Archiv

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷
۴۰-۲۷
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.14308.2087

تأثیر روش‌های آبیاری و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم کشوری

نعمت‌اله صداقت[1*]، عباس بیابانی[2]، حسین صبوری[3]، مرتضی نصیری[4] و الهیار فلاح[5]

[1]دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت ، دانشگاه گنبد
[2و3]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گنبد
[4و5]استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۲

چکیده

سابق و هدف: اعمال مدیریت صحیح آب در کشاورزی و کشت برنج تا حدود زیادی می‌تواند محدودیت‌ها و مشکلات ناشی از کمبود منابع آب را تعدیل کند. آبیاری نقش زیادی در عملکرد شلتوک و اجزای عملکرد برنج داشته و هر گونه تنش آبی، منجر به کاهش درصد پر شدن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه خواهد شد. با توجه به خشکسالی‌های اخیر، کمبود منابع آب در سطح کشور، ناکافی بودن آب در مراحل مختلف رشد برنج و در نهایت کاهش عملکرد برنج، ضروری است تا با برنامه‌ریزی مناسب، اعمال مدیریت صحیح آبیاری از منابع موجود و محلول‌پاشی عناصر غذایی، حداکثر استفاده را نموده تا بتوان عملکرد مطلوب را حفظ نمود. این آزمایش به‌منظور ارزیابی روش‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی عناصر غذایی در عملکرد شلتوک و اجزای عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.) در مؤسسه تحقیقات برنج (مازندران- آمل) در سال ۱۳۹۶ اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی رقم کشوری برنج اجرا شد. تیمارها شامل روش‌های مختلف آبیاری در سه سطح (غرقابی، تر و خشک کردن و اشباع) به عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی با عناصر غذایی هر یک به نسبت پنج در هزار در شش سطح (آب معمولی، نیتروژن، نیتروژن + پتاسیم، نیتروژن + پتاسیم + روی، نیتروژن + پتاسیم + روی + بور و نیتروژن + پتاسیم + روی + بور + مولیبدن) به عنوان عامل فرعی بودند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل آبیاری روی عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. عامل محلول‌پاشی روی هیچ یک از صفات معنی‌دار نگردید. همچنین اثر متقابل آبیاری و کود بر عملکرد شلتوک در سطح پنج درصد و بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. و در دیگر صفات معنی‌دار نگردید. اثر متقابل دو تیمار آبیاری و کود نشان داد که بیشترین عملکرد شلتوک با میانگین ۷۲۸۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با میانگین ۴۶۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب مربوط به آبیاری غرقابی در شرایط محلول‌پاشی نیتروژن+ پتاسیم و تیمار آبیاری تر و خشک کردن در شرایط محلول-پاشی با آب معمولی بود.

*نویسنده مسئول: nsedaghat1347@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، یافته‌های این آزمایش نشان داد که عملکرد شلتوک در آبیاری اشباع ۱/۱۵ درصد افزایش و در آبیاری تر و خشک کردن، ۱۱/۸۵ درصد کاهش نسبت به آبیاری غرقابی یا سنتی داشته است. همچنین در مصرف آب در آبیاری تر و خشک کردن و اشباع نسبت به آبیاری غرقابی به‌ترتیب ۲۶/۴ و ۹/۹ درصد صرفه‌جویی شد. بیشترین عملکرد شلتوک هم در محلول‌پاشی کود ترکیبی نیتروژن + پتاسیم در آبیاری اشباع بدست آمد. با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق، می‌توان یکی از روش‌های آبیاری تر و خشک کردن و اشباع را به‌ترتیب اولویت در روش آبیاری برنج در شرایط مشابه با این پژوهش به کار گرفت و از مزایای آن بهره جست.

واژه‌های کلیدی: برنج، روش‌های آبیاری، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

