استفاده از تکنیک خشکه کاری برنج به منظور ارتقاء کارایی مصرف آب و تولید علوفه

احمد رمضانی[1*]، مهرداد محلوجی[1]

۱- استادیاران بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

*. نویسنده مسئول: ramazaani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

رمضانی، ا. و محلوجی، م. ۱۴۰۰. استفاده از روش خشکه کاری برنج به‌منظور ارتقاء کارایی مصرف آب و تولید علوفه. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۲ (۱): ۱۰۳-۹۶.

به‌منظور بررسی امکان خشکه‌کاری برنج با استفاده از روش آبیاری تیپ، مطالعه‌ای در قالب آزمایش کرت‌های یک‌بار خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا شد. سه تیمار خشکه‌کاری برنج و کشت غرقابی مرسوم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش کشت خشکه‌کاری برنج نسبت به کشت غرقابی، عملکرد دانه و تولید علوفه خشک را کاهش می‌دهد. کشت غرقابی بیشترین آب مصرفی (۲۱۰۰۸ مترمکعب درهکتار)، عملکرد شلتوک (۴۷۰۹ کیلوگرم‌درهکتار)، تولید علوفه خشک (۵۴۱۵ کیلوگرم‌درهکتار) و عملکرد کل (۱۰۱۲۴ کیلوگرم‌درهکتار) را داشت. همچنین کشت غرقابی کمترین کارایی مصرف آب در تولید دانه (۰/۲۲۴ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب)، کارایی مصرف آب در تولید علوفه خشک (۰/۲۵۸ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب) و کارایی مصرف آب در کل تولید (۰/۴۸۲ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب) را داشت. از نظر اقتصادی، درآمد ناخالص در چهار رژیم آبیاری فوق به‌ترتیب ۳۹/۰۸۹، ۴۹/۰۹۶، ۵۴/۴۰۱ و ۶۶/۵۵۰ میلیون‌تومان به‌دست آمد. روش خشکه‌کاری با استفاده از آبیاری تیپ و میزان آب براساس ٪۱۲۰ تبخیر و تعرق تجمعی پس از آبیاری غرقابی بیشترین درآمد را داشت. این روش به‌سبب کارایی بالاتر مصرف آب، علوفه خشک، کل تولید و آب مصرفی کمتر (۸۶۵۸ مترمکعب نسبت به غرقابی)، قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری متناوب، صرفه‌جویی در مصرف آب، خشکه‌کاری برنج

مقدمه:

برنـــج، به‌عنوان ماده غذایی مهم در بیش از ۷۵ کشـــور جهان، یکی از منابع با اهمیت انرژی با مصرف سرانه ۳۸ تا ۴۰ کیلوگرم در ســـال، از جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی مردم ایران برخوردار اســـت (۱). در کشـــور، به‌جز اســـتان‌های شـــمالی، ۱۷ استان تولیدکننده برنج وجود دارد. تنها در اســـتان گیلان، سالانه بیش از یک میلیون‌تن کاه و کلش در اراضی شـــالیزاری استان پس از برداشت برنج وجود دارد (۳).

