بررسی اثر مدیریت آبیاری در شالیزارهای مجهز به زهکشی زیرزمینی بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و عملکرد دانه برنج

مهدی صالحی هیکویی[۱]، عبداله درزی نفت چالی[۲]، علی شاهنظری[۳]، مهدی جعفری تلوکلایی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱

چکیده

در این تحقیق، اثر آبیاری و زهکشی متناوب بر عملکرد و روند تغییرات ارتفاع بوته و تعداد پنجه برنج رقم طارم هاشمی در شالیزارهای دارای زهکشی زیرزمینی بررسی شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار زهکشی زیرزمینی و یک تیمار زهکشی سطحی متداول (شاهد) انجام شد. در طول فصل کشت برنج، تیمارهای مختلف در معرض دو دوره زهکشی ۱۰ و ۵ روزه (به‌ترتیب ۲۶ و ۴۳ روز پس از نشاکاری) به‌عنوان زهکشی میان‌فصل و یک دوره زهکشی پایان‌فصل (۶۴ روز پس از نشاکاری تا زمان برداشت) قرار گرفتند. آبیاری و زهکشی متناوب سبب افزایش تعداد پنجه و کاهش ارتفاع بوته در تیمارهای زهکشی زیرزمینی در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب به تعداد ۲ تا ۳ پنجه و ۱ تا ۶ سانتی‌متر شد. عملکرد دانه و شاخص برداشت در تیمارهای زهکشی زیرزمینی به‌ترتیب ۳۸-۱۰ و ۴۰-۲۱ درصد بیش‌تر از مقدار متناظر در تیمار شاهد بودند. براساس نتایج، آبیاری و زهکشی متناوب سبب افزایش تولید برنج در شالیزارهای مجهز به زهکش زیرزمینی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، شالیزار، زهکشی میان فصل، مدیریت آب.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۰۹۱۱۲۵۸۴۲۹۷، m.salehi1394@gmail.com
[۲] استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۰۹۱۱۹۲۶۲۵۹۸، abdullahdarzi@yahoo.com (مسئول مکاتبه)
[۳] دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۰۹۱۱۳۳۲۹۴۵۵، m.aliponh@yahoo.com
[۴]. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۰۹۱۱۲۵۶۱۵۶۵، mehdijafari_89@yahoo.com

مقدمه

برنج از یک سو به سبب قرار گرفتن در گروه محصولات راهبردی و از سوی دیگر وابستگی اقتصادی بخش قابل توجهی از جمعیت ساکن در مناطق شمالی کشور به آن، نیازمند تعاریفی جدید در زمینه‌ی چگونگی مدیریت آب است زیرا آب مهمترین عامل محدود کننده تولید و آبیاری مهمترین عملیاتی است که در زراعت برنج انجام می‌شود (صدرالدین و سلحشور، ۱۳۹۱). به‌طور معمول، شالیزارها در بیشتر مواقع از فصل کشت برنج، غرقاب می‌باشند که نتیجه آن، تخصیص مقدار زیادی از سهم آب کشاورزی در استان‌های شمالی کشور به زراعت برنج می‌باشد. کشت این گیاه در شرایط غرقاب دایم، نه تنها باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب می‌شود بلکه بر حاصلخیزی خاک و تولید برنج تاثیر منفی دارد (Bouman and Tuong, 2001). با توجه به مشکلات جدی کمبود آب در زمان کشت برنج، منابع محدود و افزایش تقاضای آب برای مصارف شهری و صنعتی، استفاده از روش سنتی غرقابی دایمی برای آبیاری شالیزارها، از نظر مدیریت آب، قابل توجیه به‌نظر نمی‌رسد. از سوی دیگر، برای تامین آب لازم در سیستم‌های آبیاری غرقاب دایم، هزینه‌های پمپاژ به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد (Ye et al., 2012). آبیاری و زهکشی متناوب یکی از روش‌های نسبتا نوین مدیریت آب در شالیزارهای برنج می‌باشد که می‌تواند سبب کاهش مصرف آب در مقایسه با آبیاری غرقاب دایم شود (Kukal et al., 2005; Tuong et al., 2005). در حال حاضر، این روش در برخی از کشورهای تولید کننده برنج، به‌طور گسترده‌ای به‌جای روش غرقاب دایم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Liu et al., 2013). در آبیاری و زهکشی متناوب در زمان‌های معینی در طول فصل رشد، اقدام به خشک کردن شالیزار می‌کنند. تعداد روزهای مجاز زهکشی در هر دوره، می‌تواند از یک تا بیش‌تر از ده روز متغیر باشد (Rejesus et al., 2011).

آبیاری و زهکشی متناوب با هدف کنترل ارتفاع سطح آب در کرت‌ها و کنترل عمق سطح ایستابی (Dunn et al., 2011; Chu et al., 2014) و کاهش انتشار گاز متان (Kim et al., 2014) در شالیزارها انجام می‌شود. تحقیق‌های گذشته نشان داد که این نوع مدیریت آب در شالیزارهای فاقد زهکشی زیرزمینی اثرات متفاوتی به‌دنبال داشت به‌طوری‌که در برخی موارد سبب بهبود عملکرد دانه و وزن خشک (Liu et al.,2013) و در شرایط دیگر سبب کاهش ناچیز عملکرد یا حفظ آن (Vries et al., 2009) و کاهش محسوس عملکرد دانه (صداقت و همکاران، ۱۳۹۱) شد. تحقیقی در ژاپن نشان داد که اجرا و توسعه‌ی آبیاری و زهکشی متناوب (تا قبل از خوشه دهی) سبب افزایش عملکرد دانه، شاخص سطح برگ (تا مرحله‌ی گلدهی، از مرحله‌ی گلدهی تا بلوغ کاهش می‌یابد)، ماده خشک اندام هوایی و ذخیره و بهره‌وری آب شد (Lampayan et al., 2014). در تحقیقی دیگر با کنترل آب آبیاری و کاهش ۸۰ تا ۱۰۰ درصدی آن نسبت به حالت اشباع، عملکرد دانه، جذب نیتروژن و بیوماس گیاه افزایش یافت (Juan et al., 2012). با این وجود، نتایج یک تحقیق مزرعه‌ای نشان داد که تفاوت در عملیات مدیریت آب (غرقابی، آبیاری و زهکشی متناوب) تاثیری بر عملکرد دانه، بیوماس و جذب نیتروژن توسط گیاه نداشت (Dong et al., 2012).