برنج جزء قدیمی‌ترین نباتات زراعی و از جمله مهم‌ترین مواد غذایی بیش‌تر مردم دنیا محسوب شده که میزان سرانه مصرف آن در جهان ۵۰ کیلوگرم می‌باشد (۱۵، ۱۲ و ۸). نظر به کمبود منابع آبی، امروزه اکثر چالش‌ها در برنج مربوط به ذخیره آب، افزایش بهره‌وری آب و تولید بیشتر برنج با آب کمتر می‌باشند (۲۹، ۲۸ و ۶). برای تولید یک کیلوگرم دانه برنج، کشاورزان مجبورند که ۲ تا ۳ برابر آب بیشتر نسبت به سایر غلات استفاده کنند (۳). اریف و همکاران (۲۰۱۳) در مقایسه دو روش آبیاری تناوبی و غرقاب پیوسته در کشت نشایی برنج بیان نمودند؛ آبیاری تناوبی در مقایسه با غرقاب پیوسته، با صرفه‌جویی آب ورودی به میزان ۲۶/۰۷ درصد سبب افزایش شاخص بهره‌وری آب به میزان ۳۷/۶ درصد شد (۲). آبیاری مرطوب و خشک کردن (AWD)[2] در کشت نشایی برنج یک روش آبیاری است که در طول فصل رشد، شرایط خاک به صورت غیراشباع نگهداری می‌شود و زمانی که سطح آب، ۱۵ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح خاک رسید؛ آبیاری مجدد انجام می‌گیرد (۷). کاتارین و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند آبیاری AWD نسبت به آبیاری غرقاب دائم روی دو رقم محلی باعث کاهش مصرف آب به میزان ۵۷ درصد و همچنین افزایش تعداد دانه پر به میزان ۱۱ درصد و افزایش پنجه‌های موثر در کپه به میزان ۱۴ درصد شد (۱۶). رودریک و همکاران (۲۰۱۱) در همین زمینه در پژوهش خود نتیجه گرفتند که روش کم‌آبیاری تناوب خشکی و رطوبت در حدود ۳۸ درصد مصرف آب آبیاری شالیزار را بدون کاهش عملکرد و سود کشاورزان، کاهش داده است (۲۰). صداقت و همکاران (۲۰۱۴) بیان نمودند؛ عملکرد شلتوک کشت نشایی برنج در آبیاری تناوب خشکی و رطوبت، ۸/۳ درصد نسبت به آبیاری غرقابی کاهش یافت؛ ولی در مصرف آب به میزان ۳۹/۵ درصد در کشت نشایی برنج صرفه‌جویی شد (۲۱). بارزترین آثار کود نیتروژن بر عملکرد برنج از طریق افزایش تعداد پنجه (حفظ و یا تحریک تولید آن) ظاهر می‌شود (۱۴ و ۲۶). نیتروژن مهم ترین عنصر محدود کننده رشد برنج می باشد و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد باعث کاهش عملکرد خواهد شد (۲۷). پتاسیم بر فعال کردن آنزیم‌ها، فتوسنتز، انتقال مواد، تنظیم کننده روابط آبی گیاه و باز و بسته شدن روزنه‌ها، افزایش مقاومت به خشکی و استرس‌های محیطی و غیره نقش دارد (۱۷). نقش روی در ساختن و تجزیه پروتئین‌ها، به عنوان کاتالیزور، فعال کننده و ساختمانی در سیستم‌های آنزیمی، تشکیل کلروفیل، پنجه‌زنی، رسیدگی محصول و تسریع در نمو گیاه می‌باشد (۲۲). به علت نیاز کمی که گیاهان به بور دارند، اغلب خاک‌ها به اندازه کافی دارای این عنصر

1- Alternate wet and drying

www.SID.ir

Archive of SID

هستنند و اثر بور بیشتر به فسفر شباهت دارد؛ از جمله در سوخت و ساز هیدارت‌های کربن و انتقال آن نقش دارد (۲۳). مولیبدن از اجزای آنزیم‌هایی که در تبدیل نیترات به نیتریت و تثبیت ازت در لگومینوزها و سوخت و ساز فسفر و در تشکیل اسید آسکوربیک (ویتامین ث) نقش دارد (۲۷). نصیری (۲۰۱۶) در آزمایشی نتیجه گرفت که روش آبیاری با تیمارهای محلول‌پاشی حاکی از این است که بیشترین تعداد دانه پر در خوشه به تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر غذایی در مرحله بوتینگ، محلول‌پاشی با عناصر غذایی در دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ و همچنین محلول‌پاشی با پلی‌آمین پوترسین در هر دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ در روش آبیاری مداوم در مقایسه با تیمار شاهد اختصاص داشته است. در روش آبیاری AWD بشترین تعداد دانه پر با ۱۳۵/۸ به تیمار محلول‌پاشی با پلی‌آمین پوترسین و عناصر غذایی در هر دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ در مقایسه با تیمار شاهد با ۱۲۲/۹ عدد تعلق داشت (۱۸). با توجه به این که رقم کشوری از ارقام پرمحصول جدید برنج بوده و دارای پوکی زیادی است. تنش رطوبتی بر شدت پوکی دانه افزوده و در نهایت باعث کاهش عملکرد خواهد شد. همچنین با توجه به این که در مرحله رویشی جذب مواد غذایی سهل‌الوصول‌تر بوده ولی در مرحله گلدهی به بعد این امر به علت کم‌آبی و دمای زیاد محیط این عمل با کندی صورت می‌گیرد. در نتیجه محلول‌پاشی در این مرحله با توجه به سوابق و مقالات مطالعه شده پاسخ مناسب و بهتری خواهد داد. با محلول‌پاشی عناصر غذایی و یا تغذیه برگی می‌توان از میزان پوکی دانه کاست و مانع از کاهش عملکرد شلتوک به مقدار بیشتری شد. اهمیت مدیریت آبیاری در افزایش عملکرد محصولات زراعی و مصرف ۹۳ درصد از آب استحصالی کشور در بخش کشاورزی، این مطلب را نشان می‌دهد که هر گونه تلاش برای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب در کشور بدون توجه شایان به این بخش امکانپذیر نیست. بنابراین هدف این تحقیق بررسی اثرات روش‌های آبیاری جدید به منظور کاهش مصرف آب و کاربرد محلول‌پاشی برگی برخی از عناصر غذایی جهت حفظ تولید و افزایش بهره‌وری آب بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج است.