به‌طور کلی می‌توان روش‌های کشـــت برنج را به دو گروه کشت مســـتقیم [1](DSR) و نشاکاری [2](TPR) تقســـیم کرد. در روش نشـــاکاری، ابتدا برنج خزانه‌گیری می‌شـــود و ســـپس نشاها به زمینی که به‌روش گلخرابی آماده شده، منتقل می‌گردند. در این روش، آماده‌ســـازی زمین شامل آبیاری و انجام شخم و گلخرابی توسط روتیواتور در خاک اشـــباع انجام می‌شود و مزرعه از ابتدا تا انتهای دوره رشـــد به‌طور غرقاب است (۸). خشکه‌کاری برنج، عبارت اســـت از کشت مستقیم بذر (شلتوک) در بستر خشک و غیرغرقـــاب، بدون انجام عملیات پادلینـــگ و گلخرابی (۱۰) که به‌عنوان جایگزین نشاکاری معرفی شده است. محققان مزیتهای این روش را کاهش مصرف آب، بذر و هزینه‌های تولید، امکان تهیه بستر با حداقل عملیات خاک‌ورزی، کاهش عملیات خاک‌ورزی و جلوگیری از تخریب ســـاختمان خاک، حذف هزینه‌های سنگین خزانه‌گیری و نشاکاری، کاهش زمان مورد نیاز برای تهیه عملیات خزانه‌گیری و کاشـــت و بهبود تهویه خاک عنوان کرده‌اند (۲، ۴، ۵، ۶ و ۹). علاوه بر این، ســـادگی اجرا، کاهش تردد ماشینآلات کشاورزی در مزرعه، توســـعه تناوب زراعی، کاهش آلودگی‌های محیط‌زیســـتی و گازهای گلخانه‌ای و بالا بردن راندمان مصرف کودهای پُرمصرف و ریزمغذی‌ها در راســـتای اجرای کشـــاورزی پایـــدار، از فواید دیگر این روش اســـت (۴ و ۹). از طرفی، یکی از مزیتهای بســـیار مهم این روش کشـــت، انعطاف‌پذیری آن در اســـتفاده از فناوری کاشت اســـت؛ به این معنی که تقریباً هیچ هزینه مازادی برای خرید ادوات و یا ماشینآلات جدید برای تهیه زمین و یا کاشت توسط انواع کارنده‌ها را به بهره‌برداران تحمیل نمی‌کند و ماشینآلات و ادواتی که در اختیار آنها برای تولید سایر محصولات از جمله گندم قرار دارد، در این روش کاشـــت، قابل اســـتفاده است و به‌آسانی امکان کاشت آن توسط انواع کارنده‌ها وجود دارد (۵). تغییر روش کاشـــت، باعـــث افزایش عملکرد در محصولاتـــی مانند گندم، جو و ذرت که در تنـــاوب با برنج قرار می‌گیرند، نیز می‌شود و خصوصیات خاک را بهبود می‌بخشد (۷). همچنین، خشکه‌کاری می‌تواند به‌روش خاک‌ورزی حفاظتی نیز انجام شود که خود سبب کاهش مصرف سوخت، انرژی و کارگر می‌شود (۱۱).

بر این اســـاس، هدف این پژوهش، استفاده از روش خشکه‌کاری برنـــج به‌منظور ارتقاء بهره‌وری مصـــرف آب، تولید دانه و علوفه خوراک دام است.

مواد و روش‌ها

این پژوهـــش، در قالب آزمایش کرت‌های یک بار خردشـــده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ســـه تکرار در ســـال ۱۳۹۸ در روســـتای بهجت‌آباد شهرستان لنجان اســـتان اصفهان واقع در ۵۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه شـــرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه، ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالیانه ۱۵۵ میلی‌متر، اجرا شـــد. چهار رژیم آبیاری شامل: ۱) آبیاری با تیپ بر اساس ۸۰٪ تبخیر و تعرق تجمعی ۲) آبیاری با تیپ بر اساس ۱۰۰٪ درصد تبخیر و تعرق تجمعی ۳) آبیاری با تیپ بر اســـاس ۱۲۰٪ تبخیـــر و تعرق تجمعی و ۴) غرقاب دایم مزرعه در طول دوره رشد (شاهد) به‌عنوان فاکتور اصلی و دو رقم برنج سازندگی و لاین امیدبخش شماره دو به‌عنوان فاکتور فرعی، در نظر گرفته شد. عملیات اجرایی پروژه شامل مراحل زیر بود:

الف) **روش خشکه‌کاری:** ابتدا عملیات تهیه بستر شامل: شخم و تسطیح خاک، افزودن کودهای پایه، مرزکشی و آماده‌سازی بستر،

