مستقیم با آبیاری قطره‌ای به‌جای روش سنتی برنج به‌دلیل کاهش مقدار آب و افزایش بهره‌وری، پیشنهاد می‌شود. برای فراگیر کردن این شیوه، انتخاب رقم با دوره رشد کوتاه، تاریخ مناسب کاشت و تغذیه مناسب برای کاهش اختلاف عملکرد ضروری است.

واژگان کلیدی: آبیاری قطره‌ای، برنج، بستر غیرگلخراب، کشت مستقیم

بیان مساله

برنج اگرچه یکی از گیاهان با ارزش غذایی بالا است، به‌طوری‌که ٤۰ درصد کالری مورد نیاز جهان و ٦۷ درصد کالری مورد نیاز قاره آسیا را تامین می‌کند، ولی در روش غرقابی از نظر مصرف آب در مقایسه با سایر گیاهان آب بیشتری مصرف می‌کند. بنابراین در کشوری که از نظر منابع آبی به لحاظ فیزیکی با کمبود مواجه است، نیاز به تدوین راهبردی است که در الگوی کشت آن تمهیدات لازم درخصوص بهره‌وری بهینه از منابع آبی در نظرگرفته شود. اگرچه توسعه کشت برنج در استان گلستان بر مبنای منابع آب‌های جاری در نسق‌ها سیاست‌گذاری شده است، ولی درعمل کشاورزان به‌دلایل مختلف مبادرت به کشت برنج با استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی می‌نمایند. در ایران نیز بعد از گندم مهم‌ترین نقش را در تغذیه مردم دارد به‌طوری که مصرف سرانه برنج در کشور حدود ۳۵ کیلوگرم است. این بدان معنی است که کشور حدود ۳/۲ میلیون تن برنج نیاز دارد (بی‌نام، ۱٤۰۲). با توجه به وضعیت بحرانی آب در کشور، در اسناد بالادستی مانند سند دانش‌بنیان امنیت غذایی، مصرف آب در بخش کشاورزی از حدود ۷۵ میلیارد متر مکعب فعلی، می‌بایست به ۵۱ میلیارد متر مکعب در سال ۱٤۱۱ کاهش یابد. از آن‌جا که برنج یکی از شش گیاه با نیاز آبی بالا در کشور است (عباسی و دیگران، ۱٤۰۲) یکی از اولویت‌ها، کاهش مصرف آب در اراضی شالیزاری است. روش آبیاری برنج در کشور عمدتا غرقابی است که از نظر مصرف آب در مقایسه با سایر گیاهان آب بیشتری مصرف می‌کند و روش کشت نیز نشایی همراه با گلخرابی است که در برخی موارد منجر به تخریب خاک (تری‌پاتی، ۲۰۰۵) و

محیط زیست (والر و دیگران، ۲۰۱٦) خواهد شد. با توجه به شرایط توصیف شده، راهبرد متولی بخش کشاورزی با هدف حفظ منابع پایه آب و خاک، محدودسازی توسعه کشت برنج (بویژه از منابع آب‌های زیرزمینی) برای کشور به جز دو استان گیلان و مازندران است. اما مشاهدات نشان می‌دهد در عمل کشاورزان به‌دلایل مختلف مبادرت به کشت برنج با استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی می‌نمایند. برنامه‌های بخش کشاورزی برای تعدیل کشت برنج در سال‌های اخیر نه‌تنها کارساز نبوده، بلکه به‌دلیل صرفه‌ی اقتصادی و با وجود مخالفت دستگاه‌های متولی روند افزایشی نیز داشته است. ادامه این روند، تهدید جدی منابع پایه و تخریب شدید زیست‌بوم مناطق مورد اشاره خواهد بود. برای برون رفت از این شرایط علاوه بر راهکارهای درازمدتی مانند کاهش سرانه مصرف برنج در سبد غذایی مردم و معرفی کشت جایگزین به‌طوری که هم‌تراز و یا نزدیک برنج درآمد ایجاد کند و آب کمتری مصرف شود، هم‌زمان می‌توان راهبرد اصلاح و تغییر شیوه کشت و آبیاری برنج را به‌عنوان راهکارهای کوتاه‌مدت برنامه‌ریزی کرد. کشت سنتی برنج با گلخرابی و غرقاب دایم مزرعه برای گیاه برنج ضرورت محسوب نمی‌شود. این شیوه علاوه بر مصرف بیش از حد آب و تشدید افت سفره‌های آب زیرزمینی، موجب تخریب خاک، کاهش عملکرد گیاهان بعد از آن، عدم امکان اجرای کشاورزی حفاظتی، تلفات مصرف کود و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود که همگی در راستای تشدید ناپایداری منابع آب و خاک محسوب می‌شوند. برای پاسخ به این مسایل شیوه کشت مستقیم در بستر غیرگلخراب و استفاده از روش‌های آبیاری نوین مانند قطره‌ای و بارانی به‌جای روش سنتی کشت برنج کمک بسیار قابل توجه‌ای برای حفظ و پایداری منابع آب و خاک خواهد کرد.

