بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری بر مقدار آب مصرفی و بهره‌وری آب در برنج

ثریا باغی‌تبار فیروزجایی[1*]، رحمت عباسی[2]، سیدیوسف موسوی طغانی[3]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳-کارشناس آموزشی، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: rabasi@ut.ac.ir

چکیده

برای مطالعه اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد اقتصادی، آب مصرفی و بهره‌وری آب برنج آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل غرقاب دائم (به عنوان روش رایج) و آبیاری تناوبی شامل اشباع دائم خاک و کم‌آبیاری (به عنوان شیوه بوم‌شناختی) بودند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف عامل آبیاری بر عملکرد اقتصادی معنی‌دار نبود در حالی که بر میزان آب مصرفی و بهره‌وری آب اثر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین مقدار آب مصرفی نشان از برتری تیمار کم‌آبیاری نسبت به اشباع دائم خاک و غرقاب داشت. به طوری که مقدار مصرف آب در تیمار کم‌آبیاری (۳۴۵۴ مترمکعب در هکتار) نسبت به اشباع (۵۱۱۶ مترمکعب در هکتار) حدود ۳۷/۴ درصد و در مقایسه با غرقاب (۸۱۷۸ مترمکعب در هکتار) ۵۷/۸ درصد کاهش یافت ضمن این که بهره‌وری آب آبیاری در شیوه غرقاب، اشباع و کم‌آبیاری به ترتیب ۰/۸۴۱۹، ۱/۴۱۸۲ و ۲/۰۳۸۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود. به این ترتیب شیوه کم‌آبیاری موجب افزایش بهره‌وری حدود ۱۴۲ درصد نسبت به غرقاب دائم گردید. با توجه به فقدان اختلاف عملکرد اقتصادی بین رژیم‌های آبیاری، شیوه بوم‌شناختی (رژیم کم‌آبیاری) به دلیل صرفه‌جویی در مصرف آب، به کشاورزان توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اشباع خاک، شالیزار، عملکرد، غرقاب، کم‌آبیاری.

مقدمه

در ایران حدود ۹۳ درصد آب قابل بهره‌برداری در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کمبود منابع آب از یک طرف و پایین بودن بازده آبیاری از طرف دیگر، لزوم استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری منابع آب موجود را طلب می‌کند. کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های حیاتی کشور، نقش بسیار حساسی در برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد. در این میان کشت برنج در جایگاه خود، دارای ارزش و اهمیت ویژه‌ای بوده، بعد از گندم غذای اصلی مردم جهان را تشکیل می‌دهد (صداقت و همکاران، ۱۳۹۳). بیش از ۷۵ درصد اراضی زیر کشت برنج در استان‌های گیلان و مازندران قرار دارند که بیش از ۸۰٪ برنج کشور در آن‌ها تولید می‌شود (سلحشور و همکاران، ۱۳۸۸). آینده تولید برنج در سطح جهان به بهینه‌سازی برنامه‌ریزی آبیاری، بستگی زیادی دارد.

توسعه روش‌های نوین تولید برای حفظ کمّیت تولید یا افزایش آن، هم‌زمان با کاهش مصرف آب، از چالش‌های فرآروی بشر در آینده خواهد بود (رضایی‌استخرویيه و همکاران، ۱۳۹۵). کم‌آبیاری به عنوان یکی از راهکارها برای گسترش سطح زیر کشت گیاهان زراعی، صرفه‌جویی در مصرف آب و شیوه‌ای مطلوب برای تولید محصول در شرایط کمبود آب معرفی شده است، به عبارت دیگر در این روش عملکرد گیاه آگاهانه کاهش داده می‌شود تا کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران شود (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طوری که در مجموع کارایی مصرف آب ارتقاء می‌یابد. غرقاب دائم نیز موجب بروز مشکلاتی از جمله ایجاد شرایط احیاء در اثر عدم تهویه، تجمع مواد سمی در محیط ریشه، حساسیت گیاه به آفات و بیماری‌ها و آلودگی آب و خاک در طول دوره رشد برنج می‌گردد (اوپوف، ۲۰۱۶). یکی از معضلات بخش تولید محصولات زراعی پایین بودن بازده آبیاری به واسطه استفاده از شیوه‌های غرقابی است، بنابراین به کار گیری روش متناوب در بوم‌نظام‌های برنج می‌تواند زمینه را برای ارتقای بازده آبیاری فراهم نماید (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵).