1. Direct Seeded Rice (DSR)
2.Puddled Transplanted Rice (TPR)/Conventional puddled transplanted rice

انجام شـــد. میزان بذر مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم‌درهکتار بذر خشک بود که در هفته آخر اردیبهشـــت با اســـتفاده از خطی‌کار غلات (خطـــی‌کار همدانـــی مدل ۲۵۱۷، بـــا فاصله ردیفهای کشـــت ۱۲/۵ و فاصلـــه بوته‌هـــا روی ردیف ۵-۳ ســـانتی‌متر) کاشـــته شـــد (شـــکل ۱). برای آبیاری از نوارهای تیپ پلی‌اتیلن با فاصله نوار ۵۰ ســـانتی‌متر، فاصله روزنه‌های روی تیپ ۲۰ ســـانتی‌متر و دبی روزنه‌ها دو لیتردرســـاعت اســـتفاده شـــد (شکل ۲). ابعاد کرت‌های اصلی ۵/۵×۲۰ متر و کرت‌های فرعی ۲/۵×۲۰ متر بود. به‌منظور جلوگیری از نشت آب و تداخل تیمارهای آبیاری، فاصله بین تکرارها، کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی به‌ترتیب، ۲، ۱ و ۰/۵ متر در نظر گرفته شـــد. در تیمارهای خشکه‌کاری به‌منظور کنترل علف‌های هرز از مخلـــوط علف‌کش‌های تاپیک (به‌میزان یک لیتردرهکتار) و توفوردی (به‌میزان ۱/۵ لیتردرهکتار) ۲۵ روز پس از کاشت استفاده شد.

ب) **کشت مرسوم غرقابی:** در تیمار شاهد، همه عملیات تهیه بستر و نشـــاکاری و آبیاری، مطابق روش معمول و عرف منطقه (شـــخم زمین با گاوآهن، انجام عملیـــات پادلینگ با کولتیواتور، نشـــاکاری، غرقاب دایم مزرعـــه در طول دوره رشـــد و مصرف علف‌کـــش بوتاکلر به‌میزان ســـه لیتردرهکتار قبل از کاشـــت) انجام شد (شـــکل ۳). در این تیمار خزانه‌گیری در داخل سینی هم‌زمان با خشکه‌کاری با مصرف ۱۲۰ گرم بذر به‌ازای هر سینی انجام شـــد و نشاها پس از ۳۰ روز با اســـتفاده از دستگاه نشاکار چهارردیفه‌رونده دایدونگ ساخت کره‌جنوبی (شکل ۴) با فاصله ردیفهای ۳۰ سانتی‌متر و فاصله نشاها روی ردیف ۱۵سانتی‌متر با تعداد متوسط پنج نشادرکپه و تراکم متوسط ۲۲/۲ کپه‌درمترمربع کاشته شد.

شکل ۱- استفاده از خطی کار غلات در خشکه کاری برنج در شهرستان لنجان در سال ۱۳۹۸

شکل ۲- اجرای آبیاری تحت فشار و نصب کنتورها در خشکه کاری برنج در شهرستان لنجان در سال ۱۳۹۸

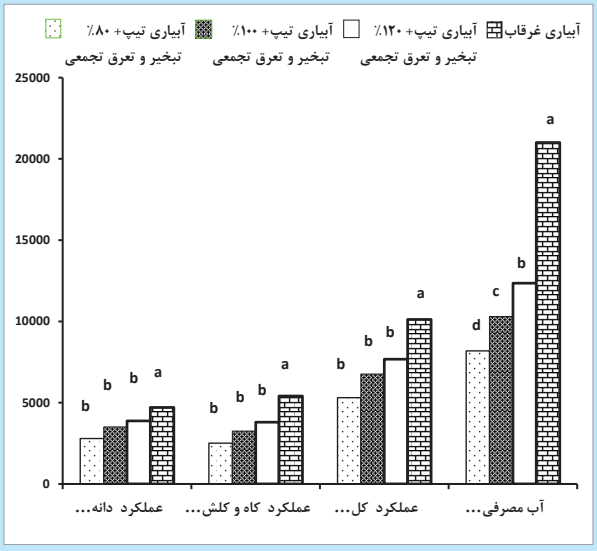
شکل ۳- عملیات پادلینگ شالیزار معمول در شهرستان لنجان در سال ۱۳۹۸