معرفی دستاورد

تنظیم برنامه اجرایی

تحقیقات پژوهشی انجام شده در رابطه با مقایسه شیوه‌های کشت نشایی و مستقیم برنج همراه با شیوه‌های مختلف آبیاری روی رقم فجر (با دوره رشد از بذر تا بذر حدود ۱۳۰ روز) نشان داده است که اگرچه مقدار آب مصرفی برنج در کشت مستقیم در بستر غیرگلخراب با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (چه به‌صورت نشاء چه به‌صورت بذر) نسبت به کشت نشایی سنتی در حدود ٤٠ تا ٤٨ درصد کاهش داشت، ولی عملکرد برنج نیز در حدود ٢٤ تا ٤٥ درصد کاهش یافت (کیانی و یزدانی، ١٤٠٠؛ کیانی و دیگران، ١٤٠٠). یکی از دلایل کاهش عملکرد برنج در شیوه کشت مستقیم برنج، طولانی بودن دوره رشد این رقم و تطابق مرحله دانه بستن با سرمای انتهای فصل گزارش شد. بر این اساس یک آزمایش مزرعه‌ای به صورت ترویجی روی رقم تیسا (با دوره رشد از بذر تا بذر حدود ۱۰۵ روز) در سال ١٤٠٢ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان اجرا شد. در این پروژه سه تیمار مرسوم نشایی (تیمار ۱)، کشت مستقیم نشاء در بستر غیرگلخراب (تیمار ۲) و کشت مستقیم بذر (تیمار ۳) در سه کرت مجزا بدون تکرار مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۱ و ۲). آبیاری در تیمار سنتی به‌روش غرقاب دایم و در دو تیمار دیگر به‌روش قطره‌ای نواری (تیپ) انجام شد. اطلاعات کلی تیمارها در جدول ۱ خلاصه شده است. فواصل لوله‌های آبیاری تیپ ۵۰ سانتی‌متر، فواصل روزنه‌ها ۳۰ سانتی‌متر، دبی خروجی حدود یک تا دو لیتر در ساعت در فشار ۰/۸ تا یک اتمسفر بود. میزان آب ورودی به کرت¬ها در طی فصل به‌وسیله شماره‌گیر آب (کنتور) اندازه‌گیری شد (شکل ۳). آب مورد نیاز آبیاری برای تیمارهای آبیاری قطره‌ای براساس داده‌های تشت تبخیر که به صورت روزانه با استفاده از تشت نصب شده در مزرعه برداشت می‌شد، برآورد و به صورت یک تا دو روز در میان اعمال شد.

شکل ۱- نمایی از کشت برنج با شیوه سنتی نشایی، ایستگاه عراقی محله گرگان، ۱۴۰۲ (اصلی)

شکل ۲- نمایی از کشت مستقیم برنج به‌صورت بذر (راست) و به‌صورت نشاء (چپ)، ایستگاه عراقی محله گرگان، ۱۴۰۲ (اصلی)

جدول ۱- خلاصه وضعیت تیمارهای آزمایشی برنج رقم تیسا سال ۱۴۰۲

تیمارها	نوع کشت	روش آبیاری	شیوه کاشت	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
سنتی	گلخرابی شده	غرقابی مداوم	دستی	۱۴۰۲/۰۴/۰۵	۱۴۰۲/۰۶/۲۸
نشاء مستقیم	بدون گلخرابی	قطره‌ای نواری (تیپ)	دستی	۱۴۰۲/۰۴/۰۴	۱۴۰۲/۰۷/۰۱
بذری	بدون گلخرابی	قطره‌ای نواری (تیپ)	ردیف‌کار	۱۴۰۲/۰۴/۰۱	۱۴۰۲/۰۷/۱۵

