کاربرد باکتری محرک رشد در بهره‌وری مصرف آب برنج در شرایط آبیاری کاهش‌یافته

یوسف نیک‌نژاد*[1]، جهانفر دانشیان[2]، امیرحسین شیرانی‌راد[2]، همت‌اله پیردشتی[3]، محمدحسین ارزانش[4]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات آیت اله آملی

۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، کرج

۳- دانشیار، گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- استادیار مؤسسه تحقیقات آب و خاک گرگان

*Email: yosoofniknezhad@yahoo.com

چکیده

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی رقم کشوری انجام پذیرفت. تیمار کم-آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح (شاهد، قطع آبیاری در مرحله تشکیل آغازی‌های خوشه و پر شدن دانه) و تیمار نیتروژن به عنوان عامل فرعی در سه سطح (شاهد یا ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۷۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده) و تیمار باکتری به عنوان عامل فرعی فرعی در چهار سطح (شاهد، *آزوسپیریلوم لیپوفروم*، سودوموناس *فلورسنس* و ترکیب آزوسپیریلوم و سودوموناس) بودند. نتایج نشان داد بیشترین مقدار بهره‌وری آب در بین تیمارهای آبیاری قطع آب در مرحله آغازی‌های خوشه (۱/۱۲) مشاهده شد و تیمار شاهد یا مصرف آبیاری به صورت معمول با ۰/۷۳ کم‌ترین مقدار بهره‌وری آب را دارا بوده است. در بین تیمارهای آبیاری، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه توانسته با ۷۱۱۴/۵۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به همراه داشته باشد. در مجموع نتایج این پژوهش بیانگر نقش مؤثر و کارآمد باکتری‌های افزاینده رشد در بهبود کارایی مصرف آب در شرایط کم آبی و نیتروژن کاهش یافته بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، بهره‌وری آب، کارایی باکتری، کم‌آبیاری

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) پس از گندم غذای اصلی مردم جهان را تشکیل می‌دهد (نصیری و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). امروزه این گیاه در آسیا به عنوان اصلی‌ترین منبع اشتغال و درآمد محسوب و با محدودیت شدید سطح زیرکشت روبروست (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۷). خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید برنج در قاره برنج‌خیز دنیا می‌باشد. آبیاری غرقابی در برنج یک روش مدیریتی مناسب جهت دسترسی آسان به مواد غذایی و جلوگیری از تنش آبی می‌باشد نه یک ضرورت برای گیاه برنج، ضمن اینکه به‌کارگیری این روش نیاز به مصرف مقادیر زیاد آب دارد (عرب زاده و توکلی، ۲۰۰۵). از سوی دیگر، تنش آبی در مرحله رویشی موجب کاهش کل بیوماس از طریق کاهش سرعت فتوسنتز و وزن ماده خشک می‌گردد (طهماسبی سروستانی و همکاران، ۲۰۰۸). پیردشتی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد برنج اظهار نمودند که تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع بوته و تعداد پنجه‌ها گردید. اما در مرحله زایشی و پر شدن دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک به‌طور معنی‌داری کاهش داد. عرب‌زاده (۱۳۸۳) آبیاری غرقاب دائم با تیمارهای مختلف آبیاری متناوب و ترکیب آبیاری متناوب با مراحل رشد و همچنین اشباع کامل در طی دوره رشد را در کشت نشایی و کشت مستقیم برنج رقم طارم مورد بررسی قرارداد و نتیجه گرفت که در هر دو روش کشت روش غرقاب دائم بیشترین و روش اشباع در کل دوره کم‌ترین مقدار عملکرد را داشته است در روش کشت نشایی تیمار اشباع با توجه به کاهش ده درصدی عملکرد نسبت به تیمار غرقاب دائم بیشترین میزان بهره‌وری آب را نشان داد. در روش خشکه‌کاری، تیمار آبیاری متناوب با عمق پنج سانتیمتر با ۲۵ درصد کاهش مصرف آب تنها هشت درصد کاهش عملکرد داشت.

