

مقاله علمی-پژوهشی

ارتقاء بهره‌وری آب دو رقم برنج هاشمی و فجر با خشکاندن میان فصلی شالیزار

ولی‌الله کریمی^{۱*}، محمد علیجانی^۲ و حاتم حاتمی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۳۱

چکیده

اهمیت برنج به‌عنوان یک محصول اساسی در تغذیه جوامع بشری بر کسی پوشیده نیست، در کنار آن برای تولید برنج، آب اساسی‌ترین نهاده برای کشت این محصول به‌حساب می‌آید. بحران آب یک معضل جدی در حال حاضر و در چشم‌انداز آینده کشور می‌باشد. در این راستا به‌منظور بررسی اثرات زهکشی میان فصل بر عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب روی دو رقم برنج هاشمی و فجر، طرحی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در بابلسر اجرا شد که شامل رقم در دو سطح (هاشمی و فجر) و مدت‌زمان زهکشی میان فصل صفر (شاهد)، ۳، ۵، ۷ و ۹ روزه بود که در زمان حداکثر پنجه‌زنی، اعمال شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر زهکشی میان فصل و رقم روی هر سه صفت آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب مصرفی در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. اثر متقابل زهکشی میان فصل و رقم روی عملکرد دانه و بهره‌وری آب در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در بین تیمارها، زهکشی میان فصل ۵ روزه برای دو رقم هاشمی و فجر به ترتیب با ۰/۹۲ و ۱/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین بهره‌وری آب را دارا بودند. بیشترین عملکرد و کمترین آب مصرفی نیز مربوط به تیمارهایی با زهکشی ۵ روزه بود؛ و از این رو، جهت زهکشی میان فصل برنج در شرایط منطقه مورد مطالعه، اعمال زهکشی ۵ روزه پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، بهره‌وری آب، زهکشی میان فصل، شالیزار

مقدمه

زیادی در مقادیر گزارش‌شده مربوط به بهره‌وری برنج وجود دارد، این تفاوت‌ها به علت تنوع زیاد در عملکردهاست؛ اما این اختلاف می‌تواند ناشی از درک متفاوت از ویژگی‌های مشترک آب استفاده‌شده در محاسبه بهره‌وری آب نیز باشد (Toung, 1999).

بر اساس تحقیقات تانگ و بویان تا سال ۲۰۲۵ باید تولید برنج در آسیا به میزان ۷۰ درصد تولید فعلی افزایش یابد (Toung and Bhuivan, 1999). یکی از راهکارهای افزایش بهره‌وری آب با کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد در گیاه برنج، زهکشی میان فصل^۴ می‌باشد. این عمل در زمان حداکثر پنجه دهی و ابتدای رشد زایشی انجام می‌شود که سبب خروج گازهای سمی و زیان‌آور از زمین شده و باعث نفوذ ریشه‌ها به داخل خاک و استقرار بیشتر گیاه می‌شود. کاهش ازت به علت تخلیه آب و تغییر جذب ازت آمونیومی (NH_4^+) به بیشتر کاتیون‌ها و افزایش محصول برنج را به‌دنبال دارد (سلیمانی و امیری لاریجانی، ۱۳۸۳).

با توجه به مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه زهکشی میان فصل اراضی شالیزار، این راهکار در صورت اعمال مدیریت صحیح، افزایش عملکرد، بهره‌وری آب و نیز ارتقاء مدیریت

برنج به‌عنوان غذای اصلی حدود نیمی از جمعیت جهان به شمار می‌رود و در ایران بعد از گندم دومین کالای مصرفی از نظر مقدار بوده و تنها غله‌ای است که منحصراً برای تغذیه انسان کشت و به‌طور متوسط روزانه ۱۴٪ نیاز به انرژی از طریق آن تأمین می‌گردد (راهب، ۱۳۸۰). با توجه به این موضوع که کمبود آب که به بحران قرن حاضر موسوم شده است باعث شد که دانشمندان و محققان تلاش‌های وسیعی را جهت یافتن راه‌حل‌های مناسب برای افزایش توان تولید به ازای هر واحد آب مصرفی آغاز نمایند (قربانپور و همکاران، ۱۳۸۳).