شکل ۴- کشت مکانیزه برنج با نشاکار رونده دایدونگ در شهرستان لنجان در سال ۱۳۹۸

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین دو ژنوتیپ برنج سازندگی و لاین امیدبخش دو، تفاوتی از لحاظ آماری از نظر عملکرد دانه، عملکرد علوفه خشک، میزان مصرف آب و کارایی مصرف آب وجود نداشت. عملکرد دانه (شلتوک) در سه روش خشکه‌کاری شامل: ۱) آبیاری با تیپ بر اساس ٪۸۰ تبخیروتعرق تجمعی ۲) آبیاری با تیپ بر اساس ٪۱۰۰ تبخیروتعرق تجمعی و ۳) آبیاری با تیپ بر اساس ٪۱۲۰ تبخیر و تعرق تجمعی به‌ترتیب ۲۷۹۳، ۳۵۰۴ و ۳۸۷۵ کیلوگرم‌درهکتار برنج بدون تفاوت معنی‌دار آماری بود در حالی‌که عملکرد دانه (شلتوک) در روش آبیاری غرقابی (شاهد) ۴۷۰۹ کیلوگرم‌در-هکتار برنج دارای تفاوت آماری با سایر تیمارها بود.

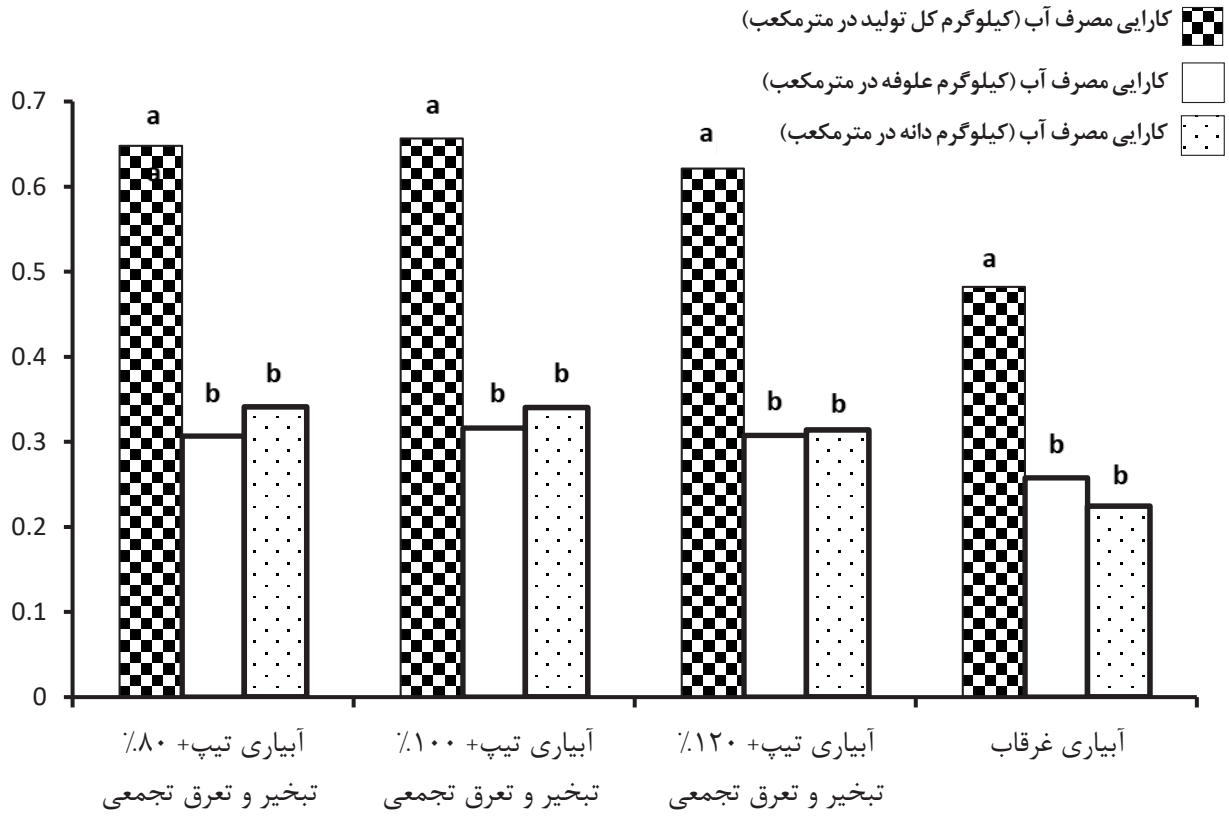
عملکرد کاه و کلش در سه روش خشکه‌کاری نیز به‌ترتیب ۲۵۱۴، ۳۲۵۹ و ۳۷۹۷ کیلوگرم‌درهکتار علوفه خشک با رطوبت ۱۴٪ (بدون تفاوت معنی‌دار آماری) بود و عملکرد کاه و کلش در روش آبیاری غرقابی (شاهد) ۵۴۱۵ کیلوگرم‌درهکتار علوفه خشک دارای تفاوت آماری با سایر تیمارها بود (نمودار ۱).