تنش آبی ناشی از آبیاری غیرغرقابی سبب کاهش رشد سلولی، کاهش پتانسیل آب برگ، بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت سبب کاهش مواد غذایی قابل دسترس گیاه با کاهش نرخ فتوسنتز می‌شود و کم آبیاری طولانی مدت نسبت به کم آبیاری ملایم، سبب کاهش تعداد پنجه و ارتفاع بوته می‌شود (Dass et al., 2016). با این وجود، برخی گزارش‌ها نشان دهنده افزایش قابل توجه تعداد پنجه‌های بارور، طول خوشه اصلی، وزن هزاردانه، تعداد دانه‌های پر، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه برنج در آبیاری و زهکشی

متناوب می‌باشند (Duttarganvi et al., 2014; Thakur et al., 2014). در مطالعه‌ای در اراضی شالیزاری روی سه نوع مدیریت آب بدون تنش، تنش ملایم و تنش طولانی مدت نشان داده شد که تنش ملایم و طولانی مدت سبب افزایش سرعت رشد گیاه برنج (تا قبل از مرحله‌ی باروری) و تعداد پنجه‌های غیرمثمر و تنش طولانی مدت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد شد (Hazra et al., 2014).

تحقیقات گذشته در زمینه آبیاری و زهکشی متناوب تنها با قطع آبیاری و یا زهکشی از طریق زهکش‌های سطحی واقع در مجاورت کرت‌ها در اراضی شالیزاری فاقد زهکشی زیرزمینی انجام شدند که در آن‌ها امکان افت زیاد سطح ایستابی و تهویه مناسب خاک وجود نداشت. افت سریع‌تر سطح ایستابی از طریق سیستم‌های زهکشی زیرزمینی، سبب بهبود شرایط اکسیداسیون و افزایش فعالیت میکروارگانیسم-های هوازی خواهد شد. با توجه به نقش تعیین کننده تعداد پنجه بارور و ارتفاع گیاه برنج بر عملکرد دانه (Badshah et al., 2014)، در این تحقیق، اثر آبیاری و زهکشی متناوب در شالیزارهای مجهز به زهکش‌های زیرزمینی، بر روند تغییرات شاخص‌های مذکور و عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی بررسی شد.

این پژوهش از اردیبهشت تا مرداد ۱۳۹۳ طی یک فصل کشت برنج در ۴/۵ هکتار از اراضی شالیزاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری- دریا انجام شد. عرض و طول جغرافیایی منطقه به ترتیب ۳۶/۳۹ درجه شمالی و ۵۳/۰۴ درجه شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵- متر می‌باشد. بافت خاک مزرعه تا عمق ۲ متری، غالباً از نوع سیلتی رس و از ۲ تا ۳ متری، رسی است. آمار هواشناسی از جمله بارش و درجه حرارت از ایستگاه اقلیم شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جمع آوری شد. طبق آمار هواشناسی ۱۳ ساله (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳)، متوسط بارندگی و دمای هوای منطقه به‌ترتیب ۶۳۶ میلی‌متر و ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد است. از کل مدت مطالعه، به جز اردیبهشت و خرداد، در سایر ماه‌ها مقدار بارندگی ماهانه کمتر از میانگین بلند مدت دوره متناظر بود. علاوه بر این، مجموع بارندگی در سال ۱۳۹۳، ۵۴۳/۵ میلی‌متر بود که حدود ۱۴/۵ درصد کم‌تر از میانگین بارندگی بلندمدت بود. از نظر دمایی، تمام ماه‌های فصل کشت گرم‌تر از وضعیت نرمال بودند. میانگین دمای هوا و مجموع بارندگی ماهانه در طول دوره مطالعه و مقدار متناظر بلند مدت در جدول (۱) ارایه شد.

مواد و روش‌ها

جدول (۱): پارامترهای هواشناسی ثبت شده در مزرعه مورد مطالعه

ماه	دمای هوا (C^0)		میانگین بلند مدت دما	بارندگی	میانگین بلند مدت بارندگی
	کمینه	بیشینه	سانتی گراد	میلی متر	میلی متر
اردیبهشت	۱۲/۴	۳۴	۱۸/۲	۲۲/۱	۲۰/۸
خرداد	۱۵/۶	۳۵	۲۲/۷	۶۴/۳	۲۲/۴
تیر	۲۰/۴	۳۴/۵	۲۶/۳	۰	۱۸/۳
مرداد	۲۰	۳۷/۵	۲۶/۸	۱۰/۸	۱۴/۱

سیستم‌های زهکشی زیرزمینی موجود در مزرعه مورد مطالعه عبارتند از: سه نوع سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی با عمق ۰/۹ متر و فاصله ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30}$)، عمق ۰/۶۵ متر و فاصله ۱۵ متر ($D_{0.65}L_{15}$) و عمق ۰/۶۵ متر و فاصله ۳۰ متر ($D_{0.65}L_{30}$) و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی متشکل از چهار خط زهکش به فاصله ۱۵ متر با اعماق ۰/۶۵ و ۰/۹ متر به‌صورت یک‌درمیان

(Bi-level). زه‌آب کلیه خطوط زهکش به درون یک کانال روباز با عمق ۱/۲ متر تخلیه می‌شود. این کانال در زمان اجرای عملیات تجهیز و نوسازی، به‌عنوان زهکش سطحی حفر شد. یکی از کرت‌هایی که فقط تحت تاثیر زهکش سطحی بود به‌عنوان کرت کنترل (تیمار شاهد) در نظر گرفته شد. مشخصات تیمارهای زهکشی به تفصیل در (درزی و همکاران، ۱۳۹۱) ارایه شد.