بهره‌وری آب در برنج یک مفهوم نسبی است و نشان‌دهنده مقدار یا ارزش تولید به ازای حجم یا مقدار آب مصرف‌شده می‌باشد. اختلاف

۱ - استادیار پژوهش، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۲ - دانش آموخته کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، موسسه آموزش عالی آبان هراز، ایران

۳ - دکترای زراعت، مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email: VKARIMI80@gmail.com)

رشد، شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی موردبررسی قرار دادند و دریافتند که بالاترین عملکرد در زهکشی میان فصل ۵ روزه رخ داده ولی با افزایش مدت‌زمان زهکشی میان فصل تا ۱۳ روز که کاهش عملکرد ۱۳ درصدی را نسبت به شاهد نشان داده، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. اعمال زهکشی میان فصل موجب افزایش شاخص‌های سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص در کشت برنج شد و تا ۱۵/۴ درصد کاهش مصرف آب را به همراه داشت.

دهقانی و همکاران (۱۳۹۴)، تأثیر تداوم زهکشی میان فصل را بر مشخصات ترک‌های خاک در کشت برنج بررسی کردند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که اثر تداوم زهکشی میان فصل بر طول و عرض ترک‌های ایجادشده در سطح خاک از نظر آماری معنی‌دار بود. با توجه به ارتباط عمق ترک‌های ایجادشده در سطح خاک با دوره تداوم زهکشی، اعمال تداوم زهکشی میان فصل تا ۱۷ روز با توجه به کمتر بودن بیشینه عمق ترک ایجادشده از عمق لایه سخت خاک، منجر به برقراری جریان ترجیحی در خاک و افزایش آب آبیاری نشد. ابراهیمی‌راد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی اثر مدیریت آبیاری و تراکم کشت را بر عملکرد و بهره‌وری آب برنج رقم هاشمی در منطقه کوشال لاهیجان مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که بیشترین کمترین بهره‌وری آب به ترتیب مربوط به آبیاری با دور ۸ روز قبل از گل‌دهی و برابر ۱/۹۰ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی و آبیاری با دور ۸ روز در کل دوره رشد و برابر ۱/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بوده است. آبیاری با دوره ۸ روز تا گل‌دهی تنها ۴ درصد کاهش عملکرد نسبت به روش معمول غرقاب باعث کمتر شدن مصرف آب به میزان ۱۶ درصد شد.

صالحی هیکویی و همکاران (۱۳۹۶)، برای بررسی اثر آبیاری و زهکشی متناوب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج رقم هاشمی، پژوهشی بر روی اراضی شالیزاری دارای سامانه زهکشی زیرزمینی انجام دادند و دریافتند که این نوع مدیریت، اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشت. مقدار کاهش یا افزایش این صفات بسته به نوع سیستم زهکشی متفاوت بود. اعمال تنش آب در مرحله حداکثر پنجه‌زنی (۲۴ تا ۳۵ روز بعد نشاء)، قبل از مرحله آبستنی (تشکیل خوشه در غلاف) و گل‌دهی (قبل از مرحله زایشی) علاوه بر افزایش شاخص‌های گیاهی، عملکرد دانه در واحد سطح را نیز افزایش داد.

اسدی و یوسفیان (۱۳۹۹) طی تحقیقی دریافتند که تغییر شیوه آبیاری از غرقابی به آبیاری با زهکشی میان فصلی در شهرهای مختلف استان مازندران، سبب افزایش ۹/۹ درصدی عملکرد از ۳۳۰۱ کیلوگرم در هکتار به ۴۷۳۰ کیلوگرم در هکتار شد. همچنین تغییر شیوه آبیاری تأثیری روی صفات تعداد پنجه در کپه، ارتفاع بوته، طول خوشه و درصد باروری نداشته است. نتایج نشان داد مدیریت آبیاری

زراعی را به همراه دارد. با خشک شدن سطح مزرعه و ایجاد ترک‌های مویی در زمان زهکشی میان فصل، علاوه بر افزایش عملکرد محصول برنج، کاهش مصرف آب و تولید گاز گلخانه‌ای متان، تحمل‌پذیری خاک سطح مزرعه نیز در زمان برداشت بالا خواهد رفت (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶).

در زهکشی میان فصل که ۳۰ تا ۴۰ روز پس از نشاکاری برنج انجام می‌شود سطح خاک به مدت ۷ الی ۱۰ روز در وضعیت بدون آبیاری قرار می‌گیرد با این روش مدیریت آب، اکسیژن کافی در اختیار منطقه ریشه گیاه قرار می‌گیرد و مواد سمی از قبیل سولفیدها و اسیدهای آلی خارج می‌شوند و انتشار متان با فراهم شدن محیط هوازی کاهش می‌یابد (Li, 2007).