مواد و روش‌ها

رقم کشوری از ارقام پرمحصول، متوسطرس، پاکوتاه، دانه بلند برنج بوده و طول دوره رشد متوسط و کیفیت خوب از نظر فیزیکی (طول و شکل دانه و راندمان تبدیل) و شیمیایی (درصد آمیلوز، درجه حرارت زلاتینی شدن و غلت ژن) می‌باشد. از نظر تغذیه‌ای و مصرف آب هم جز ارقام پرمصرف می‌باشد (۲۷). این آزمایش به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی موسسه برنج کشور – معاونت مازندران (آمل) با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی اجرا شد. داده‌های هواشناسی در دوره آزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١- اطلاعات هواشناسی مربوط به شهرستان آمل طی دوره انجام آزمایش (١٣٩٦)

Table 1. Meteorological information related to Amol city during the experiment period (2017)

ماه Month	میانگین حداکثر دما ماهانه (درجه سانتی‌گراد) Average monthly maximum temperature (°C)	میانگین حداقل دما ماهانه (درجه سانتی‌گراد) Monthly average monthly temperature (°C)	میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد) Average monthly temperature (°C)	بارش ماهانه (میلی‌متر) Monthly precipitation (mm)	میانگین رطوبت نسبی (درصد) Monthly precipitation (mm)	تبخیر ماهانه (میلی‌متر) Monthly evaporation (mm)
فروردین March- April	18.6	10.3	14.5	44.5	78.29	78.6
اردیبهشت April-May	24.2	16	20.1	52.2	76.93	114
خرداد May-June	28.1	20.4	24.2	3.5	77.93	179.4
تیر June-July	31.5	21.8	26.7	5.8	77.55	190.9
مرداد July-August	34.1	23.2	28.6	11.8	74.62	203.4
شهریور August –September	31	22.5	27.6	38.5	76.71	167.8

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش با سه تکرار و دو عامل، روش‌های مختلف آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل سه سطح (غرقابی، تر و خشک کردن و اشباع) و محلول‌پاشی عناصر غذایی به‌عنوان عامل فرعی شامل شش سطح (هر یک به نسبت پنج در هزار) روی رقم کشوری انجام شد. در روش AWD رطوبت خاک با اندازه‌گیری روزانه ارتفاع آب در لوله‌های مشبک تعبیه شده در داخل خاک (شکل ۱) و کاهش آب بر اساس نتایج کاریجو و همکاران (۲۰۱۷) به عمق ۱۵ سانتی‌متر زیر سطح خاک و آبیاری مجدد تا پنج سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک، تنظیم شد (۷). ارتفاع آب در آبیاری اشباع، پنج سانتی‌متر در نظر گرفته و به محض این که به صفر رسید مجدداً آبیاری صورت گرفت (۱). عامل دوم محلول‌پاشی عناصر غذایی در شش سطح با مشخصات ذیل بوده که هر کدام به نسبت پنج در هزار در دو مرحله گلدهی (۵۰ درصد گلدهی) و ۱۵ روز پس از آن به شرح زیر برای تمام کرت‌ها به طور یکنواخت محلول‌پاشی گردید. تهیه محلول غذایی بر اساس درصد خالص هر یک از عناصر غذایی موجود در ترکیب کودی هر یک از تیمارها تهیه شده است. برای کالیبره کردن دستگاه سمپاش شارژی ۲۰ لیتری ابتدا مقدار محلول مورد نیاز برای هر کرت مشخص شد و در غروب محلولپاشی صورت گرفت.

۱- آب معمولی (شاهد)

۲- نیتروژن (اوره ۴۶٪ نیتروژن) (N)

۳- نیتروژن+پتاسیم (کلرید پتاسیم ۶۰٪ پتاسیم) (N+K)

۴- نیتروژن + پتاسیم + روی (سولفات روی ۳۴٪ روی) (N+K+ZN)

۵- نیتروژن + پتاسیم+ روی + بور (اسید بوریک ۱۷٪ بور) (N+K+ZN+B)

۶- نیتروژن+ پتاسیم + روی + بور + مولیبدن (مولیبدات سدیم) ($N+K+ZN+B+M_O$)

مساحت زمین اصلی جهت نشاکاری ۱۰۰۰ متر مربع بود. حدود ۳ ماه قبل از انجام آزمایش، اولین شخم انجام و در اواسط اردیبهشت، شخم دوم نیز (عمود بر شخم اول) انجام شد. به‌منظور جلوگیری از نشت جانبی مرزها، کرت‌ها با پوشش نایلونی کاملاً پوشیده شده و کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات برنج کشور به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هر هکتار به‌صورت یکنواخت در تمام کرت‌ها اعمال گردید.