در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۳، برنج رقم طارم هاشمی در تیمارهای مورد آزمایش کشت شد. کلیه عملیات زراعی به استثنای مدیریت آب، مطابق با فعالیت‌های زراعی رایج در منطقه و توسط زارعین محلی انجام شد. برای اعمال مدیریت آب، در دو زمان مختلف قبل از گلدهی (۲۵ و ۴۲ روز پس از نشاکاری به ترتیب در دو دوره ۱۰ و ۵ روزه) و حدود دو هفته قبل از برداشت (۶۴ روز پس از نشاکاری تا زمان برداشت)، با قطع آبیاری و باز کردن دریچه زهکش‌ها، شرایط زهکشی آزاد فراهم شد. در فواصل بین دوره‌های مختلف زهکشی، مزرعه تحت آبیاری غرقاب بود. برخی از فعالیت‌های زراعی مربوط به دوره کشت، در جدول (۲) ارایه شد.

جدول(۲): خلاصه فعالیت‌های زراعی و مدیریتی در مزرعه طی مدت مطالعه

تاریخ	عملیات زراعی یا مدیریتی	توضیحات
۵ تا ۱۸ اردیبهشت	شخم و عملیات گل خرابی	-
۱۸ و ۱۹ اردیبهشت	کوددهی پیش فصل	سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره، به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار
۲۰ اردیبهشت	نشاکاری	به صورت دستی
۲۸ اردیبهشت	سمپاشی	علف‌کش سیستمیک بن سولفورون متیل (لونداکس) و رونستار به ترتیب به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار و ۴ لیتر در هکتار
۲ خرداد	کوددهی و سمپاشی	۲۰ کیلوگرم در هکتار گرانول، ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره
۱۱ تا ۱۳ خرداد	وجین	-
۱۴ تا ۲۳ خرداد	اولین دوره زهکشی	-
۲۰ خرداد	کوددهی	۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره
۲۴ تا ۳۱ خرداد	آبیاری	-
۳۰ خرداد	کوددهی و سمپاشی	۲ کیلوگرم در هکتار کود تقویتی مسترز، ۲ لیتر در هکتار سم بلاست و فنتری‌تیون
۱ تا ۵ تیر	دومین دوره زهکشی	-
۶ تا ۲۱ تیر	آبیاری	-
۲۲ تیر	شروع سومین دوره زهکشی	-
۱۴ مرداد	برداشت برنج	-

در تیمارهای زهکشی زیرزمینی با فاصله ۳۰ متر ($D_{0.9}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{30}$) و ۱۵ متر (Bilevel و $D_{0.65}L_{15}$)، به‌ترتیب محدوده‌ای به مساحت ۱۵۰ و ۷۵ متر مربع (نواری به عرض پنج متر در فاصله بین دو خط زهکش) به‌عنوان محل نمونه‌برداری انتخاب شد. این محدوده، به‌ترتیب به سه واحد ۵۰ و ۲۵ متر مربعی (به‌عنوان تکرار) تقسیم شد. از ۱۵روز پس از نشاکاری تا خوشه‌دهی کامل، هر ده روز، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در این تکرارها پایش شد. در زمان برداشت، عملکرد دانه (در مترمربع)، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و شاخص برداشت در هر تکرار تعیین شد. همچنین، کلیه شاخص‌های مورد نظر در

سه مستطیل ۵۰ متر مربعی واقع در مرکز کرت شاهد، تعیین شدند. آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس از طریق مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) و به‌وسیله نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2004) صورت گرفت. بعد از حصول اطمینان از نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر تیمارهای زهکشی و تاریخ‌های نمونه‌برداری بر تعداد پنجه و ارتفاع بوته در جدول (۳) ارایه شد. این شاخص‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تاریخ و اثر متقابل تاریخ و تیمارهای زهکشی قرار گرفتند، اما اثر تیمارهای زهکشی بر آن‌ها معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارها و زمان‌های مختلف بر ارتفاع بوته و تعداد پنجه در جداول (۴) و (۵) ارایه شد. کم‌ترین میانگین تعداد پنجه (۱۶/۱۳) در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن (۱۹/۷) در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ مشاهده شد. میزان پنجه در تیمارهای دارای زهکشی زیرزمینی، تا حدودی بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین، ۳۵ روز بعد از نشاکاری (پایان اولین دوره زهکشی)، تعداد پنجه در کلیه تیمارها به حداکثر مقدار خود رسید. در مرحله حداکثر پنجه‌دهی، کشاورزان معمولا با هدف کاهش تعداد پنجه‌های غیر مثمر و دفع مواد سمی از قبیل سولفیدها و اسیدهای آلی از ناحیه ریشه (Kia, 2006)، اقدام به خشک کردن زمین می‌کنند. روند کاهش تعداد پنجه پس از پایان اولین دوره زهکشی، موید تاثیر مثبت زهکشی و اعمال تنش آبی بر قطع پنجه‌زنی غیر مثمر برنج می‌باشد، که با تحقیقات (Amiri et al., 2009) و (Bakul et al., 2009) مطابقت دارد. در مطالعه‌ای در اراضی شالیزاری فاقد زهکش زیرزمینی مشاهده شد که آبیاری و تنش متناوب با ازدیاد تعداد پنجه‌های بارور، می‌تواند عملکرد برنج را افزایش دهد (Yao et al., 2011). در بازه زمانی بین ۳۵ تا ۵۵ روز پس از نشاکاری، تعداد پنجه به‌تدریج کاهش یافت و پس از آن به مقدار نسبتا ثابتی رسید.