بر اساس تحقیقات پیرمادیان و همکاران مشخص شد که برای افزایش عملکرد و بازدهی مصرف آب، روش آبیاری غرقاب متناوب نه تنها باعث کاهش عملکرد نسبت به آبیاری غرقابی دائم نمی‌شود، بلکه باعث افزایش بهره‌وری آب مصرفی نیز می‌گردد. اگرچه گاهی قطع آب و تنش خشکی متعاقب آن باعث کاهش عملکرد برنج می‌شود، ولی در بعضی مواقع اعمال مدیریت صحیح و آبیاری و خشک کردن محیط ریشه، تأثیری در کاهش عملکرد آن ندارد و حتی کاهش قطع آب با دور مناسب برای رقم موردنظر باعث افزایش عملکرد دانه نیز می‌شود (Pirmoradian et al., 2004).

گرم شدن کره زمین یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر در قرن حاضر است. دی‌اکسید کربن و متان مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای هستند که به ترتیب ۷۶ و ۱۶ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای منتشرشده به جو را به خود اختصاص داده‌اند. یکی از مهم‌ترین منابع انتشار کربن به اتمسفر شالیزارها هستند. انتشار گاز متان از شالیزارها حدود ۱۱ درصد از کل انتشار جهانی این گاز را شامل می‌شود (IPCC, 2014).

بر اساس یافته‌های ناگاتا و همکاران، زهکشی میان فصل یک هفته بیشتر از حالت مرسوم آن باعث کاهش ۳۴ درصدی انتشار گاز متان می‌شود و تنها ۲ درصد کاهش محصول را به دنبال دارد اما با اعمال زهکشی میان فصل دو هفته بیشتر از حالت مرسوم، انتشار گاز متان با کاهش ۵۸ درصدی و عملکرد محصول با کاهش ۱۸ درصدی روبرو می‌شود (Nagata et al., 2010).

طی تحقیقات انجام‌شده به‌وسیله کودو و همکاران در مرکز ژاپن، مشخص شد در آبیاری با زهکشی میان فصل و تناوبی نسبت به آبیاری غرقابی، ضمن کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد، انتشار گاز متان و اکسید نیتروژن نیز به میزان ۴۷/۱٪ کاهش داشته است و با توجه به سطح زیر کشت اراضی شالیزاری در جهان، می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای داشته باشد (Kudo et al., 2014).

پلنگی و همکاران (۱۳۹۳)، تأثیر زهکشی میان فصل را بر روند

و به‌صورت سه گیاهچه برنج در هر کپه انجام گرفت. مقدار کود شیمیایی مصرفی برای طارم هاشمی ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و برای رقم فجر ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار محاسبه و به کرت‌های آزمایشی اضافه شد. منبع تأمین آب و نوع آبیاری برای هر دو رقم یکسان بوده و آب موردنیاز به‌وسیله پمپ کنار مزرعه تأمین می‌شد. فرآیند آماده‌سازی بذر، تهیه خزانه، عملیات نشاء و عملیات داشت مطابق توصیه کارشناسان مرکز تحقیقات و عرف منطقه انجام شد. تیمارها در زمان مناسب و در انتهای پنجه‌زنی اعمال شدند. زمان حداکثر پنجه‌زنی که تقریباً با آغازش خوشه همراه است، در زمان ۳۵-۳۰ روز بعد از نشاکاری در رقم فجر با تیغ زدن ساقه اصلی و مشاهده آغازش خوشه تعیین می‌گردد. در طول دوره رشد، مقدار آب مصرفی هر کرت با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری شد و برای تعیین میزان عملکرد شلتوک در تیمارهای مختلف در مرحله رسیدگی، بوته‌های چهار مترمربع از هر کرت (قسمت نهایی) برداشت و پس از خشکاندن در مزرعه، خرمن کوبی و دانه‌ها با تعیین رطوبت دانه توزین شدند و عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد، محاسبه گردید.