نمودار ۱- عملکرد دانه (شلتوک)، عملکرد کاه، عملکرد کل و آب مصرفی در تیمارهای خشکه‌کاری و کشت مرسوم برنج

همانطـــور که نمودار (۲) ملاحظه می‌شـــود، میزان آب مصرفی در سه روش خشـــکه‌کاری به‌ترتیب ۸۱۹۳، ۱۰۳۰۴ و ۱۲۳۵۰ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد. از لحاظ آماری، بین تیمارهای خشکه‌کاری (۸۰٪، ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪ تبخیروتعرق تجمعی) تفاوت معنی‌داری در عملکرد شلتوک، علوفه خشک و کل تولید وجود نداشـــت. میزان آب مصرفی نیز در روش آبیاری غرقابی (شاهد) ۲۱۰۰۸ مترمکعب‌درهکتار اندازه‌گیری شـــد. کارایی مصرف آب کل محصول در ســـه روش خشـــکه‌کاری نیز به‌ترتیب ۰/۶۴۸، ۰/۶۵۶ و ۰/۶۲۱ کیلوگـــرم کل محصول بـــه‌ازای هر مترمکعب آب مصرفـــی به‌دســـت آمد. این در حالی اســـت کـــه در روش آبیاری غرقابی (شاهد) ۰/۴۸۲ کیلوگرم کل محصول به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی اندازه‌گیری شد.

کارایی مصرف آب تولید دانه، در ســـه روش خشـــکه‌کاری مورد بررســـی به‌ترتیـــب ۰/۳۴۱، ۰/۳۴۰ و ۰/۳۱۴ کیلوگـــرم دانـــه به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی به‌دســـت آمد؛ در حالی‌که در روش آبیـــاری غرقابی (شـــاهد) ۰/۲۲۴ کیلوگرم دانه به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی اندازه‌گیری شد. همچنین، کارایی مصرف آب تولیـــد علوفه خشـــک در این ســـه روش به‌ترتیب ۰/۳۰۷، ۰/۳۱۶ و ۰/۳۰۷کیلوگرم علوفه خشـــک بـــه‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی به‌دســـت آمد، اما در روش آبیاری غرقابی (شـــاهد) ۰/۲۵۸ کیلوگرم علوفه خشک به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی اندازه‌گیری شد (نمودار ۲).



نمودار ۲-کارایی مصرف آب (در تولید دانه، تولید کاه، تولید علوفه خشک) در تیمارهای خشکه‌کاری و کشت مرسوم برنج

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان گفت که در روش خشکه‌کاری برنج نسبت به کشت غرقابی، عملکرد دانه و تولید علوفه خشک کاهش می‌یابد. کشت غرقابی بیشترین آب مصرفی (۲۱۰۰۸ مترمکعب‌درهکتار)، عملکرد شـــلتوک (۴۷۰۹ کیلوگرم‌درهکتار)، تولید علوفه خشک (۵۴۱۵ کیلوگرم‌درهکتار)، عملکرد کل (۱۰۱۲۴ کیلوگرم‌درهکتار) و عملکرد علوفه خشـــک (۵۴۱۵ کیلوگرم‌درهکتار) را داشت. در حالی‌که کشت غرقابی کمترین کارایی مصرف آب در تولید دانه (۰/۲۲۴ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب)، کارایی مصرف آب در تولید علوفه خشـــک (۰/۲۵۸ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب) و کارایی صـــرف آب در کل تولید (۰/۴۸۲ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب) را داشت.