پایین بودن بازده آبیاری یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلات آبیاری در بخش کشاورزی است که در این میان شیوه‌های مختلف آبیاری نظیر آبیاری تناوبی (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳) و تناوب خشکی و رطوبت (AWD) (رودریک و همکاران ۲۰۱۱) موجب کاهش مصرف آب بدون کاهش عملکرد خواهد شد. مزایای تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد شامل افزایش شاخص‌های متعددی مانند سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، کنترل عوامل بیماری‌زا، سطح برگ، محتوای کلروفیل، مقاومت به خشکی، مقاومت به بیماری بلاست، وزن ریشه و اندام هوایی و فعالیت میکروبی می‌باشد. با توجه به اهمیت برنج در استان مازندران و محدودیت آب در نظام زراعی مبتنی بر کشت برنج، هدف از انجام این پژوهش کاربرد باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس در شرایط کم آبیاری از نظر بهره‌وری آب در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰ در محل مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) واقع در کیلومتر ۸ جاده آمل- بابل با ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی با ۲۹/۸ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. آمار هواشناسی از جمله بارش، درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی جمع‌آوری و ثبت گردید (جدول ۱). آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. تیمار کم‌آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح (شاهد یا آبیاری مرسوم تا زمان رسیدن محصول، قطع آبیاری در مرحله تشکیل آغازی‌های خوشه و پر شدن دانه) و تیمار نیتروژن به عنوان عامل فرعی در سه سطح (شاهد یا مقدار توصیه شده ۲۵۰ کیلو گرم کود اوره در هکتار، ۷۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده) و تیمار باکتری به عنوان عامل فرعی فرعی در چهار سطح (شاهد، *آزوسپیریلوم لیپوفروم*، *سودوموناس فلورسنس* و ترکیب آزوسپیریلوم و سودوموناس) بودند. سایر کودهای مصرفی شامل سوپر فسفات تریپل و کود پتاسیمی (هر کدام به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کشت مصرف گردید. رقم مورد استفاده در این پژوهش رقم پرمحصول و با کیفیت مطلوب کشوری بود. زمان خزانه در فروردین ماه ۱۳۹۰ و انتقال نشاء در اردیبهشت ماه انجام شد. قبل از نشاکاری بوته‌ها از خزانه جدا، ریشه‌های آن بطور کامل و با دقت با آب خالص شستشو و سپس با توجه به تیمار باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس با تراکم 10^8 به مدت ۱۲ ساعت تلقیح شدند. نشاء کاری با فاصله ۲۵ ×۲۵ سانتی‌متر و به‌صورت تک بوته در ۱۰۸ کرت با اندازه هر کرت ۳ × ۴ متر و شش خط کاشت انجام شد. به‌منظور جلوگیری از تلفات نشت جانبی مرز کرت‌ها با پوشش نایلونی (به عمق ۵۰سانتی‌متر) کاملاً پوشیده شده و مقدار آب مورد نیاز برای هر کرت، توسط سیستم لوله‌کشی تأمین و توسط کنتور اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری‌ها نیز در فواصل زمانی معین، طبق استانداردهای لازم صورت گرفت. داده‌های آزمایش شامل میزان مصرف آب، بهره‌وری آب آبیاری (رابطه ۱) و آبیاری+ بارش (رابطه ۲) با استفاده از روابط مربوطه تعیین شدند.