کرت‌ها به‌جز در زمان اعمال زهکشی، به‌صورت غرقاب دائم بودند. ارتفاع آب قبل از اعمال تیمارهای زهکشی میان فصل ۷ سانتیمتر بود. ارتفاع آب روی کرت‌ها بین ۵ تا ۱۰ سانتیمتر بود و هر زمان ارتفاع آب به ۵ سانتیمتر می‌رسید با استفاده از آب چاه آبیاری کرت انجام می‌شد تا ارتفاع آب روی سطح زمین کرت به حدود ۱۰ سانتی‌متر برسد. با کنتور حجمی میزان آب داده شده به کرت اندازه‌گیری می‌شد. با استفاده از یک پیکه چوبی نصب‌شده به‌صورت قائم در داخل هر کرت میزان آب مصرفی هر کرت، با قرائت ارتفاع آب روی سطح زمین در دو روز متوالی محاسبه می‌شد. بر روی پیکه چوبی میخ فلزی به‌صورت عمودی نصب شد و پیکه چوبی به‌نحوی که میخ فلزی مماس بر سطح زمین داخل کرت شود در خاک فرو برده شد. با قرار دادن خط‌کش استیل بر روی میخ فلزی و جسیبده به پیکه چوبی، ارتفاع آب روی میخ (همان سطح زمین) قرائت شد. اختلاف ارتفاع پیش و پس از آبیاری نشان‌دهنده عمق آب آبیاری بود که با تقسیم حجم اندازه‌گیری شده با کنتور بر مساحت کرت نیز همین مقدار به دست می‌آید. همچنین در طول دوره رشد گیاه به‌جز در مواقع اعمال زهکشی، هیچ‌گاه سطح خاک مشخص نبوده و همواره کرت‌ها دارای آب بودند تا برآورد میزان آب مصرفی با اشکال روبرو نشود.

در اراضی شالیزاری به شیوه آبیاری غرقابی و دو مرتبه خشکی میان فصل قبل از مرحله گل‌دهی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب شده است.

زهکشی میان فصل با بهترین مدت‌زمان تداوم که بیشترین عملکرد محصول و کمترین آب مصرفی و نهایتاً بالاترین بهره‌وری آب را داشته باشد هدف این پژوهش می‌باشد. همچنین میزان افت محصول به همراه میزان مصرف آب متناظر آن می‌تواند به‌عنوان راهکارهای مدیریتی در زمان کمبود آب مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جلگه هراز با وسعت ۱۰۸۰۰۰ هکتار، از شمال به دریای خزر، از جنوب به دامنه‌های شمالی رشته‌کوه البرز، از شرق به رودخانه بابل رود و از غرب به رودخانه آتش رود محدود می‌شود و شهرهای آمل، محمودآباد، فریدون‌کنار و بخش‌هایی از بابلسر، بابل و نور را شامل می‌شود. رودخانه هراز، آبراهه اصلی حوضه کوهستانی به مساحت ۴۱۳۰۰۰ هکتار است که رواناب‌های آن را وارد جلگه می‌کند. به دلیل منابع آبی، شرایط اقلیمی و خاک مناسب، این جلگه از مهم‌ترین مناطق تولید برنج کشور می‌باشد.

این تحقیق در اراضی شالیزاری روستای دوغیکلا از توابع شهرستان بابلسر و در فاصله ۱۵ کیلومتری از این شهرستان با طول جغرافیایی "۲۹° ۳۴' ۵۲" و عرض جغرافیایی "۲۶' ۳۷' ۳۶" انجام شد. خاک مزرعه‌ای که طرح در آن اجرا شد دارای بافت سیلتی لومی بوده و درصدهای رس، سیلت و ماسه آن به ترتیب ۲۲، ۵۴ و ۲۴، میزان درصد ماده آلی خاک کرت‌های آزمایشی، ۲/۲ درصد و هدایت هیدرولیکی خاک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری، ۸۰ سانتی‌متر در روز می‌باشد.

روش تحقیق

این طرح به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که شامل رقم در دو سطح و مدت‌زمان زهکشی میان فصل در پنج سطح، تیمار زهکشی شامل صفر (تیمار شاهد)، ۳، ۵، ۷ و ۹ روز در کرت‌هایی به ابعاد ۴ × ۳ مترمربع به اجرا درآمد، ارقام مورد مطالعه، رقم هاشمی (کم محصول) با طول دوره رشد حدود ۱۱۳ روز از کاشت تا برداشت و متوسط عملکرد ۴/۱ - ۳/۸ تن شلتوک در هکتار و فجر (اصلاح‌شده پر محصول) با طول دوره رشد ۱۴۰ روز از زمان کاشت و متوسط عملکرد ۶/۵ - ۶ تن شلتوک در هکتار از ارقام کشت غالب منطقه بودند (غلامی و فاتحی، ۱۳۸۹). نشاکاری در تاریخ ۹۳/۲/۱۵ صورت گرفت و آرایش نشاء در رقم هاشمی به‌صورت ۲۰×۲۰ سانتیمتر و برای رقم فجر ۲۰×۲۵ سانتی‌متر