ابعاد کرت در تیمار یک، برابر ۳۴/۳ متر در ۱۸/۵ متر (۶۳۵ متر مربع)، در تیمار دو، برابر ۳۷/۹ متر در ۱۰/۵ متر (۳۹۸ متر مربع) و در تیمار سه، برابر ۳۷/۹ در ۲۲/۴ متر (۸۵۰ متر مربع) در نظر گرفته شدند. پس از آماده شدن زمین در کرت‌های نشایی سنتی و نشاء مستقیم در زمین غیرگلخراب با استفاده از نشاء حدود ۲۵ روزه که در خزانه آماده شده بود، نشاءها به‌فواصل ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر به‌صورت کپه‌ای و در هر کپه پنج بوته با دست در مزرعه اصلی کاشته شدند. برای استقرار مناسب نشاءها در تیمار ۲، ابتدا زمین در حد اشباع آبیاری شد و سپس کشت با دست انجام شد. در تیمار ۳، بذر برنج بر مبنای ۶۰ کیلوگرم در هکتار و به‌وسیله ردیف‌کار کاشته شد. عناصر غذایی شامل سولفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم قبل از گلخرابی برای تیمار ۱ و در زمان کاشت دو تیمار دیگر به خاک اضافه شد. اولین تیمار کودی به‌صورت آبیاری با استفاده از کود زیستی ازتو

بارور۱، کود زیستی فسفاته بارور۲ و کود زیستی پتابارور بر اساس مقدار توصیه شده صورت گرفت. برای کشت مستقیم در مرحله پنجه‌زنی جهت مبارزه با علف‌های هرز از سموم نومینی و بنتازون با توجه به مقدار توصیه شده به‌کار گرفته شد. اولین تیمار کودی به‌صورت تزریق در سیستم آبیاری با استفاده از کود زیستی ازتو بارور۱ ، کود زیستی فسفاته بارور۲ و کود زیستی پتابارور بر اساس مقدار توصیه انجام شد. در تیمار ۳، اولین مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از سموم پندی‌متالین و لنداکس با مقدار دز توصیه شده قبل از سبز شدن بذور برنج در سطح خاک انجام گرفت. برای هر دو تیمار کشت مستقیم در مرحله پنجه‌زنی برای مبارزه با علف‌های هرز از سموم نومینی و بنتازون استفاده شد.

شکل۳- نمایی از نحوه کنترل آب ورودی به تیمارهای مستقیم بذر و نشاء با استفاده از سامانه آبیاری تیپ (اصلی)

بررسی تغییرات آب و هوایی

به طور کلی میانگین دما در تابستان بر اساس اعلام اداره کل هواشناسی استان گلستان برای شهرستان آق‌قلا (نزدیک محل آزمایش) برابر ۲۹/۷ درجه سلسیوس و میانگین دما در طولانی‌مدت برای همین بازه زمانی برابر ۲۸/۵ درجه سلسیوس بود. به عبارت دیگر در سال جاری میانگین دما در فصل تابستان (دوره اصلی رشد برنج) ۱/۲ درجه سلسیوس معادل چهار درصد نسبت به میانگین طولانی‌مدت افزایش داشت. به‌طوری‌که برنج در پنج تا نه روز اولیه و سپس ۱۳ تا ۲۰ روز بعد از کاشت، دمای روزانه بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس را تجربه کرده است. این شرایط همچنین بعد از شروع ماه دوم کشت تا حدود ۷۸ روز بعد از کاشت تقریبا حاکم بوده است. بررسی تغییرات تبخیر روزانه در فصل رشد گیاه برنج نشان می‌دهد که تبخیر روزانه بالای ۱۰ میلی‌متر که در استان سابقه کمی دارد، در سال جاری اتفاق افتاده است. کل بارش در تابستان سال جاری و در منطقه مورد آزمایش برابر ۱۳/٦ میلی‌متر ثبت شده است. گزارش شده است که هر گاه برنج در دوره گرده‌افشانی به‌مدت کوتاه (حدود یک ساعت) درجه حرارت بالای ۳۵ درجه سلسیوس را تجربه کند، عملکرد دانه و کیفیت آن به‌طور قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد (یی و دیگران، ۲۰۱۵). تاشیرو و واردلا (۱۹۹۱) مناسب‌ترین محدوده دمایی در دوره پرشدن دانه برنج را در حدود ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس و در مرحله پنجه‌زنی را در حدود ۲۸ درجه سلسیوس گزارش کردند.