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در قطعه آزمایشی

Table 2. Physical and chemical characteristics of the soil in the experimental part

بافت خاک Soil texture	شن Sand %	سیلت Silt %	رس Clay %	پتاسیم قابل جذب Absorbable Potassium $Mgkg^{-1}$	فسفر قابل جذب Absorbablr Phosphorus $Mgkg^{-1}$	نیتروژن کل Total Nitrogen	کربن آلی Organic carbon O.C%	مواد خنثی شونده Neutralizing agents T.N.V%	واکنش خاک Soil reaction (pH)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity Dsm^{-1}
رسی	30	30	40	118	8.6	0.2	3.4	36.4	7	0.86

نشاکاری با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر، گیاهچه‌ها در مرحله ۳-۴ برگی (ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر) در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر به‌صورت سه بوته در هر کپه نشاکاری شدند. روش آبیاری تر و خشک کردن متناوب، ۱۴ روز بعد از نشاکاری اعمال شد و تا قبل از اعمال آن، آبیاری همانند روش معمول (غرقاب) انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ١: روش قرار گرفتن لوله در داخل خاک (٥)

همچنین در این روش اعمال آبیاری، با توجه به اهمیت زیاد آب در مرحله گلدهی و به‌منظور جلوگیری از عقیم شدن سنبلچه‌ها، از یک هفته قبل تا یک هفته بعد از گلدهی، مزرعه به صورت غرقاب همانند شاهد آبیاری انجام شد. مبارزه با آفت کرم ساقه‌خوار برنج در مرحله اول به علت آلودگی کم، انجام نشد؛ ولی در مرحله دوم با استفاده از دیازینون ١٠٪ به مقدار ٢٠ کیلوگرم در هکتار گرانول‌پاشی شد. برداشت محصول پس از رسیدن و حذف حاشیه‌ها در کرت به اندازه سه متر مربع، انجام گرفت و عملکرد بر اساس رطوبت ١۴٪ محاسبه گردید. به منظور بررسی اجزای عملکرد، ١٠ خوشه از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات طول خوشه، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد دانه پر و پوک شمارش گردید. طول خوشه از محل گره زیر خوشه تا نوک خوشه در نظر گرفته شد. برای بدست آوردن وزن هزار دانه، تعداد هزار دانه بذر پر از هر نمونه انتخاب و پس از توزین با ترازوی دیجیتالی به عنوان وزن هزار دانه منظور گردید. به منظور تعیین شاخص برداشت، ٢ کپه از هر کرت برداشت و در آون ٧٢ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴٨ ساعت قرار داده شد. تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار SAS نسخه ٩/١ انجام شد. میانگین تیمارها نیز از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد و نرم‌افزار MSTATC انجام شد (٢٧).

نتایج و بحث

در تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای اثرات مختلف نشان داد که اثر متقابل آبیاری در تکرار (خطای اصلی) معنی‌دار نبود. در ضمن تفکیک اثر متقابل تکرار در محلول‌پاشی نیز معنی‌دار نشد و باعث بزرگ‌تر شدن خطای اصلی از فرعی نگردید. از این رو ادغام خطای اصلی و فرعی به منظور افزایش درجه آزادی خطا و قدرت آزمون صورت گرفت. در نتیجه تجزیه واریانس بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد (١٠). به عبارت دیگر در تجزیه بعضی از صفات مورد مطالعه در آزمایش اسپلیت پلات خطای دوم بیشتر از خطای اول در این آزمایش شد. در نتیجه باید مقدار مجموع مربعات اثر متقابل RB را محاسبه نموده و آن را از خطای b تفکیک نموده و یک بار دیگر به واریانس خطای a و b توجه کنیم. سپس تجزیه بر اساس فاکتوریل صورت گیرد. مقدار مجموع مربعات خطای آزمایشی دقیقا برابر با حاصل مجموع مربعات خطای a و خطای b است (١٩). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که عامل آبیاری از نظر ارتفاع بوته، عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و تعداد پنجه بارور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده و در سایر صفات معنی‌دار نشده است. عامل کود در هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نگردید. همچنین اثر متقابل آبیاری و کود از نظر عملکرد شلتوک در سطح احتمال پنج درصد و از نظر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٣).