مصرف آب / عملکرد شلتوک = بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) (رابطه ۱)

مصرف آب + بارندگی/ عملکرد شلتوک = بهره‌وری آب آبیاری + بارش (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) (رابطه۲)

برای تعیین عملکرد دو متر مربع (۳۲ بوته) از داخل هر کرت بعد از حذف حاشیه برداشت و عملکرد آن بر اساس رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید. داده‌های بدست آمده با نرم افزارهای SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

جدول۱- آمار شش ماهه اول سال ۱۳۹۰ ایستگاه هواشناسی آمل

ماه	درجه حرارت هوا (سانتی‌گراد)		رطوبت نسبی (درصد)		بارندگی	تبخیر
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	میلی‌متر	
فروردین	۹/۷	۱۹/۷	۶۱	۹۵	۷/۶	۶۴/۸۶
اردیبهشت	۱۵/۱	۲۲/۲	۶۹	۹۴	۱۶/۳	۸۶/۰۶
خرداد	۲۰/۸	۲۸/۳	۶۳	۹۲	۱/۴	۱۳۱/۲۵
تیر	۲۲/۵	۳۰/۷	۶۴	۹۵	۳۹/۶	۱۴۵/۵۲
مرداد	۲۳/۴	۳۳/۱	۵۸	۹۴	۴۵/۰	۱۵۷/۱۴
شهریور	۲۰/۰	۲۷/۹	۶۳	۹۵	۸۹/۴	۱۲۲/۰۵

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد تیمارهای رژیم آبیاری بر عملکرد، بهره‌وری آب و بهره‌وری آب + بارش اثر بسیار معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) داشت. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تیمارهای مختلف نیتروژن نیز بر تمامی صفات بهره‌وری تأثیر بسیار معنی‌داری را نشان داد. مصرف کودهای زیستی نیز توانسته تفاوت بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفات مرتبط با بهره‌وری آب داشته باشد.

جدول ۲ - تجزیه واریانس برای صفات عملکرد، بهره‌وری آب و بهره‌وری آب + بارش

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب	بهره‌وری آب + بارش
بلوک	۲	۲۵۰۴۵/۹۶ns	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵۱
آبیاری (I)	۲	۴۳۴۳۲۰۹/۰۴ **	۱/۳۶**	۱/۴۱**
خطای a	۴	۹۹۲۵۲/۲۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲
نیتروژن (N)	۲	۴۹۶۹۳۷۰/۸۶**	۰/۰۸۸**	۰/۰۸۹**
N×I	۴	۲۵۵۲۳۶/۱۲ ns	۰/۰۰۳۳ ns	۰/۰۰۳۳ ns
خطای b	۱۲	۱۴۱۶۱۶/۲۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۲۱
کود زیستی (*BF*)	۳	۷۹۶۶۳۶۹/۹۷**	۰/۱۴۶**	۰/۱۴۵**
I×BF	۶	۹۷۹۰۸/۵۸ ns	۰/۰۰۲۴ns	۰/۰۰۲۴ ns
N×BF	۶	۳۶۰۷۴/۸۶ns	۰/۰۰۰۶ns	۰/۰۰۰۴۶ ns
I×N×BF	۱۲	۱۳۵۳۷۷/۳۱ns	۰/۰۰۲۲ns	۰/۰۰۲۲ ns
خطای کل	۵۴	۱۳۷۷۳۴/۹۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۵/۳۹	۴/۹۹	۴/۷۶

گزارش در این زمینه نشان می‌دهد که روش‌های کم‌آبیاری نظیر کشت نیمه‌خشک (SDC) و تناوبی موجب افزایش بهره‌وری آب به میزان ۴۶ تا ۷۰ درصد گردید (مائو، ۲۰۰۱؛ مائو، ۲۰۰۲). بومان و همکاران (۲۰۰۵) نیز در آزمایشی به این نتیجه دست یافتند که با اعمال مدیریت صحیح آب می‌توان اولاً مانع کاهش عملکرد شد و ثانیاً با صرفه‌جویی در مصرف آب بهره‌وری آب را افزایش داد. عباسی و سپاسخواه (۲۰۱۱) در آزمایشی در شیراز، نشان دادند که بهره‌وری آب رقم دورودزن (۰/۵۲کیلوگرم بر متر مکعب) بیشترین و ارقام کراس دم‌سیاه و عنبربو ۲۲ (با بهره‌وری ۰/۴۰ و ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب) به ترتیب در مقام دوم و سوم قرار دارند. در ضمن رقم دورودزن، عنبربو- ۲۲ و کراس دم-سیاه با یک روز تأخیر در آبیاری (آبیاری تناوبی یک روزه) عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام داشتند.