یکی از راهکارهای پیشنهادی جهت ارتقای عملکرد، استفاده از نظام فشرده بوم‌شناختی است (موسوی طغانی و همکاران، ۲۰۱۴؛ چاپاگان و یاماجی، ۲۰۱۰) که به عنوان شیوه‌ای کارآمد همراه با صرفه‌جویی در مصرف منابع تولید زراعت برنج به شمار می‌آید (چاپاگان و یاماجی، ۲۰۱۰). این روند در راستای کشاورزی پایدار و مبتنی بر اصول بوم‌شناختی بوده و به نظام فشرده کشت برنج (SRI)[1]موسوم است که به عنوان یکی از شیوه‌های مطلوب ابداعی در جهت افزایش تولید همراه با اثرات مثبت بر محیط زیست، در بسیاری از کشورهای برنج‌خیز دنیا به کار گرفته شده است. در واقع می‌توان آن را به عنوان یک نظام فشرده بوم‌شناختی[2]مورد توجه قرار داد (موسوی طغانی و همکاران، ۲۰۱۴).

هدف از این مطالعه، بررسی واکنش رقم طارم هاشمی به شیوه‌های مختلف آبیاری اعم از رایج (غرقاب دائم) و بوم‌شناختی (اشباع و کم‌آبیاری) در جهت مقایسه مقدار آب مصرفی و محاسبه بهره‌وری آب آبیاری و تعیین بهترین رژیم آبیاری، ضمن حصول عملکرد اقتصادی قابل قبول بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر بوم‌نظام‌های برنج، بهبود بهره‌وری مصرف آب و حصول عملکرد مناسب در کشت نشایی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل عامل آبیاری در سه سطح (غرقاب دائم با ارتفاع آب ۵ سانتی‌متر به عنوان روش رایج، اشباع با ارتفاع آب صفر و کم‌آبیاری با ارتفاع آب ۵- سانتی‌متر بر اساس لوله شاخص[3]به عنوان شیوه‌های بوم‌شناختی) با سه تکرار طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه کشاورز شهرستان محمودآباد به اجرا درآمد. منبع آب آبیاری چاه بود. عملیات آماده‌سازی زمین طی ماه فروردین انجام گردید. اندازه کرت ها ۱۱ در ۸ متر بود. به منظور جلوگیری از نفوذ جانبی

[1] System of rice Intensification

[2] System of Ecological Intensification

[3] لوله شاخص شامل یک لوله پولیکا به قطر ۲۰ و ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر است که ۳۰ سانتی‌متر بخش پایین آن با سوراخ‌های به قطر ۵ میلی‌متر با فاصله ۲۰ میلی‌متر به صورت مشبک (بانک دانش برنج، ۲۰۱۸) در می‌آید. بخش مشبک به طور کامل داخل خاک قرار می‌گیرد به طوری که سطح خاک مماس با خط بالای بخش مشبک می‌شود. پس از استقرار محتویات داخل لوله کاملا خالی می‌شود. علامتگذاری داخل لوله به تناسب نوع تیمار انجام می‌شود.

بین تیمارهای آبیاری مرزها با پوشش پلاستیک به عمق ۵۰ سانتی‌متری پوشانده شد. کاشت در اردیبهشت و عملیات آبیاری در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر انجام شد. کوددهی مطابق دستورالعمل انجام گرفت. تا یک هفته بعد از نشاکاری مزرعه در حد غرقاب (به ارتفاع ۵ سانتی‌متر) حفظ و تیمارهای آبیاری بعد از این تاریخ اعمال شد. زمان آبیاری مجدد وقتی بود که سطح آب از علامت مربوط به هر تیمار روی بخش درونی لوله دو سانتی‌متر کاهش می‌یافت. کلیه عملیات داشت مطابق روند توصیه شده مؤسسه تحقیقات برنج انجام شد. تیمارهای آبیاری تا حدود ۱۰ روز قبل از برداشت قطع گردید. مقدار آب مصرفی در تیمارهای مختلف از حاصل‌ضرب ارتفاع در سطح محاسبه و بهره‌وری آب آبیاری نیز از تقسیم مقدار عملکرد اقتصادی بر مقدار آب مصرفی به دست آمد. پس از حذف حاشیه برداشت از سطح دو مترمربع هر کرت انجام و عملکرد اقتصادی تعیین شد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و میانگین تیمارها نیز از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاکی از فقدان اختلاف معنی‌دار عملکرد اقتصادی در تیمارهای مختلف آبیاری بود در حالی که صفات مقدار آب مصرفی و بهره‌وری آب آبیاری نشان از اختلاف معنی‌دار (در سطح یک درصد) داشتند (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب برنج در تیمارهای مختلف آبیاری