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات عملکرد و اجزای عملکرد

Table 3. Analysis of variance of mean square of yield traits and yield components

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد شلتوک Paddy Yield	ارتفاع بوته Height Herb	تعداد پنجه بارور number of Fertile tiller	تعداد دانه در خوشه Number of seeds per cluster	تعداد دانه پر Number of filled seeds	وزن هزار دانه the weight of one thousand seeds	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
تکرار Replication	2	59216.39 ns	147.37 ns	1.738 ns	1363.01**	1314.21 **	1.81 ns	30607057.81**	152.40 ns
آبیاری Irrigation	2	2985140.46**	2142.12 **	14.07 *	518.81 ns	649.57 ns	0.80 ns	23374863.67**	25.89 ns
کود Fertilizer	5	732477.76 ns	93.70 ns	3.66 ns	348.41 ns	326.15 ns	11.34 ns	6316192.47 ns	64.33 ns
آبیاری× کود Irrigation*Fertilizer	10	877583.26*	26.27 ns	0.73 ns	221.28 ns	164.54 ns	5.50 ns	13443481.01**	68.56 ns
خطا Error	34	397237.75	119.33	3.40	217.51	219.20	8.18	3303882.73	49.99
ضریب تغییرات (درصد) CV (٪)	-	11.54	8.62	11.97	10.35	13.49	12.59	17.45	15.48

** , *, ns به‌ترتیب در سطح ۱ و ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4. Analysis of variance of mean square of yield traits and yield components

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول خوشه Cluster leng	تعداد دانه پوک Number of pods
تکرار Replication	2	3.97 ns	11.13 ns
آبیاری Irrigation	2	5.22 ns	7.58 ns
خطای اول $Error_a$	4	2.90	87.87
کود Fertilizer	5	0.44 ns	7.28 ns
آبیاری× کود Irrigation*Fertilizer	10	0.68 ns	25.02 ns
خطای دوم $Error_b$	30	0.66	21.39
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	2.8	14

**, *, ns به‌ترتیب در سطح ١ و ٥٪ و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

مقایسه میانگین اثر ساده تیمارها نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری غرقابی با میانگین ١٣٩/٣٥ سانتی‌متر بدست آمد. همچنین تیمارهای آبیاری غرقابی و اشباع به‌ترتیب با میانگین ١٢١/٠٨ و ١١٩/٨٩ سانتی‌متر از نظر آماری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و در یک گروه واقع شدند (جدول ٥). این طور به نظر می‌رسد که آب نقش مهمی در افزایش گیاه برنج دارد به عبارت دیگر هر چه آب در مزرعه برنج بیشتر باشد. ارتفاع گیاه هم بیشتر خواهد شد و تنش رطوبتی باعث کاهش ارتفاع می‌گردد. عشقی و همکاران (٢٠١٢) در کشت نشایی برنج مشاهده کردند که تعداد پنجه بارور با عملکرد شلتوک همبستگی مثبت و معنی‌دار و با ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (١١).

جدول ٥- مقایسات میانگین اثر ساده تیمارها برای صفات مورد مطالعه

Table 5. Comparison of mean of simple effect of treatments for studied traits

صفات characteristiy / تیمار آبیاری Irrigation treatmen	آبیاری غرقابی Flooding Irrigation	آبیاری تر و خشک کردن alternate wetting and drying Irrigation	آبیاری اشباع Saturating Irrigation
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Hight herb (cm)	139.35 a	119.89 b	121.08 b
تعداد پنجه بارور Number of fertile tiller	16.34 a	14.59 b	15.28 ab

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

The numbers in each column, which have at least one common alphabet, have no significant difference at the 5% level based on the LSD test.

اثر متقابل دو عامل آبیاری و کود نشان داد که بیشترین عملکرد شلتوک با میانگین ٧٢٨۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با میانگین ۴۶٩٠ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط از تیمارهای آبیاری غرقابی در شرایط محلول‌پاشی N+K و آبیاری AWD در شرایط محلول‌پاشی با آب معمولی حاصل شده است (جدول