روش محاسبه بهره‌وری آب

بهره‌وری آب به روش CPD یا بهره‌وری فیزیکی که طبق تعریف نسبت میزان محصول تولیدشده (C) به میزان آب مصرف‌شده (D) است که با رابطه زیر محاسبه شد.

$$CPD(wp) = \frac{C}{D} \quad (1)$$

در رابطه بالا صورت کسر می‌تواند مقدار محصول خشک، تر و یا جزئی از محصول که به مصرف می‌رسد، باشد و مخرج کسر، آب مصرف شده است. لذا برای تعیین بهره‌وری آب، از داده‌های مربوط به کیلوگرم عملکرد شلتوک (بر اساس رطوبت ۱۴ درصد) هر کرت به مترمکعب آب مصرفی هر کرت استفاده شد. نتایج حاصل از تحقیق آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATC مورد تجزیه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر رقم بر آب مصرفی و عملکرد دانه و بهره‌وری آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و بیشترین مقادیر مربوط به رقم فجر بود (جدول ۱ و ۲). زهکشی میان فصل بر آب مصرفی، عملکرد دانه و بهره‌وری آب، در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده (جدول ۱) و بیشترین میزان آب مصرفی در تیمار زهکشی صفر (شاهد) و کمترین آن در تیمار زهکشی میان فصل ۵ روزه به دست آمد، آب مصرفی به‌جز در تیمار زهکشی ۵ روزه که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد، سایر تیمارها در یک سطح قرار داشته و فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۲). کرت‌هایی که زهکشی میان فصل در آن‌ها بیشتر از ۵ روز اعمال گردید به علت گسترش ترک‌ها در سطح و عمق بیشتر، از ۵ روزه به ۷ روزه و از ۷ روزه به ۹ روزه سبب مصرف آب بیشتر شد که با شیب صعودی ملایم رو به افزایش نهاد و پس از آبیاری مجدد، کرت‌ها آب بیشتری را علی‌رغم مدت بیشتر زهکشی مصرف کردند تا ترک‌های آن‌ها بسته‌شده و از نفوذ عمقی آن‌ها جلوگیری گردد. اعمال زهکشی تا ۵ روزه سبب افزایش عملکرد محصول شده ولی طولانی‌تر شدن مدت‌زمان زهکشی نه‌تنها باعث کاهش آب مصرفی نشد بلکه کاهش عملکرد را نیز به دنبال داشته است و مؤید این مطلب است که تنش خشکی در مدت زیاد، باعث افت عملکرد در اراضی شالیزاری می‌گردد.

همان‌طور که مشاهده شد وقوع زهکشی میان فصل تا ۵ روزه بر عملکرد گیاه افزود ولی با ادامه طول دوره زهکشی از عملکرد گیاه کاسته شد، به‌طوری‌که در رقم هاشمی تیمار زهکشی ۹ روزه با ۵۳۷۳ کیلوگرم بر هکتار کمترین عملکرد و تیمار زهکشی ۵ روزه با عملکرد ۵۸۵۱ کیلوگرم بر هکتار علی‌رغم مصرف کمتر آب (۶۴۶۰ مترمکعب

در هکتار) دارای بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب در میان سایر تیمارها بود.

عملکرد دانه رقم فجر در تیمارهای ۳ و ۵ روزه دارای اختلاف معنی‌دار با تیمارهای ۷ و ۹ روزه بودند، ولی با تیمار شاهد در یک سطح قرار داشتند. رقم فجر نیز در تیمار زهکشی میان فصل ۵ روزه دارای بیشترین عملکرد (۸۷۶۶ کیلوگرم بر هکتار) و در تیمار زهکشی میان فصل ۹ روزه دارای کمترین عملکرد (۶۷۴۸ کیلوگرم بر هکتار) بود (جدول ۳). در این رقم، بهره‌وری آب مصرفی در تیمار ۵ روزه با تیمارهای ۷ و ۹ روزه اختلاف معنی‌داری داشت ولی با تیمارهای شاهد و ۳ روزه در یک سطح قرار داشت.