عملکرد و بهره‌وری آب

خلاصه مقادیر عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب برنج در سه کرت مورد بررسی در جدول ۲ جهت مقایسه ارایه شده است. در روش سنتی نشایی از مجموع آب مصرفی یعنی ۱۳۸۳۰ متر مکعب در هکتار، حدود ۱۵۵٦ متر مکعب در هکتار (۱۱

درصد) مربوط به آب مصرفی برای مرحله گلخرابی بود. بررسی میدانی کیانی و رزاقی (۱۳۹۹) در اراضی شالیکاری استان گلستان نشان داده است که حجم آب کاربردی در روش سنتی کشت برنج از ۸۵۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر مکعب بسته به مدیریت زارع، رقم و طول دوره رشد، نحوه آماده‌سازی بستر گلخراب در نوسان است. در هر دو روش کشت مستقیم عملکردها کاهش یافته است. به‌طوری‌که در روش نشاء در زمین غیرگلخراب با کاهش ۴۰ درصد در مصرف آب، عملکرد در حدود ۵۵ درصد و در روش مستقیم بذر با کاهش ۳۹ درصد در آب ورودی، عملکرد در حدود ۲۱ درصد کاهش یافت. بنابراین کشت مستقیم برنج به‌صورت بذری نتیجه بهتری نسبت به تیمار کشت مستقیم نشاء در بستر غیرگلخراب داشت. نتایج نشان داد که بالاترین بهره‌وری آب یعنی ۰/۷۶ کیلوگرم در هر متر مکعب آب مربوط به تیمار کشت مستقیم بذر می‌باشد.

جدول ۲- مقادیر آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب شلتوک برنج در تیمارهای مختلف

تیمار	آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	درصد تغییرات نسبت به سنتی		
				مصرف آب	عملکرد	بهره‌وری آب
سنتی نشایی	۱۳۸۳۰	۸۰۹٤	۰/۵۸	-	-	-
مستقیم نشاء در زمین غیرگلخراب	۸۳۰۰	۳٦٤٥	۰/٤٤	-٤۰	-۵۵	-۲٤
مستقیم بذر در زمین غیرگلخراب	۸٤٤۲	٦۳۷٦	۰/۷٦	-۳۹	-۲۱	+۳۱

مطالعه قبلی (کیانی و دیگران، ۱٤۰۰) نشان داده بود که عملکرد و بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای در صورتی‌که برنج رقم فجر با شیوه نشاء مستقیم در بستر غیرگلخراب کاشته شود نسبت به کشت مستقیم بذر برتری دارد. اما در آزمایش حاضر نتیجه عکس حاصل شده است. یکی از دلایل اصلی کاهش معنی‌دار عملکرد و در نتیجه کاهش بهره‌وری آب در تیمار نشاء مستقیم برنج در بستر غیرگلخراب نسبت به کشت مستقیم بذر (خشکه‌کاری) هم‌زمان شدن دوران خوشه‌دهی (۵۰ تا ٦۰ روز پس از کاشت) با گرمای بی‌سابقه‌ی مردادماه در سال ۱٤۰۲ بود. خوشه‌های برنج در این بازه زمانی دمای بالاتر از ٤۰ درجه سلسیوس و متوسط شب و روز ۳۳ درجه را تجربه کرده بودند و بیشترین میزان تبخیر (بالای ۱۰ میلی‌متر در روز) هم در همین دوره زمانی اتفاق افتاد. به‌طوری‌که در اثر این گرما بیشتر خوشه‌های تیمار مورد نظر تلقیح نشده و به‌رنگ سفید در آمدند و دانه نبستند (شکل٤). همچنین تاخیر در کاشت (چهارم تیرماه) و دمای بالای ۳۰ درجه سلسیوس، شرایط استقرار ریشه‌های نشاء شده در خاک را کاهش داده است. اگرچه این شرایط برای کشت نشاء سنتی هم حاکم بود، ولی غرقاب بودن خاک شرایط دمای هوا را به نفع گیاه تعدیل کرد. اما در تیمار کشت مستقیم بذر، زمان شروع و دوران خوشه‌دهی (حدود ۷۵ تا ۹۳ روز پس از کاشت) درجه حرارت کاهش چشمگیری داشت. به‌طوری‌که بیشترین دما به‌ویژه در زمان خوشه‌دهی کامل به کمتر از ۳۰ درجه سلسیوس و متوسط دمای شب و روز هم به کمتر از ۲۵ درجه سلسیوس رسیده بود. روند تغییرات تبخیر هم نشان می‌دهد که دوران خوشه‌دهی در تیمار نشاء در بستر غیرگلخراب از حدود ۱۱ میلی‌متر در روز به حدود پنج میلی‌متر در روز در دوران خوشه‌دهی تیمار کشت مستقیم بذر کاهش یافته بود.