جدول (۳): تجزیه واریانس اثر تیمارهای زهکشی و تاریخ‌های نمونه‌برداری بر ارتفاع بوته و تعداد پنجه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پنجه	ارتفاع بوته
تکرار	۲	۳۲/۶^{ns}	۲۴۱/۴^{ns}
تیمار	۴	۳۳/۴^{ns}	۱۰۷/۸^{ns}
خطای الف (تکرار در تیمار)	۸	۱۲/۸**	۸۱/۲**
تاریخ	۶	۴۷۶/۳ **	۳۶۱۶۳/۹ **
تیمار در تاریخ	۲۴	۵/۸ **	۴۸/۱ **
خطای ب	۶۰	۱/۴	۱۰/۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۴	۲/۸

ارتفاع بوته منعکس کننده واکنش رشد رویشی گیاه به عملیات‌های مختلف مدیریتی می‌باشد. اگرچه روند افزایشی ارتفاع بوته در کلیه تیمارها تا ۶۵ روز پس از نشاکاری ادامه یافت اما، میزان افزایش آن در دوره‌های مختلف در تیمارهای زهکشی زیرزمینی و سطحی، متفاوت بود. اعمال اولین مرحله زهکشی، باعث کاهش سرعت رشد برنج در دوره ۲۵ تا ۳۵ روز پس از نشاکاری (مرحله رشد رویشی) شد که با نتایج (Bakul et al., 2009) مطابقت دارد. کم‌ترین افزایش ارتفاع بوته در این دوره، مربوط به تیمار $D_{0.65}L_{15}$ بود که علت آن تنش بیش‌تر بر اثر افت سریع‌تر سطح ایستابی در این تیمار به‌دلیل فاصله کمتر زهکش‌ها می‌باشد. در دوره بعدی (۳۵ تا ۴۵ روز پس از

نشاکاری)، ارتفاع بوته در کلیه تیمارها به مقدار قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۵). همچنین، در کلیه تیمارها، بیشترین افزایش ارتفاع بوته در دوره ۴۵ تا ۵۵ روز پس از نشاکاری رخ داد. در این دوره، کمترین و بیشترین افزایش ارتفاع بوته برنج برابر ۳۵/۶ و ۴۳/۵ سانتی‌متر بودند که به‌ترتیب در تیمارهای $D_{0.65}L_{15}$ و شاهد مشاهده شدند. برقراری دومین مرحله زهکشی به مدت پنج روز (۴۲ تا ۴۶ روز پس از نشاکاری)، نقش مهمی در افزایش رشد گیاه در این دوره داشت. خشک نگهداشتن موقت ناحیه ریشه، به‌دلیل ایجاد تنش رطوبتی موقت باعث افزایش هورمون‌های شیمیایی به‌ویژه آبسسیک اسید در این ناحیه و متعاقبا افزایش تراکم ریشه در واحد سطح می‌شود (Taiz and Zeiger, 2005). آبیاری مجدد گیاه قبل از بروز عکس‌العمل‌های فیزیکی به تنش، به‌دلیل تغییرات فیزیولوژیکی ایجاد شده در سامانه ریشه گیاه، باعث افزایش شدت جذب آب و مواد غذایی می‌شود (Liang et al., 1996) که نتیجه آن افزایش رشد رویشی خواهد بود. مقایسه میزان افزایش ارتفاع بوته در دوره ۵۵ تا ۶۵ روز پس از نشاکاری در تیمارهای مختلف نشان‌دهنده رشد قابل توجه ارتفاع بوته در تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای زهکشی زیرزمینی می‌باشد. در این دوره، ارتفاع بوته در تیمارهای زهکشی زیرزمینی بین ۵/۵ تا ۸/۱ سانتی‌متر و در تیمار شاهد حدود ۲۰/۴ سانتی‌متر افزایش یافت (جدول ۵). ۷۵ روز بعد از نشا (پس از پایان زهکشی سوم) کمترین مقدار ارتفاع بوته (۱۵۹ سانتی‌متر) در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ و بیشترین مقدار آن (۱۷۴ سانتی‌متر)، در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴ و ۵). طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی در تیمار شاهد می‌تواند سبب مصرف مواد غذایی بیشتری برای رشد رویشی شود که این مساله در شرایط محدودیت مواد غذایی خاک، بر عملکرد برنج تاثیر منفی خواهد داشت زیرا کربوهیدرات‌های کمتری برای تولید دانه اختصاص داده می‌شود. این در حالی است که تکمیل سریع‌تر دوره رشد رویشی در تیمارهای زهکشی زیرزمینی و متعاقب آن ورود به مرحله رشد زایشی، باعث می‌شود استفاده بهتری از مواد غذایی خاک برای تولید محصول به‌عمل آید که نتیجه آن افزایش کارایی مصرف مواد غذایی مانند نیتروژن (Darzi-Naftchali and Shahnazari, 2014) خواهد بود. از سوی دیگر، سرعت رشد بیشتر گیاهان زراعی، می‌تواند منجر به استفاده بهتر آنها از نور و سایر شرایط محیطی در رقابت با علف‌های هرز شود که نتیجه آن بهبود فتوسنتز و عملکرد محصول خواهد بود.