شاخص بهره‌وری آب

بررسی شاخص بهره‌وری آب در بین تیمارهای مختلف رقم هاشمی نشان می‌دهد که تیمار زهکشی ۵ روزه دارای بیشترین بهره‌وری و تیمار زهکشی صفر (شاهد) دارای کمترین بهره‌وری آب می‌باشد و همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمار زهکشی ۵ روزه با توجه به اینکه کمترین آب مصرفی را به خود اختصاص داده بیشترین عملکرد را داشته که این به‌نوبه خود باعث افزایش چشمگیر بهره‌وری آب مصرفی در این دوره بسیار کوتاه از زهکشی کرت‌های مورد آزمایش گشته است. با نگاهی به جدول و عملکرد تیمارهای مختلف زهکشی در رقم فجر نیز مشاهده می‌شود که تیمار زهکشی ۵ روزه دارای بیشترین بهره‌وری آب و تیمار زهکشی ۹ روزه دارای کمترین بهره‌وری آب مصرفی به علت کاهش شدید عملکرد محصول می‌باشد. همان‌طور که می‌دانیم در کشور ما به علت کمبود منابع آب، تلاش هرچه بیشتر، در جهت افزایش عملکرد محصول و کاهش مصرف آب هرچند به میزان اندک، لازم و ضروری به نظر می‌رسد و اگر شرایط کمبود آب ادامه یابد با قبول کاهش محصول به میزان تقریبی ۰/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد برای رقم هاشمی و همچنین با کاهش محصول به میزان ۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (جدول ۳) برای رقم فجر اعمال زهکشی را تا ۹ روزه نیز می‌توان ادامه داد تا آب موردنیاز تأمین و یا از طریق نزولات جوی جبران گردد.

در زمینه افزایش بهره‌وری آب و اعمال روش‌های مختلف نظیر زهکشی میان فصل، قطع آبیاری و خشکاندن زمین و آبیاری غرقابی متناوب تحقیقات زیادی انجام گردیده و سبب دستیابی به بهبود شاخص بهره‌وری آب آبیاری گشته است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ پیرمردیان و همکاران، ۲۰۰۴؛ دهقانی، ۱۳۹۲).

نتایج این پژوهش نیز نشان از افزایش شاخص بهره‌وری آب در نتیجه اعمال تیمارهای مختلف زهکشی میان فصل برنج در هر دو رقم برنج داشت و در این میان، تداوم زهکشی ۵ روزه با توجه به افزایش عملکرد و کمترین مصرف آب نسبت به سایر تیمارهای زهکشی برای منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری آب ارقام برنج در تیمارهای زهکشی میان فصل

منابع تغییرات	درجه آزادی	آب مصرفی m ³ /ha	عملکرد دانه Kg / ha	بهره‌وری آب Kg / m ³
تکرار	۲	۳۶۵۷۳/۳	۳۶۴۵۰۴/۷	۰/۰۱
رقم	۱	**۵۸۸۰۰۰	**۳۸۳۳۵۲۵/۲	**۰/۶۵
زهکشی میان فصل	۴	**۶۷۰۲۵	**۱۲۹۱۸۴۵/۲	**۰/۰۳
اثر متقابل	۴	^{ns} ۱۲۶۷۵	*۸۳۰۹۴۳/۲	*۰/۰۱
خطا	۱۸	۱۴۰۲۸/۹	۳۴۱۷۲۶/۷	۰/۰۰۵
CV (درصد)		۱/۷۶	۷/۳	۷/۷

*، **، ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری آب ارقام برنج در تیمارهای زهکشی میان فصل

تیمار	رقم	آب مصرفی m ³ /ha	عملکرد دانه Kg / ha	بهره‌وری Kg / m ³
رقم	V1	b۶۵۶۳/۳	b۵۵۵۷/۲	b۰/۸۴۷
	V2	a۶۸۴۳/۳	a۷۸۱۸/۱	a۱/۱۴۲
زهکشی میان فصل	D0	a۶۸۳۸/۳	ab۶۶۸۱/۸	b۰/۹۷۵
	D3	ab۶۷۳۶/۶	ab۶۹۵۸/۲	ab۱/۰۳
	D5	b۶۵۵۸/۶	a۷۳۰۹/۳	a۱/۱۱
	D7	ab۶۶۴۶/۶	b۶۳۱۰/۳	b۰/۹۴
	D9	ab۶۷۳۶/۶	b۶۱۷۸/۶	b۰/۹۱

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. V1 رقم هاشمی، V2 رقم فجر، D0 بدون زهکشی، D3 زهکشی سه روزه، D5 زهکشی پنج روزه، D7 زهکشی هفت روزه، D9 زهکشی نه روزه