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد اقتصادی	آب مصرفی	بهره‌وری آب آبیاری
بلوک	۲	۱۹۳۸۳/۶۵	۵۰۴۲۹۴/۹۷	۰/۰۲۰۱۴۹۱۹
آبیاری (A)	۲	۴۰۸۹۹/۸۳^{ns}	۱۷۲۳۲۰۲۴/۳۸**	۱/۰۷۴**
خطا	۴	۷۰۰۵۹/۷۳	۲۷۳۳۸۰/۹۵	۰/۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	—	۳/۷۸	۹/۳۷	۱۲/۴۰

*، ** و ^{ns} به ترتیب به مفهوم معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و فقدان اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

مقایسه میانگین مقدار آب مصرفی نشان از برتری تیمار کم‌آبیاری نسبت به اشباع و غرقاب داشت. به طوری که مقدار مصرف آب در تیمار کم‌آبیاری (۳۴۵۴ مترمکعب در هکتار) نسبت به اشباع (۵۱۱۶ مترمکعب در هکتار) حدود ۳۷/۴ درصد و در مقایسه با غرقاب (۸۱۷۸ مترمکعب در هکتار) ۵۷/۸ درصد کاهش یافت، ضمن این که بهره‌وری آب آبیاری در شیوه غرقاب، اشباع و کم-آبیاری به ترتیب ۰/۸۴۱۹، ۱/۴۱۸۲ و ۲/۰۳۸۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ۲). به این ترتیب شیوه کم‌آبیاری موجب افزایش بهره‌وری حدود ۱۴۲ درصد نسبت به غرقاب دائم گردید. یافته‌های صداقت و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان داد تیمار آبیاری سنتی (غرقاب دائم) با میانگین ۷۴۱۰ مترمکعب بیشترین مقدار آب مصرفی را داشته و به دنبال آن روش‌های کم‌آبیاری با میانگین ۴۴۸۲ مترمکعب قرار داشتند. در همین راستا بهره‌وری روش غرقاب (۱/۰۲) کمتر از آبیاری متناوب (۱/۱۳) بود.

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مرتبط با بهره‌وری مصرف آب در روش‌های مختلف آبیاری برنج

تیمار آبیاری	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)
غرقاب	۷۰۳۲[a*]	۸۱۷۸[a]	۰/۸۴۱۹[c]
اشباع	۷۰۹۵[a]	۵۱۱۶[b]	۱/۴۱۸۲[b]
کم‌آبیاری	۶۸۶۹[a]	۳۴۵۴[c]	۲/۰۳۸۵[a]