جدول (۴): نتایج مقایسه میانگین تعداد پنجه و ارتفاع بوته در تیمارها و تاریخ‌های مختلف

تیمار	تعداد پنجه	ارتفاع بوته
$D_{0.9}L_{30}$	^{a}۱۸/۸۴	^{a}۱۱۵/۱
Bilevel	^{ab}۱۸/۲	^{a}۱۱۲/۶۰
$D_{0.65}L_{30}$	^{a}۱۹/۷	^{a}۱۱۳/۱
$D_{0.65}L_{15}$	^{ab}۱۸	^{a}۱۱۷
Control	^{b}۱۶/۱۳	^{a}۱۱۸
روز پس از نشا		
۱۵	^{e}۶/۳	^{f}۴۵/۹
۲۵	^{d}۱۷/۳	^{e}۶۹/۸
۳۵	^{a}۲۴/۱	^{d}۸۶/۶
۴۵	^{b}۲۱/۲	^{c}۱۱۵/۷
۵۵	^{c}۱۹/۶	^{b}۱۵۶/۲
۶۵	^{c}۱۹/۵	^{a}۱۶۵/۷
۷۵	^{c}۱۹/۵	^{a}۱۶۵/۷

میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون، در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول (۵): مقایسه میانگین صفات تعداد پنجه و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) در طول فصل رشد

روز پس از نشا	تیمار	ارتفاع بوته	تعداد پنجه
۱۵	$D_{0.9}L_{30}$	۴۵/۷ ab	۵/۸ a
	Bilevel	۴۱/۳ b	۶/۳ a
	$D_{0.65}L_{30}$	۴۸ ab	۶/۳ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۴۸/۳ a	۷ a
	Control	۴۶/۲ ab	۶/۲ a
۲۵	$D_{0.9}L_{30}$	۷۱/۳ ab	۱۷ cb
	Bilevel	۶۶/۵ c	۱۴/۷ c
	$D_{0.65}L_{30}$	۶۹/۵ cab	۲۰/۲ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۷۲/۸ a	۱۹/۳ ab
	Control	۶۸/۸ cb	۱۵/۱ c
۳۵	$D_{0.9}L_{30}$	۸۹/۱ a	۲۵/۱ ab
	Bilevel	۸۸/۳ a	۲۴/۴ ab
	$D_{0.65}L_{30}$	۸۸/۱ a	۲۷/۹ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۷۸/۱ a	۲۳/۱ cb
	Control	۸۹/۶ a	۲۰ c
۴۵	$D_{0.9}L_{30}$	۱۱۱/۶ a	۲۴/۲ a
	Bilevel	۱۱۵/۳ a	۲۱/۷ ab
	$D_{0.65}L_{30}$	۱۱۴/۴ a	۲۱/۸ ab
	$D_{0.65}L_{15}$	۱۱۹/۴ a	۱۹/۶ cb
	Control	۱۱۸ a	۱۸/۵ c
۵۵	$D_{0.9}L_{30}$	۱۵۷/۳ ab	۱۹/۷ a
	Bilevel	۱۵۳/۷ b	۲۰/۲ a
	$D_{0.65}L_{30}$	۱۵۳/۵ b	۲۰/۷ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۱۶۲/۹ a	۱۸/۷ a
	Control	۱۵۳/۶ b	۱۸/۴ a
۶۵	$D_{0.9}L_{30}$	۱۶۵/۴ cb	۲۰ a
	Bilevel	۱۶۱/۶ cb	۲۰ a
	$D_{0.65}L_{30}$	۱۵۹ c	۲۰/۴ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۱۶۸/۵ ab	۱۹/۱ a
	Control	۱۷۴ a	۱۷/۹ a
۷۵	$D_{0.9}L_{30}$	۱۶۵/۴ cb	۲۰/۱ a
	Bilevel	۱۶۱/۶ cb	۲۰ a
	$D_{0.65}L_{30}$	۱۵۹ c	۲۰/۴ a
	$D_{0.65}L_{15}$	۱۶۸/۵ ab	۱۹ /۱ a
	Control	۱۷۴ a	۱۷ /۹ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون، در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای زهکشی بر عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در جدول (۶) و نتایج مقایسه میانگین این صفات در جدول (۷) ارایه شد. عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای زهکشی قرار گرفت که این امر نشان‌دهنده تاثیرپذیری این پارامتر از مدیریت آبیاری و زهکشی می‌باشد. به عبارت دیگر، تفاوت عملکرد دانه در تیمارهای مختلف را می‌توان نتیجه واکنش نسبتا متفاوت ارتفاع بوته و تعداد پنجه به مدیریت آبیاری و زهکشی در این تیمارها دانست. عملکرد دانه در تیمارهای $D_{0.9}L_{30}$ و Bilevel، اختلاف معنی‌داری با مقدار آن در تیمار شاهد داشت. کمترین و بیشترین مقدار عملکرد دانه برابر ۳۹۵۰/۳ و ۵۴۳۵/۷ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و $D_{0.9}L_{30}$ مشاهده شد. عملکرد دانه در تیمارهای $D_{0.9}L_{30}$، Bilevel، $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ به‌ترتیب به میزان ۱۴۸۵/۴، ۱۰۸۹/۴، ۷۲۸/۴ و ۴۰۱/۷ کیلوگرم در هکتار بیشتر از میزان آن در تیمار شاهد بود. به‌طور کلی عواملی چون مدیریت آب در مزرعه (شدت و طول مدت تنش آبی و زمان اعمال آن نسبت به مراحل رشد گیاه)، کیفیت آب، مقدار و زمان کوددهی، تراکم کشت، نوع رقم گیاه برنج، آب و هوا و نوع خاک بر عملکرد گیاه برنج موثر هستند (رضایی و همکاران.، ۱۳۸۸؛ ثابتی و

جعفرزاده.، ۱۳۸۵؛ ., 2013; Ndiiri et al., 2012; Kayiranga, 2006). در این تحقیق مدیریت آب در مزرعه از طریق اعمال آبیاری و زهکشی متناوب، اثر قابل توجهی بر عملکرد دانه داشت و سایر عوامل موثر بر عملکرد برنج برای تمام تیمارها یکسان بود. به طوری که اعمال تنش آبی ناشی از آبیاری و زهکشی متناوب قبل از مرحله‌ی آبستنی یا خوشه دهی (بدون هرگونه اختلال در جذب مواد غذایی) سبب بهبود عملکرد دانه از طریق افزایش پنجه‌های مثمر در تیمارهای زهکش زیرزمینی نسبت به تیمار شاهد شد که با مطالعات پیشین (Zhang et al., 2009; Ceesay et al., 2006; Belder et al., 2005) مطابقت دارد.