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در زهکشی میان فصل بر مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری آب

تیمار	رقم	آب مصرفی m ³ /ha	عملکرد دانه Kg / ha	بهره‌وری Kg / m ³	
D0	D0	a۶۷۳۳/۳	b۵۲۸۳/۶	b ۰/۸۰	
	D3	ab۶۶۴۶/۶	ab۵۵۶۸/۳	b۰/۸۳	
	V1	D5	c۶۳۶۳/۳	a۵۸۵۱/۹	a۰/۹۲
	D7	bc۶۴۶۶/۶	ab۵۶۰۸/۶	ab۰/۸۶	
	D9	ab۶۶۰۶/۶	b۵۳۷۳/۶	b۰/۸۱	
V2	D0	a۶۹۴۳/۳	abc۷۹۸۰	abc۱/۱۴	
	D3	a۶۸۲۶/۶	ab۸۳۴۸	ab۱/۲۲	
	D5	a۶۷۵۳/۳	a۸۷۶۶/۶	a۱/۳۰	
	D7	a۶۸۲۶/۶	bc۷۲۴۶/۹	bc۱/۰۶	
	D9	a۶۸۶۶/۶	c۶۷۴۸/۶	c۰/۹۸	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. V1 رقم هاشمی، V2 رقم فجر، D0 بدون زهکشی، D3 زهکشی سه روزه، D5 زهکشی پنج روزه، D7 زهکشی هفت روزه، D9 زهکشی نه روزه

نتیجه‌گیری

عملکرد و میزان مصرف آب و تعیین بهره‌وری آب مصرفی روی دو رقم برنج‌های هاشمی و فجر پرداخته شد. نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت زهکشی میان فصل بر روی بهره‌وری آب و همچنین کاهش

در این مطالعه به تأثیر استفاده از زهکشی میان فصل بر افزایش

سلیمانی، ع. و امیری لاریجانی، ب. ۱۳۸۳. اصول بهزرایی برنج. انتشارات آروبیج ایرانیان. ۳۱۶ صفحه.

صالحی هیکویی، م.، درزی نفت‌چالی، ع. شاهنظری، ع. و جعفری تلوکلایی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر مدیریت آبیاری در شالیزارهای مجهز به زهکشی زیرزمینی بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و عملکرد دانه برنج. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال هفتم، شماره بیست و هفتم: ۱۰۷ - ۱۱۹.

غلامی، م. و فاتحی عبدالملکی، ع. (۱۳۸۹)، «ارقام مختلف برنج را بهتر بشناسیم»، نشر آموزش کشاورزی، ۱۱۴ صفحه.

قربانپور، م.، مظاهری، د. علی نیا، ف. تقوی، م. ر. و نحوی، م. ۱۳۸۳. اثرات مدیریت مختلف آبیاری بر روی برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک برنج. مجله پژوهش و سازندگی (زراعت و باغبانی)، ۶۵ (۳): ۱۲۵-۱۱۰.

کریمی، و.، یوسفیان، ح. و سلمانی، م. ق. ۱۳۸۶. ارزیابی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری. دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، کرج، ایران.

IPCC. 2014. Climate change 2014- mitigation of climate change: working group iii contribution to the fourth assessment report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge.

Kudo, Y., Noborio, K. SHimoozono, N. and Kurihara, R. 2014. The effective water management practice for mitigating greenhouse gas emissions and maintaining rice yield in central Japan. Agriculture Ecosystem and Environment. 186: 77-85.

Li, C. 2007. Quantifying greenhouse gas emissions from soils: Scientific basis and modeling approach. Soil Science and Plant Nutrition. 53:344-352.

Nagata, H.R. 2010. Mitigation of methane Emissions from rice paddy fields in Japan. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Japan.

Pirmoradian, N., Sepaskhah, A. R. and Maftoun, M. 2004. Effect of water-saving irrigation and nitrogen fertilization on yield and yield component of rice (Oriza sativa L). Plant production Sciece.7 (3):337-346.

Toung, T. P. 1999. Productive water use in rice production: Opportunities. Journal of crop production 2: 241-264.

Toung, T. P. and Bhuiyan, S. I. 1999. Water use efficiency in rice production farm level perspective, agricultural water management. 40: 117-122.