www.SID.ir

Archive of SID

۶). اعمال کلیه محلول‌پاشی در آبیاری غرقابی و آبیاری تر و خشک کردن (AWD) تأثیری بر عملکرد شلتوک نداشته است و از نظر آماری در یک گروه واقع شدند ولی در آبیاری اشباع بیشترین مقدار عملکرد شلتوک در شرایط محلول‌پاشی با N+K با میانگین ۷۲۸۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و سایر محلول‌پاشی‌ها در مرتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین اثر متقابل دو عامل آبیاری و کود نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۱۳۸۸۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با میانگین ۷۶۲۸ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب مربوط به آبیاری غرقابی در شرایط محلول‌پاشی N+K+ZN و آبیاری AWD در شرایط محلول‌پاشی با N+K+ZN+B حاصل شد. کلیه محلول‌پاشی به جز N+K+ZN و N+K+ZN+B به ترتیب در شرایط آبیاری غرقابی و تر و خشک کردن (AWD) بر روی عملکرد بیولوژیک تاثیری نداشته و از نظر آماری در یک گروه واقع شدند. در آبیاری غرقابی در شرایط محلول‌پاشی با N+K+ZN بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک با میانگین ۱۳۸۸۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به محلول‌پاشی با N با میانگین ۱۰۲۸۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در حالی که در آبیاری اشباع بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در محلول‌پاشی با N+K+ZN+B با میانگین ۱۳۳۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به مقدار ۹۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط محلول‌پاشی با آب معمولی بدست آمد. نصیری (۲۰۱۶) در آزمایشی نتیجه گرفت که روش آبیاری با تیمارهای محلول‌پاشی حاکی از این است که بیشترین تعداد دانه پر در خوشه به تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر غذایی در مرحله بوتینگ، محلول‌پاشی با عناصر غذایی در دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ و همچنین محلول‌پاشی با پلی‌آمین پوترسین در هر دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ در روش آبیاری مداوم در مقایسه با تیمار شاهد اختصاص داشته است. در روش آبیاری AWD بشترین تعداد دانه پر با ۱۳۵/۸ به تیمار محلول‌پاشی با پلی‌آمین پوترسین و عناصر غذایی در هر دو مرحله پنجه‌زنی و بوتینگ در مقایسه با تیمار شاهد با ۱۲۲/۹ عدد تعلق داشت (۱۸).

در زمان تشکیل آغازه‌های خوشه؛ به‌علت ناکافی بودن نور و مواد غذایی در پنجه‌های غیرمؤثر، درصد پنجه‌های بارور و تعداد خوشه در واحد سطح کاهش می‌یابد. در نتیجه؛ مقدار مادهٔ غذایی رسیده به هر خوشه و دانه کمتر می‌شود و این امکان افزایش وزن هزار دانه را کم می‌کند. محلول‌پاشی در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و غلاف رفتن تا مرحلهٔ گلدهی برنج؛ با افزایش تعداد و دوام برگ، تولید پنجه‌های مؤثر، و عملکرد شلتوک شد. در حالی که اگر محلول‌پاشی تا مرحلهٔ گلدهی و پس از آن به تعویق افتد؛ افزایش اندازهٔ دانه و میزان پروتئین را به دنبال خواهد داشت (۴). از آنجا که یکی از عوامل مؤثر در استفاده از کود نیتروژن، برهم کنش نیتروژن با دیگر عوامل مؤثر در رشد گیاه است؛ کاربرد کافی و به هنگام کود نیتروژن زمانی عملکرد بهینه را در پی خواهد داشت که کمبود یا بیشبود سایر عوامل و عناصر به ویژه پتاسیم محدودکننده نباشد. واکنش ارقام پرمحصول برنج به پتاسیم خاک به شدت تحت تأثیر مقدار نیتروژن قرار دارد (۹). محلول‌پاشی پس از گلدهی (گرده‌افشانی) اوره روی گندم نشان داد که محلول‌پاشی به غیر از عملکرد دانه؛ باعث افزایش عملکرد زیستی و شاخص برداشت هم شد (۱۳). محلول‌پاشی کود نیتروژن و پتاسیم پیش از گلدهی برنج بر مقدار پروتئین شلتوک در مقایسه با پاشش آب خالص تأثیر چندانی نداشته است. با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، کاربرد نیتروژن به‌صورت پیش کاشت یا طی مراحل پنجه‌زنی سبب افزایش تعداد پنجه شد. در حالی که کوددهی

www.SID.ir

Archive of SID

پس از پنجه‌زنی و گلدهی موجب افزایش اندازهٔ دانه، شاخص برداشت و محتوای پروتئین آن شد. این افزایش احتمالاً به این دلیل است که برنج تا اواخر دورهٔ رشد خود توانایی جذب نیتروژن و ساخت پروتئین را دارد (٢٥).

جدول ٦- مقایسات میانگین اثر متقابل تیمارها برای صفات مورد مطالعه

Table 5. Comparison of mean interactions of treatments for studied traits

آبیاری Irrigation	کود Fertilization	عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار) Paddy yield (kg.ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha)
غرقابی Flooding	آب معمولی	5489 b-e	12842 abc
	N	5522 b-e	10282 c-f
	N+K	5770 bcd	11378 a-e
	N+K+ZN	5847 bc	13884 a
	N+K+ZN+B	5697 b-e	12017 a-d
	N+K+ZN+B+Mo	5644 b-e	9770 def
تناوب خشکی و رطوبت alternate wetting and drying	آب معمولی	4690 e	9053 ef
	N	5284 b-e	10685 b-e
	N+K	4786 de	9674 def
	N+K+ZN	5172 b-e	8829 ef
	N+K+ZN+B	5110 cde	7628 f
	N+K+ZN+B+Mo	4904 cde	11473 a-e
اشباع Saturating	آب معمولی	5492 b-e	9250 def
	N	5092 cde	10663 b-e
	N+K	7284 a	9746 def
	N+K+ZN	5039 cde	10899 a-e
	N+K+ZN+B	6186 b	13390 ab
	N+K+ZN+B+Mo	5268 b-e	10246 c-f

اعداد در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

The numbers in each column, which have at least one common alphabet, have no significant difference at the 5% level based on the LSD test.