جدول (۶): میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر سیستم‌های زهکشی روی عملکردهای دانه، کاه و بیولوژیک (کیلوگرم بر هکتار) و شاخص برداشت برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۲۳۶۸۷^{ns}	۴۷۳۹۳۰۶^{ns}	۶۳۸۶۴۷۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
تیمار	۴	۱۰۰۴۸۱/۷*	۳۰۸۹۰۰۰^{ns}	۲۴۶۷۲۷۰^{ns}	۰/۰۰۶۲*
خطا	۸	۲۶۹۹۹۴/۰۱	۱۶۱۳۱۴۰	۲۴۳۵۶۴۱/۴	۰/۰۰۰۷۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۱	۱۵/۷	۱۲/۲۱	۷/۴۳

ns، غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد. *، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر عملکرد کاه و عملکرد بیولوژیک وجود نداشت (جدول ۶). کمترین مقدار عملکردهای کاه و بیولوژیک به‌ترتیب برابر ۶۹۱۳ و ۱۱۵۹۲ کیلوگرم در هکتار بود که در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ مشاهده شد. با مقایسه این مقادیر با میزان ارتفاع بوته و تعداد پنجه، مشخص می‌شود که نقش ارتفاع بوته در میزان عملکرد کاه بیشتر از نقش تعداد پنجه می‌باشد. در زمان برداشت، تعداد پنجه در این تیمار تا حدی بیشتر از مقدار آن در سایر تیمارها بود ولی ارتفاع بوته در آن به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار آن در سایر تیمارها بود که نشان از همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد کاه و بیولوژیک با ارتفاع بوته دارد (Drazi-Naftchali and Shahnazari, 2014). با کاهش میزان آب موجود (افزایش عمق سطح ایستابی ناشی از زهکشی)، سطح برگ و میزان فتوسنتز گیاه کاهش یافته و در نتیجه تولید ماده خشک کاهش می‌یابد (Grigg et al., 2000). از آنجایی که ارتفاع گیاه برنج در شرایط تنش آبی یا آبیاری تناوبی، تحت تاثیر ارتفاع آب در کرت قرار دارد (قربانلی و همکاران.، ۱۳۸۵)، بیشترین عملکرد کاه (۹۵۴۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده شد که دارای بیشترین ارتفاع بوته (۱۷۴ سانتی‌متر) در زمان برداشت بود. اما، عملکرد بیولوژیک در تیمار Bilevel (۱۳۶۵۳ کیلوگرم در هکتار) به مقدار کمی بیشتر از مقدار آن در تیمار شاهد (۱۳۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) بود. که با نتایج (Drazi-Naftchali and Shahnazari, 2014) طی یک دوره زهکشی میان‌فصل مطابقت دارد.

شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می‌باشد. تیمارهای زهکشی اثر معنی‌داری روی شاخص برداشت داشتند (جدول ۶). تفاوت شاخص برداشت در تیمارهای مختلف را می‌توان نتیجه عکس‌العمل معنی‌دار تعداد پنجه و عملکرد دانه به اعمال سه دوره‌ی زهکشی دانست. شاخص برداشت همبستگی بالایی با عملکرد دانه دارد (درزی و

همکاران، ۱۳۹۱). مطالعه‌ای روی سه نوع مدیریت آب در اراضی شالیزاری فاقد زهکش زیرزمینی نشان داد، اعمال تنش متوسط ناشی از آبیاری و زهکشی متناوب، سبب بهبود در فعالیت ریشه، کاهش رشد رویشی گیاه و در نهایت منجر به افزایش شاخص برداشت شد (Yang and Zhang, 2010). این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. همچنین مقدار شاخص برداشت از ۰/۲۹ در تیمار شاهد تا ۰/۴۱ در تیمار $D_{0.9}L_{30}$ متغیر بود (جدول ۷). افزایش شاخص برداشت در تیمارهای زهکشی زیرزمینی نسبت به تیمار شاهد و رابطه مستقیم آن با عملکرد دانه نشان می‌دهد که این تیمارها شرایط بهتری از نظر تهویه داشتند که نتیجه آن جذب بهتر مواد غذایی است.

جدول (۷): مقایسه میانگین اثر سیستم‌های زهکشی روی عملکردهای دانه، کاه و بیولوژیک (کیلوگرم بر هکتار) و شاخص برداشت برنج

تیمار	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
$D_{0.9}L_{30}$	۵۴۳۵/۷^{a}	۷۶۴۷^{ab}	۱۳۰۸۲^{a}	۰/۴۱۶^{a}
Bilevel	۵۰۳۹/۷^{ab}	۸۶۱۳^{ab}	۱۳۶۵۳^{a}	۰/۳۷۳^{ab}
$D_{0.65}L_{30}$	۴۶۷۸/۷^{cab}	۶۹۱۳^{b}	۱۱۵۹۲^{a}	۰/۴۰۲^{ab}
$D_{0.65}L_{15}$	۴۳۵۲^{cb}	۷۷۱۳^{ab}	۱۲۰۶۵^{a}	۰/۳۶۲^{b}
Control	۳۹۵۰/۳^{c}	۹۵۴۷^{a}	۱۳۴۹۷^{a}	۰/۲۹۸^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون، در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه گیری

در این تحقیق، برای بررسی اثر آبیاری و زهکشی متناوب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج رقم هاشمی، تحقیقی در پایلوت زهکشی اراضی شالیزاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. این نوع مدیریت آب، 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 آبی در مرحله حداکثر پنجه زنی (۲۴ تا ۳۵ روز بعد نشا)، 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 به طوری که، عملکرد دانه در تیمارهای $D_{0.9}L_{30}$، Bilevel، $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ به‌ترتیب به میزان ۳۷/۶، ۲۷/۶، ۱۸/۴ و ۱۰/۲ درصد بیشتر از میزان آن در تیمار شاهد بود. بنابراین، علاوه بر نصب سیستم‌های زهکشی زیرزمینی در اراضی شالیزاری، باید از روش‌های مدیریتی چون آبیاری و زهکشی متناوب برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری از منابع محدود آب و خاک استفاده کرد.