مصرف آب و افزایش عملکرد محصول در هر دو رقم برنج در تیمار زهکشی ۵ روزه بوده و این گزینه جهت اعمال زهکشی میان فصل در اراضی مورد مطالعه مناسب به نظر می‌رسد. کاهش آب مصرفی در تداوم زهکشی ۵ روز نسبت به تیمار غرقاب دائم را می‌توان به عدم آبیاری در طول مدت ۵ روز نسبت داد از طرفی افزایش آب مصرفی در تداوم زهکشی ۹ روزه را می‌توان ناشی از کاهش رطوبت خاک تا حد پیدایش درز و ترک خاک و به تبع آن افزایش حجم آب مورد نیاز جهت اشباع نمودن دوباره خاک پس از اتمام تداوم زهکشی دانست. اگر در شرایط کمبود آب، طول مدت خشکی افزایش یابد به دلیل گسترش ترک‌های موجود به صورت طولی، عرضی و عمقی، آب زیادی هدر رفته و از دسترس گیاه خارج می‌شود. همچنین کافی نبودن رطوبت خاک جهت تأمین آب مورد نیاز گیاه، افت عملکرد محصول را به دنبال دارد. توجه به این نکته ضروری است که اعمال زهکشی میان فصل علاوه بر کاهش آب مصرفی، نه تنها هزینه اضافه‌ای به کشاورز تحمیل نمی‌کند، بلکه سبب افزایش محصول و در نتیجه سود بیشتر برای کشاورز می‌باشد و می‌تواند راهکاری مناسب برای مقابله با بحران آب و واردات برنج و تأمین غذا در کشور ما محسوب شود.

منابع

ابراهیمی‌راد، ح.، بابا زاده، ح. امیری، ا. و صدقی، ح. ۱۳۹۶. اثر مدیریت آبیاری و تراکم کشت بر عملکرد و بهره‌وری آب برنج رقم هاشمی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۳۱ (۴): ۶۳۶-۶۲۵.

اسدی، ر.، و یوسفیان، م. ۱۳۹۹. خشکاندن میان فصلی شالیزار برای افزایش عملکرد برنج و افزایش بهره‌وری آب. مجله ترویجی شالیزار، دوره دوم، شماره ۳: ۵۳ - ۶۲.

پلنگی، م.، پیرمادیان، ن. کریمی، و. و امیری لاریجانی، ب. ۱۳۹۳. تأثیر زهکشی میان فصل بر روند رشد شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی. مجله تحقیقات غلات، ۴ (۴): ۲۶۷-۲۷۸.

دهقانی، ن.، پیرمادیان، ن. کریمی، و. و نواییان، م. ۱۳۹۴. تأثیر زهکشی سطحی میان فصل بر مشخصات ترک‌های ایجاد شده در خاک سطحی مزارع شالیزاری. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۲ (۶): ۲۵۹ - ۲۷۰.

راهب، ج.، ۱۳۸۰. برنج و امنیت غذایی زیتون، ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی. شماره ۵۰: ۲۶-۳۷.

Promotion of Hashemi and Fajr Rice Cultivars Water Productivity by Mid-Summer Drainage of paddy field

V. Karimi^{*1}, M. Alijani², H. Hatami³

Received: Jul.22, 2021

Accepted: May.10, 2022

Abstract

Importance of rice as a staple crop for feeding of human being is obvious. Besides, water is major input for rice production. Water crisis is one of the serious interests for present and future conditions of IRAN. Then, this research was conducted for investigation of mid-summer drainage effects on yield, water consumption and water productivity of Hashemi and Fajr rice cultivars. For obtaining this purpose, a field experiment was carried out in 2014 at the end of tillering stage as a factorial in a randomized complete block design in 3 replications with 5 mid-summer drainage treatments i.e. 0, 3, 5, 7 and 9 days in Babolsar. Results showed that the effects of mid-summer drainage and variety on water consumption, grain yield and water productivity were significant ($p < 0.01$), and mid-summer drainage with 5 days' duration on both cultivars had the highest water productivity, 0.92 and 1.30 Kg/m³ respectively. Also maximum yield and minimum water consumption resulted from 5 days' mid-summer drainage treatment. Thus, 5 days' duration for mid-summer drainage of Paddyfield was recommended for this region.

Keywords: Mid-summer drainage, Paddy field, Water consumption, Water productivity

1 - Assistant Professor of Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

2 - Graduated from Irrigation & Drainage Engineering Course in Aban Haraz High Education Institute, Iran

3 - Ph.D. of Agronomy, Haraz Extension and Technology Development Center, Iran

(* - Corresponding Author Email: VKARIMI80@gmail.com)