N = نیتروژن N+K = نیتروژن + پتاسیم N+K+ZN = نیتروژن + پتاسیم + روی

N+K+ZN+B = نیتروژن + پتاسیم + روی + بور ؛ N+K+ZN+B+Mo = نیتروژن + پتاسیم + روی + بور + مولیبدن

نتایج حاصل از این تحقیق با یافته‌های کاریچو و همکاران (٢٠١٧)، رودریک و همکاران (٢٠١١) و عرب‌زاده (٢٠٠٣) مطابقت دارد (٢٢، ٨ و ١). عملکرد شلتوک در آبیاری اشباع ١/١٥ درصد افزایش و در آبیاری AWD، ١١/٨٥ درصد کاهش نسبت به آبیاری غرقابی یا سنتی داشته است. همچنین در مصرف آب در آبیاری AWD و اشباع نسبت به آبیاری غرقابی به‌ترتیب ٢٦/٤ و ٩/٩ درصد صرفه‌جویی شد. در پژوهش‌های مشابهی چنین نتیجه‌گیری شد که رژیم آبیاری AWD، به میزان ٢٥-٧ درصد باعث کاهش آب مصرفی برنج شد (٢٥). از آنجایی که تحقیقات انجام شده در روش‌های کم آبیاری با محلول‌پاشی عناصر غذایی در زراعت برنج روی رقم جدید کشوری کمتر صورت گرفته است؛ جا دارد تحقیقات بیشتری در سال‌های متمادی در مناطق مختلف برنج‌خیز بویژه در مقایس بزرگتر صورت پذیرد تا

www.SID.ir

Archive of SID

بتوان نتایج حاصله را بصورت یک مدل تعریف کرده و با توجه به شرایط هر منطقه از آن بهره جست. با اعمال روش‌های فوق‌الذکر در اثر صرفه‌جویی مصرف آب و با افزایش سطح زیر کشت، می‌توان کاهش عملکرد را جبران نمود. همچنین استفاده از منابع آب آبیاری به علت خشکسالی‌های اخیر و کمبود منابع آبی، می‌توان هر یک از روش‌های یاد شده را بر حسب شرایط آب و هوایی منطقه در اراضی شالیزار بکار برد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، نتایج حاصله از این آزمایش نشان داد که عملکرد شلتوک در آبیاری اشباع ۱/۱۵ درصد افزایش و در آبیاری AWD، ۱۱/۸۵ درصد کاهش نسبت به آبیاری غرقابی یا سنتی داشته است. همچنین در مصرف آب در آبیاری AWD و اشباع نسبت به آبیاری غرقابی به‌ترتیب ۲۶/۴ و ۹/۹ درصد صرفه‌جویی شد. بیشترین عملکرد شلتوک هم در محلول‌پاشی کود ترکیبی N+K در آبیاری اشباع بدست آمد. با وجود این، به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی زمانی مؤثر خواهد بود که در مرحلهٔ مناسب انجام شود. بنابراین در شرایط تنش رطوبتی، آبیاری اشباع و محلولپاشی با N+K در شرایط مشابه این آزمایش قابل توصیه می‌باشد و کاربرد محلول‌پاشی عناصر میکرو مثل بور و مولیبدن در این مرحله از رشد گیاه برنج موثر نخواهد بود. بنابراین می‌توان یکی از روش‌های آبیاری اشباع و غرقابی را به ترتیب اولویت در آبیاری برنج در شرایط مشابه این پژوهش به کار گرفت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کمک‌های مسئولین و کارشناسان موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) و همچنین از دوست و همکار ارجمندم؛ جناب آقای مهندس ایمان عشقی در اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Arabzadeh, B. 2003. Determination of irrigation deficit in rice Tarom cultivar. Publishing Vice President of Rice Research Institute of Iran (Amol). 24pp.
2. 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, Technol. Soc. 1(1): 12-17.
3. Barker, R., Dawe, D., Tuong, T.P., Bhuiyan, S.I., and Guerra, L.C. 2000. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production. J. Inter. Rice Commission News., 49:7-21.
4. Bly, A.G., and Woodard. H.J. 2003. Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. J. Agro., 95: 335-338.
5. Bouman, B.A.M., Lampayan, R.M., and Tuong T.P. 2007. Water management in irrigated rice: Coping with water scarcity. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 59 pp.
6. Bouman, B.A.M., and Tuong, T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agri. water Manag., 49(1): 11-30.
7. Carrijo, D.R., Lundy, M.E., and Linquist, B.A. 2017. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. Field Crops Res., 203: 173-180.
8. Chabra, D., Kashaninejad, M., and Rafiee, S. 2006. Study and comparison of waste contents in different rice