*. در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

یافته‌های یک تحقیق حاکی از کاهش عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری تناوبی، غرقاب تا مرحله پنجه، غرقاب تا مرحله ساقه و غرقاب تا گلدهی به ترتیب به میزان ۳۰، ۲۶، ۲۶ و ۴ درصد در مقایسه با غرقاب دائم بود. در حالی که بهره‌وری مصرف آب این تیمارها به ترتیب ۹۲، ۶۰، صفر و ۲۲ درصد بیشتر از شیوه غرقاب بود (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵). به عبارت دیگر بیشترین میزان بهره‌وری در تیمار آبیاری تناوبی دیده شد. نتایج سلحشور و همکاران (۱۳۸۸) نیز حکایت از عدم وجود اختلاف معنی‌دار عملکرد بین تیمارهای آبیاری داشت. اما کاهش مصرف آب حدود ۲۷ درصد در مقایسه با شیوه غرقاب را در پی داشت. یافته‌های یک تحقیق نشان داد که برنج می‌تواند در رطوبت‌های بدون غرقاب نیز رشد خوبی داشته و تا زمانی که رطوبت خاک از حد ۸۰ درصد اشباع پایین‌تر نرفته باشد، عملکرد آن نقصان نمی‌یابد. تحت چنین شرایطی نه تنها عملکرد دانه کاهش نمی‌یابد، بلکه برنج از رشد مناسبی هم برخوردار خواهد بود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). روش غرقاب دائم بیشترین و روش اشباع در کل دوره رشد گیاه برنج کمترین مقدار عملکرد را دارا بود (رضایی استخرویه و همکاران، ۱۳۹۵). تنش آب روی رشد، فرآیند ذخیره‌سازی و روند پر شدن دانه‌ها و نیز تجمع ماده خشک تاثیرگذار بوده و باعث کاهش عملکرد در تیمارهای تحت شرایط تنش شده است. بنابراین بروز تنش آب در دوره‌های هشت روزه بیشترین تاثیر را در کاهش عملکرد به همراه داشته است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). نتیجه این که، علی‌رغم فقدان اختلاف معنی‌دار عملکرد دانه در شیوه‌های مختلف آبیاری، تیمار کم‌آبیاری به جهت مصرف آب کمتر (حدود ۵۸ درصد) قابل توصیه خواهد بود. ضمن این که تیمار غرقاب به واسطه ایجاد شرایط احیاء برای استقرار و رشد بوته برنج مطلوب نبوده و شواهد حاکی از کمبود اکسیژن و کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک به ویژه انواع هوازی آن است. همچنین گزارش‌های بسیاری در خصوص آثار مثبت جوانه‌زنی برنج و استقرار اولیه گیاه در شرایط غیرغرقاب و (ادامه رشد در شرایط غرقاب) در مقایسه با غرقاب دایم از شروع جوانه‌زنی وجود دارد (اوپوف، ۲۰۱۶). در تیمار آبیاری متناوب میانگین ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی بیشتر از غرقاب دایم بود. این عکس‌العمل برنج به دلیل نیاز شدید بذر برنج به اکسیژن در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه است که شرایط غرقاب فاقد آن است (میرلوحی و همکاران، ۱۳۸۳). به عبارت دیگر مزایای آبیاری متناوب نظیر حمایت از نظام ریشه گیاه و جوامع میکروب‌های هوازی خاک در شرایط رایج غرقاب قابل حصول نخواهد بود. قابل ذکر این که استفاده از شیوه متناوب آبیاری اعم از اشباع یا کم‌آبیاری مستلزم وجود منبع آب مطمئن است (صداقت و همکاران، ۱۳۹۳). چرا که علیرغم آگاهی کشاورزان از مزایای شیوه بوم‌شناختی، نبود منبع آب مطمئن، عامل محدود کننده اصلی در بسیاری از کشورهای برنج‌خیز به ویژه در حال توسعه محسوب می‌شود (اوپوف، ۲۰۱۶).

آبیاری تناوبی در مقایسه با غرقاب پیوسته با صرفه‌جویی آب ورودی به میزان ۲۶/۰۷ درصد شاخص بهره‌وری آب را به میزان ۳۷/۶ درصد افزایش داده، منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نیز گردید. به این ترتیب، آبیاری متناوب راهی مناسب جهت افزایش کارایی مصرف آب بدون کاهش عملکرد (آریف و همکاران، ۲۰۱۳) خواهد بود.

گیاه برنج از نظر آبیاری نیازی به غرقاب دائم ندارد. بنابراین استفاده از شیوه کم‌آبیاری، با فرض داشتن منبع آب مطمئن، می‌تواند ضمن حفظ عملکرد در شرایط زارع، صرفه‌جویی در مصرف آب را در پی داشته باشد. با توجه به فقدان اختلاف معنی‌دار عملکرد اقتصادی در تیمارهای مختلف آبیاری، تیمار کم‌آبیاری به دلیل کاهش حدود ۵۸ درصدی میزان آب مصرفی و افزایش بهره‌وری حدود ۱۴۲ درصد در مقایسه با تیمار غرقاب توصیه می‌شود.

منابع

-رضایی استخروییه، ع.، صداقت، م.، عرب زاده، ب. و سیاری، ن. ۱۳۹۵. تاثیر روش‌های نوین آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج (رقم شیرودی). مجله مدیریت آب و آبیاری، ۶(۲): ص ۱۹۳- ۲۰۴.