بیشترین مقدار بهره‌وری آب را در بین تیمارهای آبیاری، قطع آب در مرحله آغازی‌های خوشه با ۱/۱۲ داشته است و تیمار شاهد یا مصرف آبیاری به صورت معمول با ۰/۷۳ کم‌ترین مقدار بهره‌وری آب را دارا بوده است. رجسوس و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که آبیاری متناوب مدت زمان آبیاری را به میزان ۳۸ درصد کاهش می‌دهد بدون اینکه کاهش معنی‌داری در عملکرد مشاهده شود. بنابراین کاهش مدت زمان آبیاری نشان‌دهنده آن است که میزان ذخیره آب افزایش می‌یابد. کابسانگون و همکاران (۲۰۱۱) نیز در برنج گزارش نمودند که آبیاری متناوب میزان آب آبیاری را بدون کاهش عملکرد تا ۲۰ درصد کاهش می‌دهد. بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از آبیاری متناوب همراه با کاربرد باکتری‌های افزاینده‌ی رشد می‌تواند جایگزین مناسبی برای آبیاری غرقاب دائم گیاه برنج در شالیزار باشد.

برخی از منابع مورد استفاده

اسدی ر، رضایی م، معتقد م ک، ۱۳۸۳. راه‌حل ساده برای مقابله با خشکسالی‌ها در شالیزارهای مازندران. فصلنامه علمی- ترویجی خشکی و خشکسالی کشاورزی. شماره ۱۴: ۹۰- ۸۷.

عرب زاده ب. ۱۳۸۴. بررسی کم‌آبیاری تنظیم‌شده در کشت نشایی برنج رقم فجر. انتشارات معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور. ۲۴صفحه.

نصیری م، نیک نژاد ی، ۱۳۹۰. عوامل ایجاد خسارت در مزارع برنج، انتشارات وارش وا، ۸۳ صفحه.

Abbasi M R, Sepaskhah A R, 2011. Response of different rice cultivars (*Oryza sativa*) to water-saving irrigation in green house conditions. International Journal of Plant Production. 5(1): 37-48.

Arabzadeh B, Tavakoli A, 2005. Optimal management of deficit irrigation for rice in transplanted (TP) farming. Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 12(3): 11-20.

Bouman B A M , Peng S, Castaneda A R, Visperas R M, 2005. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. Agriculture Water Management. 74: 87–105.

Cabangon R J, Castillo, E G, Tuong, T P, 2011. Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternate wetting and drying irrigation. Field Crops Research. 121: 136-146.

Mao Z, 2002. "Water Efficient Irrigation and Environmentally Sustainable Irrigated Rice Production in China," International Commission on Irrigation and Drainage http://www.icid.org/wat_mao.pdf.

Pirdashti H, Sarvestani Z T, Nematzadeh G, Ismail A, 2004. Study of water stress effects in different growth stage on yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. New directions for a diverse planet: Proceeding of 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep. – 1 Oct. 2004.

Rejesus R M, Palis F G, Rodriguez D G P, Lampayan R M, 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: 280-288.

Roderick, M. Rejesus , Florencia G, Palis, Divina. Gracia, P. Rodriguez, Ruben M. Lampayan. and Bas, 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.

Silva M A, gifon J L, Da silva J A G., and Sharma, V. 2007. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Brazilian Journal of Plant Physiology. 19: 193-201.

Tahmaesbi Sarvaestani Z, Pirdashti H, Modarres Sanavy SA and Blouchi H, 2008. Study of water stress effect in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(10): 1303-130