منابع

ثابتی ع.، م.، جعفرزاده. ۱۳۸۵. بررسی اثر تاریخ، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد برنج. مجله کشاورزی، جلد ۸، شماره ۲ . ص ۱۳-۲۲.

درزی، ع.، س. م.، میر لطیفی، ع.، شاه نظری، ف. اجلالی، و م. ح.، مهدیان. ۱۳۹۱. تأثیر زهکشی سطحی و زیرزمینی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در اراضی شالیزاری. مجله پژوهش‌های آب در کشاورزی، ج ۲۶ (۱): ۶۱ -۷۰.

رضایی.، م، م.ک.، معتمد، ع.، یوسفی، ا.، امیری. ۱۳۸۸. تغییرات مصرف آب در مدیریت های مختلف آبیاری و تاثیر آن برمیزان عملکرد ارقام مختلف برنج. نشریه آب و خاک. جلد ۲۴ ، شماره ۳، ص. ۵۷۳-۵۶۵.

صداقت، ن.، ه.، پیردشتی، م. ع.، اسماعیلی، ر. اسدی، و س. ی.، موسوی. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج (اصلاح شده و بومی) به مدیریت‌های مختلف آبیاری. دوازدهمین کنگره‌ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ص۴- ۱.

صدرالدینی ع. ا.، ف.، سلحشور دلیوند. ۱۳۹۱. اثر تنش شوری و رژیم آبیاری بر عملکرد برنج و کارایی مصرف آب در خاک‌های ترک‌دار شالیزاری. تحقیقات غلات، سال دوم، شماره سوم.

قربانلی، م. ش. هاشمی مقدم. و ا. فلاح. ۱۳۸۵. بررسی اثرمتقابل آبیاری و نیتروژن بر برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه برنج (Oryza sativa). مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی. ۲: ۴۲۸-۴۱۵.

Amiri, E., M., Khandan, H. R., Bozorgi, S. M. Sadeghi, and M. Rezaei. 2009. Response of rice varieties to water limit conditions in north Iran. World Applied Sciences Journal. 6(9): 1190-1192.

Badshah, M. A., N., TU, Y., Zou, M. Ibrahim, and K. Wang. 2014. Yield and Tillering response of super hybride rice Liangyoupeijiu to tillage and establishment methods. The Crop Journal. 2(1): 79-86.

Bakul, M. R. A., M. S., Akter, M. N., Islam, M. A. A. Chowdhury, and M. H. A. Amin. 2009. Water stress effect on morphological characters and yield attributes in some mutants t-Aman rice line. Bangladesh Research Publication Journals. 3(2): 934-944.

Belder, P., J. H. J., Spiertz, B. A. M., Bouman, G. Lu, and T. P. Tuong. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation. Field Crops Research. 93(2-3): 169-185.

Bouman, B. A. and T. P. Tuong.2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agricultural Water Management. 49(1): 11–30.

Ceesay, M., W. S., Reid, E. C. M. Fernandes, and N. T. Uphoff. 2006. The effects of repeated soil wetting and drying on lowland rice yield with system of rice intensification (SRI) methods. International Journal of Agricultural Sustainability. 4(1): 5-14.

Chu, G., T., Chen, Z., Wang, J. Yang, and J. Zhang. 2014. Morphological and Physiological traits of roots and their relationships with water productivity in water–saving and drought–resistant rice. Field Crop Research. 162: 108–119.

Darzi-Naftchali, A. and A.Shahnazari.2014. Influence of subsurface drainage on the productivity of poorly drained paddy fields. European Journal of Agronomy. 56: 1-8.

Dass, A., S., Chandra, A. K., Choudhary, G. Singh, and S.Sudhishri.2016. Influence of field re-ponding pattern and plant spacing on rice root-shoot characteristics, yield, and water productivity of two modern cultivars under SRI management in Indian Mollisols. Paddy Water Environ. 14(1): 45-59.

Dong, N. M., K. K., Brandt, J., Sorensen, N. N., Hung, C. V., Hach, P. S. Tan, and T. Dalsgaard. 2012. Effect of alternating wetting and drying versus continuous flooding on fertilizer nitrogen fate in rice field in the Mekong Delta, Vietnam. Soil Biology and Biochemistry. 47: 166–174.

Dunn, B.W. and D.S. Gaydon. 2011. Rice growth, yield and water productivity responses to irrigation scheduling prior to the delayed application of continuous flooding in south–east Australia. Agricultural Water Management. 98: 1799–1807.

Duttarganvi, S., K., Tirupataiah, Y.K., Reddy, K., Sandhyrani, M.R. Kumar, and K. Malamasuri. 2014. Yield and water productivity of rice under different cultivation practices and irrigation regime. International symposium on integrated water resources management (IWRM). Kozihkode, Kerala, India. 938-943.

Grigg, B. C., Beyrouty, C. A., Norman, R. J., Gbur, E. F., Hanson, M. and Wells, B. R. (2000). Rice responses to changes in floodwater and N timing in southern USA. Field Crops Research. 66(1): 73-79.