به‌طور کلی، مقایسه نتایج عملکرد برنج در سال ۱٤۰۲ روی رقم تیسا (با دوره رشد کوتاه‌تر) با سال‌های قبل (۹۸ و ۹۹) روی رقم فجر (با دوره رشد طولانی‌تر) نشان داده است که کشت مستقیم برنج با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای چه به صورت

شکل٤- نمایی از وضعیت سفید شدن خوشه‌های برنج در کرت نشاء مستقیم در زمین غیرگلخراب

نشاء در بستر غیرگلخراب و چه به صورت بذر در زمین خشک، مقدار آب مصرفی را به طور میانگین نسبت به کشت نشایی در حد قابل قبولی کاهش داده است. در نتایج مربوط به رقم فجر، عملکرد نشاء در بستر غیرگلخراب نسبت به روش بذری بیشتر ولی نتایج مربوط به رقم تیسا برعکس بود. در این مورد با توجه به اطلاعات کسب شده دلایل آنرا می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

- زمان کاشت برنج در طرح رقم فجر مناسب‌تر بود (در حدود ۲۰ خرداد). دمای هوا در خردادماه کمتر از تیرماه بود و در نتیجه شرایط برای تطابق ریشه با خاک بویژه برای کشت نشاء در بستر غیرگلخراب مناسب‌تر بود. این مورد یعنی گرایش ریشه نشاء و انطباق با خاک برای روش کشت مستقیم نسبت به روش سنتی به‌دلیل دمای بالای هوا در تابستان مشکلات بیشتری ایجاد می‌کند. به‌دلیل اینکه عامل غرقاب کردن مزرعه در روش سنتی افزایش درجه حرارت هوا را تعدیل می‌کند.
- از دلایل اصلی کاهش عملکرد تیمار کشت مستقیم بذری برنج در طرح مربوط به رقم فجر، طولانی‌تر بودن دوره رشد تیمار یاد شده نسبت به کشت مستقیم نشاء در داخل مزرعه اصلی و انطباق دوران دانه بستن با سرمای پاییزه بود.
- دلیل اصلی افزایش عملکرد برنج در کشت بذری رقم تیسا (سال ۱٤۰۲) نسبت به تیمار کشت مستقیم نشاء، عدم برخورد دوران خوشه‌دهی با گرمای بی‌سابقه مردادماه بود. سن تیمار مستقیم نشاء در بستر غیرگلخراب در حدود ۲۵ روز بیشتر از بذری بود و زودتر به خوشه رفته و بیشتر دوره خوشه‌دهی در مردادماه اتفاق افتاده است.

توصیه‌های ترویجی

۱- با توجه به شرایط اقلیمی استان گلستان و همچنین سطح قابل توجه کشت برنج، بهتر است برنامه آبیاری برنج از کشت سنتی با روش غرقابی به کشت مستقیم (خشکه‌کاری) با روش آبیاری قطره‌ای اصلاح شود. ذکر این نکته ضروری است که به‌جای شالی، کشت‌های گیاهان جایگزین و کم‌آب‌بر در الویت است.

۲- تا زمان معرفی رقم برای خشکه‌کاری، ارقام تیسا یا گیلانه به‌دلیل دوره رشد کوتاه و نتایج قابل قبول از گزینه‌های مناسب برای این شیوه کشت است.

۳- تا حد ممکن کشت مستقیم برنج بلافاصله بعد از کشت‌های پاییزه در حدود ۱۵ تا ۲۰ خردادماه انجام شود.

۴- پیشنهاد می‌شود در دو هفته اول بعد از کشت مستقیم برنج، برای ایجاد سبز یکنواخت، با استفاده از آبیاری روزانه، سطح خاک مرطوب نگه داشته شود.

۵- کاهش مصرف آب در شیوه خشکه‌کاری با استفاده از آبیاری قطره‌ای نسبت به شیوه سنتی، به‌طور متوسط در حدود ۴۰ درصد است. اما کاهش عملکرد در شیوه مستقیم (هم بذری و هم نشاء مستقیم) به رغم بهره‌وری بالاتر آب، ممکن است انگیزه لازم برای کشاورزان جهت پذیرش آن ایجاد نکند. در نتیجه دو راهکار پیشنهاد می‌شود:

الف) بررسی روش‌های مختلف افزایش عملکرد با هدف کاهش شکاف عملکرد بین روش سنتی و کشت مستقیم مانند برنامه‌های تغذیه، کنترل علف‌های هرز، انتخاب رقم مناسب

ب) دولت به‌طریقی با روش‌های ایجاد انگیزه اقتصادی برای جبران کاهش درآمد ناشی از کشت مستقیم برنج به‌جای کشت سنتی، در بین کشاورزان رغبت ایجاد کند تا این شیوه پیشنهادی فراگیرتر شود.

فهرست منابع

بی‌نام، ۱۴۰۲. خبرگزاری ایرنا به نقل از مجری طرح برنج کشور و مرکز آمار ایران. کد خبر ۸۵۳۴۲۱۳۲.

عباسی، ف.، ج. باغانی، م.ر. یزدانی، ا. حقایقی‌مقدم، م. اکبری، م. معیری، م.م. نخجوانی‌مقدم، ۱۴۰۲. تعیین آب مصرفی محصولات زراعی در کشور. گزارش پژوهش نهایی شماره ۶۳۲۸۸، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

کیانی، ع.ر. و رزاقی، م.ح. ۱۳۹۹. بررسی اثربخشی کشت مستقیم برنج بر عملکرد و بهره‌وری آب در شرایط شالی‌کاران استان گلستان، گزارش فنی مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی، به‌شماره ۵۸۹۳۸.

کیانی، ع.ر. و یزدانی، م.ر. ۱۴۰۰. بررسی روش‌های خشکه‌کاری و نشایی برنج بر مصرف آب در روش‌های مختلف آبیاری در استان گلستان. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی، به‌شماره ۶۰۲۷۵.

کیانی، ع. ر.، یزدانی، م.ر و فیض بخش م.ت. ۱۴۰۰. مقایسه روش‌های کشت مستقیم برنج و نشایی تحت روش‌های مختلف آبیاری. نشریه آب و خاک، جلد ۳۵، شماره ۶ صفحات: ۷۹۰-۷۷۹.

Tashiro, T., Wardlaw, I. 1991. The effect of high temperature on the accumulation of dry matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. Functional Plant Biology, 18:259-265.

Tripathi, R. P., Sharma, P., Singh, S. 2005. Tillage index: An approach to optimize tillage in rice-wheat system. Soil Tillage Research 80: 125–137.

Wang, Y., Handoko, J., Rimmington, G. 1992. Sensitivity of wheat growth to increased air temperature for different scenarios of ambient CO2 concentration and rainfall in Victoria, Australia-a simulation study. Climate Research. 2:131-149.

Weller, S., Janz, B., Jörg, L., Kraus, D., Racela, H. S., Wassmann, R. 2016. Greenhouse gas emissions and global warming potential of traditional and diversified tropical rice rotation systems. Global Change Biology 22: 432–448.

Ye, C., Tenorio, F. A., Argayoso, M.A., Laza, M. A., Koh, H. J., Redoña, E. D., Gregorio, G. B. 2015. Identifying and confirming quantitative trait loci associated with heat tolerance at flowering stage in different rice populations. BMC genetics, 16(1): 1-10.