-سلحشور دلیوند، ف.، ناظمی، الف.ح. و یزدانی، م.ر. ۱۳۸۸. بهبودمدیریت توزیع آب در اراضی شالیزاری. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. مدیریت آبیاری در ایران چالش ها و چشم اندازها، ۵ تا ۶ اسفند ماه. تبریز، ایران.DOI: INCID12_023

-صداقت، ن.، ه. پیردشتی، ر. اسدی و س.ی، موسوی طغانی. ۱۳۹۳. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج(اصلاح‌شده و بومی) به مدیریت‌های مختلف آبیاری. نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۲): ص ۴۱۵-۴۲۱.

-صداقت، ن. الف.، پیردشتی، ه. الف.، صبوری، ح. و صداقت، م. ۱۳۹۵. تحلیل اقتصادی تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد برنج. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، دوره سوم. ش ۲. ص ۲۳-۴۰.

-محمدی، ص.، نحوی، م. و محدثی، ع. ۱۳۹۴. تاثیر آبیاری تناوبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین برنج. نشریه زراعت، ش ۱۰۷. پژوهش و سازندگی. ص ۱۰۸-۱۱۴.

موسوی طغانی، س. ی.، فرهمندفر، ا.، میری،م.، عنایتی، ف. و عبدالله‌زادگان، ز. ۲۰۱۴. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد برنج در نظام‌های فشرده بوم‌شناختی و رایج از منظر زمان انتقال گیاهچه و تعداد بوته در هرکپه. کنفرانس بین‌المللی مهندسی مدیریت و محیط، ص ۱-۱۲.

-میرلوحی، الف. ف.، اهتمام، م. ح. و سبزعلیان، م. ر. ۱۳۸۳. بررسی عوامل نمود بهتر برنج در شرایط غرقابی با استفاده از رقم‌های زراعی ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم. ش ۲. ص ۱۲۱-۱۳۳.

-Arif, C., Setiawan, B. I., Sofiyuddin, H. A. and Martief, L. M. 2013. Enhanced water use efficiency by intermittent irrigation for irrigated rice in Indonesia. Journal of Islamic Perspective on Science, Technology and Society, 1(1): 12-17.

-Chapagain, T. and Yamaji, E. 2010. The effect of irrigation method age of seedling and spacing on crop performance, productivity and water-wise rice production in japan. Paddy Water Environment, 8: 81-90.

-Uphoff, N. 2016. The system of rice intensification (SRI): Responses to frequently asked questions. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 226 pp.

Investigating the effects of different irrigation regimes on water consumption and water productivity in rice

S. Baghitabar Firuzjaii[1*], R. Abbasi[2] and S.Y. Mousawi Toghani[3]

1- MSc Student of Agronomy, Agronomy Department, Faculty of Agronomy Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran,
2- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agronomy Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran,
3- Educational Staff, Department of Agronomy, Faculty of Agronomy Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran,

*Corresponding Author email: rabasi@ut.ac.ir

Abstract

To study the effect of irrigation regimes on economic yield and some traits of rice, a randomized complete block design with three replications was used. The treatments included (continuous flooding, saturation and low-irrigation). The results displayed that the effect of different levels of irrigation factor on straw yield was significant, but there was no significant effect on other traits such as grain yield. The highest amount of straw was obtained for saturated treatment (9,949.4 $kg.ha^{-1}$) and the lowest was for low-irrigation (1138.11 $kg.ha^{-1}$). The comparison of the average amount of water consumed showed that the low-irrigation treatment was superior to saturation and continuous flooding. The water consumption in low-irrigation treatment (3454 $m^3.ha^{-1}$) was about 37.4% lower than saturation (5116 $m^3.ha^{-1}$) and 57.8% compared to continuous flooding (8178 $m^3.ha^{-1}$), while the water productivity in flooding, saturation and low-irrigation treatments were 0.8419, 1.4182 and 2.0385 $kg.m^{-3}$, respectively. In this way, low-irrigation method increased productivity by about 142 percent compared to permanent flooding. Despite of the nonexistence of grain yield difference between irrigation regimes, because of water saving in ecological method (low-irrigation), this method would be recommended for farmers.

Keywords: Flooding, Low irrigation, Performance, Rice, Saturation,