از نظـــر اقتصادی نیز، با توجه به قیمت هر کیلوگرم شـــلتوک ۱۳۵۰۰ تومان و علوفه برنج هر کیلو ۵۰۰ تومان در سال ۱۳۹۹، درآمد ناخالص در چهار رژیم آبیاری شامل: ۱) آبیاری با تیپ بر اســـاس ۸۰٪ تبخیر و تعرق تجمعی، ۲) آبیاری با تیپ بر اساس ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق تجمعی، ۳) آبیاری با تیپ بر اساس ۱۲۰٪ تبخیر و تعرق تجمعی و ۴) غرقابی دایم مزرعه در تمام دوره رشد (شاهد) به‌ترتیب ۳۹/۰۸۹، ۴۹/۰۹۶، ۵۴/۴۰۱ و ۶۶/۵۵۰ میلیون تومان به‌دست آمد.

توصیه ترویجی

«روش خشکه‌کاری برنج با استفاده از آبیاری تیپ و میزان آب بر اساس ۱۲۰٪ تبخیر و تعرق تجمعی» به‌دلیل کارایی بالاتر مصرف آب در تولید شلتوک، علوفه خشک و کل تولید، همچنین جنبه حفظ محیط‌زیســـت، آب مصرفی کمتر نسبت به‌روش غرقابی و انطباق با کشاورزی پایدار توصیه می‌شود.

فهرست منابع

۱. امیری‌لاریجانی، ب. و رمضانپور، ی. ۱۳۸۹. افزایش عملکرد برنج کاهش هزینه تولید و حفظ پایداری اکوسیستم شالیزاری در قالب اجرای سیستم نوین مدیریت کشت SRI. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، ۲ مرداد ۱۳۸۹.

۲. رمضانی، ا. و دهقانی، م. ۱۳۹۹. بررسی امکان خشکه‌کاری برنج بهروش تیپ در اصفهان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی (در حال انتشار).

۳. قاسمی ذوالپیرانی، ر. ۱۳۹۲. بررسی آلاینده‌های هوا ناشی از سوزاندن کاه وکلش برنج در مزارع استان گیلان. اولین همایش سراسری محیط زیست. انرژی و پدافند زیستی. تهران.

۴. کیانی، ع.، یونس‌آبادی، م.، فرجی، ا.، حسینی‌چالشتری، م.، یزدانی م. و همکاران. ۱۳۹۹. دستورالعمل تولید برنج به‌روش کشت مستقیم در بستر خشک (استان گلستان). موسسه تحقیقات برنج کشور. نشریه فنی شماره ۴۷. ۲۶ صفحه.

۵. گیلانی، ع. ۱۳۹۸. مدیریت تولید برنج در روش خشکه‌کاری. موسسه تحقیقات برنج کشور. نشریه فنی شماره ۴۱، ۲۳ صفحه.

۶. یعقوبی ب. و رجبیان، م. ۱۳۹۸. مروری بر کشت مستقیم برنج با تاکید بر مدیریت علف‌های هرز. موسسه تحقیقات برنج کشور، نشریه فنی شماره ۳۷، ۵۱ صفحه.

7. Alam, M. J., Humphreys, E., & Sarkar, M. A. R. (2017). Intensification and diversification increase land and water productivity and profitability of rice-based cropping systems on the High Ganges River Floodplain of Bangladesh. *Field Crops Research,* 209, 10-26.

8. Farooq, M., Kobayashi, N., Wahid, A., Ito, O., & Basra, S. M. (2009). 6 Strategies for Producing More Rice with Less Water. *Advances in Agronomy,* 101(4), 351-388.

9. Gopal, R., Jat, R. K., Kumar, V., Alam, M. M., Jat, M. L., Mazid, M. A., ... & Gupta, R. (2010). Direct dry seeded rice production technology and weed management in rice based systems.

10. Liu, H., Hussain, S., Zheng, M., Peng, S., Huang, J., Cui, K., & Nie, L. (2015). Dry direct-seeded rice as an alternative to transplanted-flooded rice in Central China. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 285-294.

11. Rao, K. V. R., Gangwar, S., Keshri, R., Chourasia, L., Bajpai, A., & Soni, K. (2017). Effects of drip irrigation system for enhancing rice (*Oryza sativa* L.) yield under system of rice intensification management. *App. Ecol. Environ. Res,* 15, 487-495.