Hazra, K. K. and S. Chandra. 2014. Effect of extended water stress on growth, tiller mortality and nutrient recovery under system of rice intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 1-9.

Juan, L. Y., C., Xing, I. H., Shamsi, F. Ping, and L. X. Yong. 2012. Effect of Irrigation patterns and nitrogen fertilization on rice yield and microbial community structure in paddy soil. Soil Science Society of China. 22(5): 661–672.

Kayiranga, D. 2006. The effect of land factors and management practices on rice yield (case study: Rwanda). MS.c thesis in Geo Information Science and Earth Observation, International Institute for Enschede, the Netherlands. 85 p.

Kim, G.Y., J., Gutierrez, H.C., Jeong, J.S., Lee, M.M. Haque, and P.J. Kim. 2014. Effect of intermittent drainage on methane and nitrous oxide emissions under different fertilization in a temperate paddy soil during rice cultivation. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 57(2): 229-236.

Kukal, S. S., G. S. Hira, and A. S. Sidhu. 2005. Soil matric potential-based irrigation scheduling to rice (Oryza sativa). Irrigation Science. 23(4): 153-159.

Lampayan, R. M., K. C., Samoy–Pascual, E. B., Sibayan, V. B., Ella, O. P., Jayag, R. J. Cabangon, and B. A. M. Bouman. 2014. Effect of alternate wetting and drying (AWD) threshold level and plant seedling age on crop performance, water input, and water productivity of transplanted rice in Central Luzon Philippines. Paddy Water Environ. 13: 215-227.

Liang, J., J. Zhang, and M. H. Wong.1996. Effects of air-filled soil porosity and aeration on the initiation and growth of secondary roots of maize (Zea mays). Plant and Soil. 186: 245-254.

Liu, L., T., Chen, Z., Wang, H., Zhang, J. Yang, and J. Zhang. 2013. Combination of site–specific nitrogen management and alternate wetting and drying irrigation increases grain yield and nitrogen and water use efficiency in super rice. Field Crop Research. 154: 226–235.

Ndiiri, J. A., B. M., Mati, P. G., Home, B. Odongo, and N. Uphoff. 2012. Comparison of water saving of paddy rice under system of rice intensification (SRI) growing rice in MWea, Kenya. International Journal of Current Research and Review. 4(6): 63-73.

Rejesus, R. M., F. G., Palis, D. G. P., Rodriguez, R. M. Lampayan, and B. A. M. Bouman. 2011. Impact of the alternate wetting and drying (AWD) water-saving irrigation technique: Evidence from rice producers in the Philippines. Food Policy. 36(2): 280–288.

SAS Institute, 2004. Version 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2005. Abscisic acid: A seed maturation and antistress signal. Plant physiology. 23: 538–557.

Thakur, A.K., R. K., Mohanty, D.U. Patil, and A. Kumar. 2014. Impact of water management on yield and water productivity with system of rice intensification (SRI) and conventional transplanting system in rice. Paddy Water Environ. 12: 413-424.

Tuong, T. P., B. A. M. Bouman, and M. Mortimer. 2005. More rice, less water-integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. Plant Production Science. 8(3): 231-241.

De Vries, M. E., J., Rodenburg, B.V., Bado, A., Sow, P. A. Leffelaar, and K. E. Giller. 2009. Rice production with less irrigation water is possible in a Sahelian environment. Field Crop Research. 116(1-2): 154–164.

Yang, J. and J.Zhang. 2010. Crop management techniques to enhance harvest index in rice. Journal of Experimental Botany. 61(12): 3177–3189.

Yao, F., J., Huang, K., Cui, L., Nie, J., Xiang, X., Liu, W.,Wu, M.Chen, and S. Peng. 2011. Agronomic performance of high–yielding rice variety grown under alternate wetting and drying irrigation. Field Crop Research. (126): 16–22.

Ye, Y., X., Liang, Y., Chen, J., Liu, J., Gu, R. Guo, and L. Li. 2012. Alternate wetting and drying irrigation and controlled–release nitrogen fertilizer in late–season rice. Effect on dry matter accumulation, yield, water and nitrogen use. Field Crop Research. (144): 212–224.

Zhang, H., Y., Xue, Z., Wang, J. Yang, and J. Zhang. 2009. An alternate wetting and moderate soil drying regimes improves root and shoot growth in rice. Crop Science. (49): 2246-2260.

Study of the influence of irrigation management in subsurface- drained paddy fields on plant height, tiller number and yield of rice

Mehdi Salehi Hiquee[1], Abdullah Darzi-Naftchali[2], Ali Shahnazari[3], Mehdi Jafari Talukolaee[4]

Abstract

In this research, the effect of alternate irrigation and drainage on yield and the change trend of plant height and tiller number of Hashemi rice cultivar was investigated in subsurface- drained paddy fields. The experiments were done under a randomized complete block design with four subsurface drainage treatments and a conventional surface drainage treatment (control). During rice growing season, the treatments were subjected to two drainage periods of 10 and 5 days (26 and 43 days after transplanting) as midseason drainage and one drainage period as endseason drainage (63 days after transplanting until harvest). Alternate irrigation and drainage increased tiller number and decreased plant height in subsurface drainage treatments compared with control, 2-3 tiller and 1-6 cm, respectively. Subsurface drainage resulted in 10- 38 % and 21- 40 % more grain yield and harvest index, respectively, than control. Based on the results, alternate irrigation and drainage will increase the productivity of subsurface- drained paddy fields.

Keyword: Paddy field, Midseason drainage, Harvest index, Water management.

[1] M.Sc. Student of Irrigation and Drainage Engineering, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
[2] Assistant Professor, Water Engineering Department, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. (* Corresponding Author: abdullahdarzi@yahoo.com)
[3] Associate Professor, Water Engineering Department, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
[4] Ph.D. Student of Irrigation and Drainage Engineering, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.