www.SID.ir

Archive of SID

dryers. Proceeding of the First National Rice Symposium. Amol, Iran.
9. De Datta, S.K., and Gumez, K.A. 1990. Changes in phosphorus and potassium response in wetland rice soils in south and South-East Asia International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
10. Erfani, F., Shokrpour, M., Momeni, A., and Erfani, A.V. 2012. Evaluation of Drought Tolerance in Rice Varieties using Yield-based Indices at Vegetative and Reproductive Stage. J. Agri. Sci. Sustain. Prod., 4 (22): 136-147.
11. Eshghi, I., Nabipour, A., Asghari-Zakaria, R., Norozi, M., and Sefalian, O. 2012. Study of yield and yield components in promising lines of rice using causality analysis. The 15th National Rice Conference. 1, 2. March. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 5 pages.
12. FAO. 2016. FAOSTAT Data (available at: http://faostat3. fao.org/browse/FB/CC/E [Accessed on 03 March 2016]).
13. Feizi Asle, V., and Valizadeh, G. 2003. Investigation of the effect of time of urea Foliar Application on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sardari Wheat in Dryland Conditions. Iran. Agri. Sci., 35(2): 301-311.
14. Haefel, S.M., Naklang, K., Harnpichitvitaya, D., Jearakongman, S., Skulkhu, E., Romyen, P., Tabtim, S., and Suriya-Arunroj, S. 2006. Factor affecting rice yield and fertilizer response in rain fed lowlands of northeast Thailand. Field Crop. Res., 98: 39-51.
15. Khodabande, N. 2010. Cereals Agronomy. Print tenth. University of Tehran. 537pp.
16. Katharine, R., Howell, P.S., and Dodd, I.C. 2015. Alternate wetting and drying irrigation maintained rice yields despite half the irrigation volume, but is currently unlikely to be adopted by smallholder lowland rice farmers in Nepal. Food Energ Secur., 4(2):144-157.
17. Malakoti, M.J., Shahabi, A.A., and Bazarkhan, K. 2016. Potassium in Agriculture (The role of potassium in the Production of Healthy Crops). Abnos prints. 331 p (In Persian)
18. Nasiri, M. 2016. Evaluation of Polyamine and some Nutrients Foliar Application effects on Drought Tolerance of Rice Genotypes by Alternate Wetting and Drying (AWD) irrigation method using. PhD Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. 230 pp.
19. Peighambari, S.A. 2010. Experimental designs in agriculture sciences. University of Tehran. p: 274-275. (In Persian)
20. Roderick, M., Florencia, G.R., Rodriguez, G.D.P., Lampayan, R.M., and Bouman, B.A.M. 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.
21. Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R., and Mousawvi- Toghani, S.Y. 2014_b. The effect of Irrigation Methods on water productivity in Rice. Journal of Water Res. Agri., 28(1): 1-9.
22. Shi, Q., Zeng, X., Li, M., Tan, X., and Xu, F. 2002. Effects of Different Water Management Practices on Rice growth. In: B.A.M, Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong and Ladha., J.K. International Rice Research Institute. 352 p.
23. Soleymani, A., and Amiri Larijani, B. 2004. Principles of Eugenic rice. Arvij Publication. 303 p. (In Persian).
24. Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. JDM Press. 182p. (In Persian)
25. Strong, W.M. 1986. Effect of nitrogen application before sowing, compared with effect of split application before and after sowing, for irrigated wheat on the Darling Downs. Aust. J. Exp. Agri., 26: 201-207.
26. Sultana, N., Ikeda, T., and Kashem, M.A. 2001. Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in

www.SID.ir

Archive of SID

seawater-stressed rice. Environ. Exp. Bot., 46: 129-140.

27. Tajadodi Talab, K., Hosieni Chaloshtori, M., Rabei, M., Sharafi, N., Shokri Vahed, H., Alizadeh, M.R., Alinia, F., Omrani, M., Kavooci, M., Majidi SHilsar, F., Nahvi, M., Yazdani, M.R., Afshar, A.H., Seidi, D., Alijani, M., Mohamady, M., and Naseri Malaki, Z. 2013. Rice Guide. Agricultural education publication. 499 p. (In Persian)
28. Tuong, T.P., and Bouman, B.A.M. 2003. Rice production in water-scarce environments. In J.W. Kijne et al. (ed.) Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement, Issue 1 of Comprehensive assessment of water management in agriculture series. CABI publishing. Cambridge, USA: 53-67.
29. Yosofiyan, M. 2011. Study the Water productivity in transplanted rice (cultivars Tarom and Shiroudi). Msci Thesis of Irrigation and Drainage. University of Zanjan. 89 P. In Persian.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir