دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره چهاردهم، شماره چهل و نهم، ۱۴۰۱

مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پابلند برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت

مرتضی سیاوشی[۱] سلمان دستان [۲]

دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۱

چکیده

به‌منظور مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پابلند برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان نکا در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. دو رقم کم‌محصول سنگ طارم و طارم هاشمی به عنوان عامل اصلی و سیستم‌های کاشت رایج منطقه (سنتی)، بهبودیافته و سیستم کاشت فشرده برنج به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که رقم طارم هاشمی (۳۳۷۱ کیلوگرم در هکتار) و سنگ طارم (۳۴۴۸ کیلوگرم در هکتار) از نظر عملکرد دانه تولیدی در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی غلظت نیتروژن در دانه برنج رقم طارم هاشمی (۱/۴۹ درصد) به طور معنی‌داری بالاتر از رقم سنگ طارم (۱/۳۹ درصد) بود. گیاهان کشت شده در سیستم کاشت فشرده برنج با میانگین ۳۷۳۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند که در مقایسه با سیستم‌های کاشت سنتی و بهبودیافته به‌ترتیب حدود ۱۴/۹ و ۱۱/۳ درصد افزایش عملکرد نشان دادند. استفاده از سیستم کاشت فشرده منجر به تولید بیشترین غلظت نیتروژن در دانه (۱/۶۳ درصد) و بکارگیری از نظام کاشت بهبودیافته موجب تجمع بیشترین غلظت فسفر (۰/۱۵ درصد) و پتاسیم (۰/۴۷ درصد) در دانه برنج گردید. بنابراین، با توجه به نتایج پژوهش حاضر، استفاده از سیستم کاشت فشرده برنج موجب افزایش کمی و کیفی و تولید پایدار برنج می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: برنج، سیستم زراعی، عملکرد دانه، غلظت عناصر غذایی.

سیاوشی، م.، س. دستان. ۱۴۰۱. مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پابلند برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت. ۱۴(۵۱): ۴۴-۵۴.

۱- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- پژوهشگر، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج. مسئول مکاتبات: morteza.siavoshi@pnu.ac.ir

مقدمه

برنج (Oryza sativa L.) با تولید سالانه ۷۸۲ میلیون تن و سطح برداشت ۱۶۷ میلیون هکتار (بن حسن و همکاران، ۲۰۱۷) غذای اصلی بیش از ۵۰ درصد از جمعیت جهان می‌باشد (کاریجو و همکاران، ۲۰۱۷). سطح زیر کشت برنج در ایران معادل ۰/۶۲ میلیون هکتار می‌باشد که میزان تولید آن برابر با ۲۹۰۰۰۰۰ تن می‌باشد (پورغلام امیجی و همکاران، ۲۰۲۱). سطح زیر کشت برنج در مازندران نیز ۲۱۴۰۵۲ هکتار و میزان تولید معادل ۱۱۱۳۷۱۵ تن می‌باشد که از این نظر بیشترین سهم را در تولید برنج در ایران دارد (احمدی و همکاران، ۲۰۱۹). متوسط عملکرد برنج در ایران حدود ۳۴۳۱ کیلوگرم شلتوک در هکتار است در حالی که متوسط عملکرد برنج در دنیا حدود ۴۶۷۹ کیلوگرم شلتوک در هکتار گزارش شده است (فائو، ۲۰۱۸). امروزه نگرانی‌های زیادی در مورد تولید پایدار برنج، رکود عملکرد و خلاء عملکرد مطرح می‌باشد، به گونه‌ای که خلاء عملکرد در بین مناطق مختلف کشت برنج مشاهده می‌شود و این خلاء عملکرد نشان می‌دهد که سطح تولید برنج را می‌توان با پر کردن خلاء افزایش داد (نیرمالا و همکاران، ۲۰۲۱). از طرفی، استفاده از سیستم‌های کاشت سنتی، مشکلات فراوانی نظیر غرقاب نگه داشتن دائم شالیزار، افزایش فرسایش خاک، افزایش مقاومت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز به سموم شیمیایی، افزایش آلودگی محیط زیست با مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی، کاهش تنوع زیستی و به خطر افتادن سلامت انسان (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹)، نیاز به نیروی کارگری زیاد، مصرف آب فراوان و انرژی بالا (سینگ و همکاران، ۲۰۰۹) را به دنبال دارد. راهبردهای متعددی برای پر کردن خلاء عملکرد و کاهش معضلات نظام کاشت متداول وجود دارد که یکی از رویکردهای امیدوارکننده برای دستیابی به تولید پایدار برنج و افزایش امنیت غذایی، استفاده از سیستم‌های کاشت بهینه نظیر نظام کاشت فشرده برنج (SRI) می‌باشد. طول دوره رشد گیاهان در سامانه SRI به میزان یک تا دو هفته کمتر از نظام کاشت سنتی و هم‌چنین بازگشت خالص سرمایه در این سیستم در شرایط زراعی حدود ۱۰۸ درصد بالاتر از سیستم کاشت سنتی می‌باشد (استایگر، ۲۰۰۹). افزایش عملکرد شلتوک برنج در قالب سیستم کاشت SRI روشی برای تغییر مدیریت کشت، گیاه، آب و مواد غذایی بوده که راندمان تولید را از طریق تلفیق فعالیت‌های مدیریتی گیاه، آب، خاک، تغذیه، علف‌های هرز و اجرای توأم آنها بهبود می‌بخشد (تاکور و همکاران، ۲۰۱۴). گزارش شده که استفاده از سامانه‌های کاشت فشرده و بهبودیافته ضمن کاهش مشکلات موجود در سیستم کاشت سنتی نظیر کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی، موجب افزایش شاخص‌های رشد گیاه، بهبود فرآیند فتوسنتز و افزایش ذخیره آب آبیاری می‌گردد (منصورقنایی پاشاکی و همکاران، ۱۴۰۱). بررسی‌های به عمل امده توسط جلالی کوتنایی و همکاران (۱۴۰۱) نشان داد که به‌کارگیری سامانه‌های مدیریت کاشت فشرده و بهبودیافته نسبت به روش سنتی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد دانه برنج، موجب بهبود بهره‌وری آب آبیاری در برنج گردد. در نظام کاشت فشرده، استفاده از آبیاری تناوبی، بکارگیری نشاهای جوان، کشت یک نشاء در کپه با فواصل بیشتر و الگوی کشت مربعی و کوددهی با استفاده از منابع آلی منجر به بهبود عملکرد دانه برنج می‌شود (یوفوف، ۲۰۰۶). چاپاگین و یاماجی (۲۰۱۰) گزارش دادند که مدیریت SRI موجب رشد بهتر ریشه، تعداد بیشتر پنجه بارور در کپه، طول خوشه بیشتر و تعداد دانه‌های پر شده در خوشه نسبت به سیستم کاشت متداول می‌گردد. گزارش شده که تولید برنج با روش SRI منجر به افزایش ۵۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با سیستم‌های مرسوم کاشت گردید (نیرمالا و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات سیستم‌های مختلف کاشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پابلند برنج اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان نکا طی سال زراعی ۱۴۰۰ اجرا شد. منطقه اجرای طرح با مختصات جغرافیایی ۴۳ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۵ متری از سطح دریای آزاد قرار گرفته است. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از اجرای آزمایش، اقدام به نمونه‌برداری از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در چند نقطه و مخلوط کردن نمونه‌ها و تهیه نمونه مرکب گردید. آنالیز خاک در آزمایشگاه خاک‌شناسی انجام شد و در جدول ۱ ارائه گردید.

---

1 System of Rice Intensification

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت

پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	ماده آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته pH	رس	سیلت	شن	بافت خاک
۱۸۰	۱۵/۸	۰/۱۸	۲/٤	۱/۸	۷٫۷	٤۳	۲۵	۳۲	لوم رسی

تیمارهای آزمایش شامل ارقام پابلند سنگ طارم و طارم هاشمی به عنوان عامل اصلی و سیستم‌های کاشت رایج منطقه یا سنتی، بهبودیافته و مدیریت کاشت فشرده برنج به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در سیستم کاشت سنتی، روش تهیه نشا به صورت سنتی (جوی و پشته‌ای) بود. از نشاهای بالغ (۳۵ روزه) و تعداد بیش از سه نشا در هر کپه با آرایش کاشت متغیر، تصادفی و نامنظم استفاده شد. غرقابی دائم در شالیزار و حفظ سطح آب ایستابی در تمامی مراحل نمو و رشد در نظر گرفته شد. بعد از نشاکاری تا دو هفته قبل از برداشت، مزرعه به حالت غرقاب بود و از زهکشی و کاهش سطح آب ایستابی جلوگیری گردید. کودهای شیمیایی NPK از منابع اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به کار برده شد. تمامی فسفر و پتاسیم به صورت پایه و ۷۵ درصد کود نیتروژن به صورت پایه و ۲۵ درصد باقی‌مانده به صورت سرک در مرحله ۳۰ روز بعد از نشاکاری مصرف شد. جهت کنترل علف‌های هرز یک‌بار از علف‌کش پیش‌رویشی بوتاکلر به میزان سه لیتر در هکتار و دوبار وجین دستی طی ۲۸ و ٤۰ روز بعد از نشاکاری استفاده گردید. مبارزه با آفات به وسیله حشره‌کش دیازینون (گرانول ۵ درصد) وکنترل بلاست به کمک قارچ‌کش بیم (تری‌سیکلازول) به مقدار نیم کیلو در هکتار در مرحله ۳۰ درصد خوشه‌دهی انجام شد.

در سیستم کشت بهبودیافته (اصلاح‌شده)، روش تهیه نشاء سنتی (جوی و پشته‌ای) بود و از نشاهای نیمه بالغ (۲۵ روزه) به تعداد سه نشا در هر کپه با آرایش کاشت مربعی به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع استفاده شد. غرقابی دائم شالیزار و یک مرتبه زهکشی میان فصل انجام شد. برای این منظور، بعد از نشاکاری اقدام به ایجاد غرقابی و حفظ آب شده و فقط در مرحله حداکثر پنجه‌زنی، اقدام به زهکشی و خروج کامل آب گردید تا ترک‌های موئی در کرت مشاهده گردد و سپس اقدام به آبیاری گردید، به طوری‌که تا دو هفته قبل از برداشت مزرعه به حالت غرقاب باقی ماند. کودهای شیمیایی NPK از منابع اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) مصرف گردید. کاربرد ۵۰ درصد اوره و پتاسیم و تمامی کود فسفر به صورت پایه انجام شد. ۵۰ درصد پتاسیم و ۲۵ درصد اوره به صورت سرک در مرحله ۳۰ روز بعد از نشاکاری و ۲۵ درصد اوره باقی‌مانده در مرحله تشکیل خوشه‌آغازین مصرف شد. برای کنترل علف‌های هرز یک مرتبه از علف‌کش پیش‌رویشی بوتاکلر به مقدار سه لیتر در هکتار و دو مرتبه وجین دستی در ۲۸ و ٤۰ روز بعد از نشاکاری استفاده گردید. مبارزه با آفات نیز به وسیله حشره‌کش دیازینون (گرانول ۵ درصد به مقدار ٦ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) و کنترل بلاست توسط قارچ‌کش بیم (تری-سیکلازول) به مقدار نیم کیلو در هکتار در مرحله ۳۰ درصد خوشه‌دهی انجام گرفت.

در سیستم SRI، در شیوه خزانه‌گیری تغییر ایجاد گردید و از خزانه نشای جعبه‌ای پلاستیکی استفاده گردید. از نشاءهای جوان ۲۰ روزه (٤-۳ برگی) و تعداد دو نشا در هر کپه با آرایش کاشت مربعی با فواصل ۱۰×۳۰ سانتی‌متر مربع استفاده شد. در این روش از زمان نشاکاری تا دو هفته بعد از آن، مزرعه به حالت غرقاب نگه داشته شد. سپس تا دو هفته قبل از برداشت اقدام به آبیاری تناوبی گردید، به نحوی‌که خاک مزرعه همیشه مرطوب بود. کود شیمیایی نیتروژن از منبع اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی به میزان ۱۰ تن در هکتار به‌صورت پایه قبل از نشاکاری مصرف گردید. ۵۰ درصد اوره به‌صورت پایه و ۵۰ درصد باقی‌مانده در مرحله ظهور خوشه‌آغازین استفاده شد. کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم در این سیستم کاشت مصرف نگردید. برای کنترل علف‌های هرز، روتاری یا وجین‌کن سه مرتبه با فاصله هفت روز به کار رفت. مبارزه با آفات به وسیله حشره‌کش دیازینون (گرانول ۵ درصد) و کنترل بلاست به کمک قارچ‌کش بیم (تری‌سیکلازول) به میزان نیم کیلو در هکتار در مرحله ۳۰ درصد خوشه‌دهی انجام گردید.

زمین محل اجرای آزمایش بعد از عملیات کامل آماده‌سازی شامل شخم بهاره، روتیواتور، ماله‌کشی و تسطیح به ٢٤ کرت مساوی تقسیم گردید که ابعاد هر کرت آزمایش ۵×۲ متر مربع بود. برای جلوگیری از تداخل کودی بین کرت‌های مختلف، مرز بین کرت‌ها به عرض و عمق ۵۰ سانتی‌متر با پوشش پلاستیکی عایق‌بندی شد. برداشت بوته‌های برنج به صورت دستی انجام شد و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، نمونه‌های گیاهی به صورت

تصادفی از هر کرت آزمایش انتخاب و صفات زیر تعیین گردیدند. ارتفاع بوته و طول خوشه با اندازه‌گیری از ۱۵ بوته در هر کرت و در نهایت بر اساس میانگین آن‌ها تعیین شدند. تعداد پنجه بارور در کپه با شمارش از روی ۱۵ کپه در هر کرت و بر اساس میانگین آن‌ها به‌دست آمد. تعداد خوشه در متر مربع با شمارش تعداد خوشه‌ها در یک متر مربع از هر کرت آزمایش تعیین شد. تعداد کل خوشه‌چه در خوشه با شمارش از روی ۲۰ خوشه در هر کرت تعیین گردید. درصد دانه پر در خوشه از نسبت تعداد دانه پر به تعداد کل دانه در هر خوشه حاصل شد و به صورت درصد بیان گردید. وزن هزار دانه با شمارش ۱۰ نمونه صدتایی و توزین آن‌ها به‌دست آمد. عملکرد دانه (شلتوک) پس از حذف اثرات حاشیه، با برداشت مساحت چهار متر مربع از وسط هر کرت آزمایش و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. غلظت نیتروژن دانه به روش میکروکجلدال (فاجریا و همکاران، ۲۰۱۴) با استفاده از دستگاه کجل‌تک، محتوای فسفر دانه به روش رنگ‌سنجی (جونز و همکاران، ۱۹۹۱) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و محتوای پتاسیم دانه به روش شعله-سنجی (والینگ، ۱۹۸۹) با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده رقم فقط بر صفات مورفولوژیکی ارتفاع بوته و طول خوشه ($P\leq0.01$) معنی‌دار گردید. هم‌چنین صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در کپه، درصد دانه پر در خوشه ($P\leq0.01$)، تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه ($P\leq0.05$) تحت تأثیر اثرات ساده تیمار سیستم کاشت قرار گرفتند. اثر متقابل بین رقم × سیستم کاشت بر هیچ یک از صفات مورد اندازه‌گیری معنی‌دار نشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد دو رقم مورد مطالعه در هر یک از سطوح سیستم کاشت اختلاف معنی‌داری از نظر اجزای عملکرد و عملکرد دانه نداشتند، لذا برهمکنش بین فاکتورهای رقم و سیستم کاشت نیز معنی‌دار نگردید.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که ارتفاع بوته در رقم سنگ طارم حدود ۵ درصد بیشتر از رقم هاشمی بود. هم‌چنین سیستم-های کاشت سنتی و فشرده به‌ترتیب منجر به افزایش ۹/۱ و ۷/۶ درصدی ارتفاع بوته در مقایسه با سیستم کاشت بهبودیافته شدند (جدول ۳). کاهش ارتفاع بوته در نظام کشت بهبودیافته را می-توان در برخی تفاوت‌ها در مدیریت اجرای این سیستم کاشت مانند تعداد گیاهچه در کپه جستجو کرد (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۵). در راستای نتایج حاصل از این پژوهش، رمضانی و همکاران (۱۳۹۵) اظهار داشتند که ارتفاع بوته در سیستم کاشت فشرده در مقایسه با سیستم کشت بهبودیافته به طور معنی‌داری بیشتر بود، ولی بین سیستم‌های کاشت فشرده و سنتی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد کاربرد کودهای دامی در سیستم کاشت فشرده نقش مؤثری در بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته برنج داشته است. افزایش صفات مورفولوژیکی نظیر ارتفاع بوته در سیستم کاشت SRI در نتایج سایر محققان نیز گزارش شده است (امیری لاریجانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تاکور و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد ارقام برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول خوشه	تعداد پنجه بارور در کپه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	درصد دانه پر در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۳	۲۲/۰۰	۲/۴۳	۱/۶۰	۳۵۳۶/۲۶	۱۲۲۸/۱۵	۱۴/۶۹	۱۰/۶۲	۸۰۸۶۱۸/۱۱
رقم	۱	۴۲۸/۸۳**	۱۲۹/۱۷**	۱۴/۶۰^{ns}	۲۱۰/۰۴^{ns}	۸۴/۳۷^{ns}	۲۰/۳۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۳۶۰۳۷/۵۰^{ns}
خطا	۳	۱۱/۶۶	۳/۲۱	۷/۱۶	۱۰۸/۷۰	۱۳۷/۴۷	۹/۰۳	۰/۳۴	۳۸۷۰۱۶/۲۷
سیستم کاشت	۲	۵۳۸/۶۲**	۳/۰۳^{ns}	۵۶/۴۰**	۳۸۲۱/۷۹^{ns}	۲۱۰/۶۷*	۳۸۹/۷۴**	۲/۸۸^{ns}	۶۷۳۴۳۴/۱۲*
رقم×سیستم کاشت	۲	۲/۷۶^{ns}	۳/۲۶^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۸۱/۷۹^{ns}	۲/۰۰^{ns}	۱۴/۴۲^{ns}	۲/۱۶^{ns}	۹۶۱۰/۱۲^{ns}
خطا	۱۲	۳۱/۴۴	۲/۹۱	۶/۷۶	۲۹۱۰/۵۶	۵۹/۶۹	۱۲/۶۸	۱/۸۹	۱۷۱۳۳۳/۹۰
ضریب تغییرات	-	۳/۴۴	۶/۱۷	۱۵/۸۴	۱۸/۷۶	۷/۲۶	۴/۰۷	۶/۱۸	۱۲/۱۴

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد ارقام برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در کپه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	درصد دانه پر در خوشه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
رقم							
سنگ طارم	۱۶۷/۴۲a	۲۵/۳۷b	۱۵/۶۴a	۲۸۴/۵۸a	۱۰۴/۵۸a	۸۶/۶۸a	۳۳۷۱a
طارم هاشمی	۱۵۸/۹۷b	۳۰/۰۱a	۱۷/۲۰a	۲۹۰/۵۰a	۱۰۸/۳۳a	۸۸/۵۲a	۳۴۴۸a
سیستم کاشت							
سنتی	۱۶۹/۳۰a	۲۷/۸۱a	۱۸/۶۹a	۲۷۶/۰۰a	۱۰۳/۶b	۷۹/۵۸b	۳۱۸۰b
بهبودیافته	۱۵۳/۹۰b	۲۷/۰۳a	۱۳/۵۰b	۲۷۳/۹۰a	۱۰۳/۴b	۹۲/۳۳a	۳۳۱۴ab
فشرده	۱۶۶/۵۰a	۲۸/۲۴a	۱۷/۰۷a	۳۱۲/۸۰a	۱۱۲/۴a	۹۰/۸۸a	۳۷۳۶a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

مشاهدات نشان داد که طول خوشه در رقم هاشمی (۳۰/۰۱ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری (۱۵/۵ درصد) بیشتر از رقم سنگ طارم (۲۵/۳۷ سانتی‌متر) بود. هم‌چنین بین سیستم‌های مختلف کاشت از نظر طول خوشه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد، اگرچه میزان طول خوشه در سیستم کاشت فشرده به طور جزئی بالاتر از سایر سیستم‌های کاشت بود (جدول ۳).

نتایج حاصله نشان داد که هر دو رقم مورد مطالعه تعداد پنجه بارور در کپه و تعداد خوشه در متر مربع مشابهی تولید نمودند. هم‌چنین استفاده از سیستم‌های کاشت سنتی و فشرده به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۷/۸ و ۲۰/۹ درصدی تعداد پنجه بارور در کپه نسبت به سیستم کاشت بهبودیافته گردید، در حالی که بیشترین تعداد خوشه در متر مربع با میانگین ۳۱۲/۸۰ خوشه در سیستم کاشت SRI مشاهده شد که به‌ترتیب حدود ۱۱/۸ و ۱۲/۴ درصد بالاتر از سیستم‌های کاشت سنتی و بهبودیافته بود (جدول ۳). کاهش تعداد پنجه بارور در کپه در سیستم کاشت بهبودیافته در مقایسه با سایر سیستم‌های کاشت به دلیل کاهش تراکم کاشت در این سیستم بود که نهایتاً منجر به کاهش این جزء عملکردی گردید. هم‌چنین، افزایش تراکم کاشت در واحد سطح منجر به حصول حداکثر تعداد خوشه در متر مربع در سیستم کاشت فشرده گردید. در نظام کاشت SRI، نشاکاری نشاهای جوان سبب افزایش طول دوره رشد و در نتیجه بهبود رشد و نمو ریشه و پنجه‌زنی گیاه می‌گردد (نیرمالا و همکاران، ۲۰۲۱). بررسی‌های به عمل آمده توسط رمضانی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که تعداد خوشه در متر مربع در سیستم کاشت فشرده به‌ترتیب به میزان ۱۴/۵ و ۵/۳ درصد بیشتر از نظام‌های کاشت سنتی و بهبودیافته بود. نتایج سایر پژوهشگران نیز حاکی از بهبود پارامترهای رشد و اجزای عملکرد در سیستم کاشت فشرده می‌باشد که در نهایت موجب بهبود عملکرد دانه می‌گردد (کاسام و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی، معینی و همکاران (۱۳۹۹) اظهار داشتند که بیشترین تعداد پنجه در کپه تحت نظام‌های کاشت پرنهاده (۱۶/۱۳ پنجه) و رایج (۱۵/۹۴ پنجه) حاصل شد که به طور معنی‌داری بالاتر از سایر نظام‌های کاشت نظیر کم-نهاده، ارگانیک و در حال گذار به ارگانیک بود.

یافته‌های ما نشان داد که بین ارقام طارم هاشمی و سنگ طارم اختلاف آماری معنی‌داری از نظر تعداد دانه در خوشه مشاهده نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات ساده سیستم کاشت نشان داد که حداکثر تعداد دانه در خوشه با میانگین ۱۱۲/۴ دانه در سیستم کاشت فشرده مشاهده شد، در حالی که استفاده از سیستم‌های کاشت سنتی و بهبودیافته به‌ترتیب سبب کاهش ۷/۸ و ۸ درصدی تعداد دانه در خوشه گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد استفاده از نشاهای جوان، مصرف کودهای آلی و هم‌چنین اعمال آبیاری تناوبی در طول فصل رشد برنج در سیستم کاشت فشرده موجب بهره‌گیری گیاه از شرایط مناسب محیطی، بهبود وضعیت خاک، توسعه ریشه، بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه می‌گردد که در نتیجه منجر به افزایش تعداد دانه در خوشه می‌شود. مدیریت سیستم SRI موجب افزایش توسعه ریشه‌های سالم و در نتیجه تقویت و تولید ساقه‌های بزرگتر و برگ‌های کارآمدتر جهت تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد (چاپاگین و یاماجی، ۲۰۱۰). وجود شرایط غیرغرقاب دائم در شالیزار موجب بهبود وضعیت تهویه خاک، افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و ایجاد بالانس بین اجزای عملکردی و در نهایت بهبود عملکرد دانه برنج می‌شود (تاکور و

همکاران، ۲۰۱۱). صادقی و مبصر (۱۳۸۹) بیان نمودند که کاربرد سیستم کاشت فشرده برنج موجب تولید بیشترین تعداد دانه در خوشه (۹۸/۳ خوشه‌چه) شد، در حالی که استفاده از سیستم‌های کاشت سنتی و بهبودیافته به‌ترتیب موجب کاهش ۷/۱ و ٦/٦ درصدی تعداد دانه در خوشه گردید. از طرفی، سایر محققان بیان نمودند که نظام‌های کاشت رایج (۱۲۲/۲ خوشه‌چه) و پرنهاده (۱۲۵ خوشه‌چه) سبب تولید حداکثر تعداد دانه در خوشه شدند (معینی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده رقم نشان داد که درصد دانه پر در خوشه برای هر دو رقم هاشمی و سنگ طارم مقدار مشابهی را نشان داد. هم‌چنین نتایج نشان داد که سیستم‌های کاشت بهبودیافته و فشرده به‌ترتیب با میانگین‌های ۹۲/۳۳ و ۹۰/۸۸ درصد، منجر به تولید بیشترین درصد دانه پر در خوشه شدند، در حالی که استفاده از سیستم کاشت سنتی سبب کاهش حدود ۱۳ درصدی درصد دانه پر در خوشه شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد تأخیر در نشاکاری به دلیل سن نشای بالاتر در سیستم کاشت سنتی در مقایسه با سیستم‌های کاشت بهبودیافته و فشرده منجر به کاهش درصد دانه پر در خوشه گردیده است. در راستای نتایج حاصل از این آزمایش، اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) اظهار داشتند که تأخیر در نشاکاری موجب افزایش تعداد دانه پوک و کاهش تعداد دانه در خوشه برنج می‌گردد. بررسی‌های به عمل آمده توسط خیری و مبصر (۱۳۹۵) نشان داد که با افزایش سن نشا از ۳۰ روز به ٤٠ روز، درصد دانه پر در خوشه از ۹۲ درصد به ۸۷ درصد کاهش یافت. سایر محققان بیان نمودند که کوتاه شدن دوره رشد رویشی و کاهش انتقال کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی به دانه سبب کاهش درصد دانه پر می‌گردد (Alizadeh and Isvand, 2006). جلالی کوتنایی و همکاران (۱٤۰۱) گزارش دادند که میانگین تعداد دانه پر در کشت اول و دوم در نظام کاشت فشرده برنج برای ارقام هاشمی و کوهسار به‌ترتیب ۱۳/۵ و ۱۸/۷ درصد بیشتر از سیستم کاشت سنتی بود.

بررسی‌های صورت گرفته حاکی از آن بود که بین ارقام مورد مطالعه و هم‌چنین سیستم‌های مختلف کاشت از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. صفت وزن هزار دانه یکی از اجزای عملکردی می‌باشد که از خصوصیات واریته‌ای محسوب می‌شود و تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه قرار می‌گیرد (عارف و همایی، ۲۰۰٦). از طرفی، چون اندازه دانه در برنج به وسیله پوسته کنترل می‌شود، به همین دلیل تغییرات این صفت زیاد نیست (خیری و مبصر، ۱۳۹۵). در نتایجی مشابه، صادقی و مبصر (۱۳۸۹) و جلالی کوتنایی و همکاران (۱٤۰۱) بیان داشتند که وزن هزار دانه برنج رقم هاشمی تحت سیستم‌های مختلف کاشت تغییر معنی‌داری پیدا نکرد، که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که دو رقم مورد مطالعه عملکرد دانه مشابهی تولید نمودند و اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد بین این دو رقم مشاهده نشد. ارزیابی اثرات سیستم‌های کاشت نشان داد که حداکثر عملکرد دانه با میانگین ۳۷۳٦ کیلوگرم در هکتار در سیستم کاشت فشرده حاصل شد، اگرچه اختلاف آماری معنی-داری با سیستم کاشت بهبودیافته (۳۳۱٤ کیلوگرم در هکتار) نداشت ولی استفاده از سیستم کاشت سنتی موجب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱٤/۹ درصد گردید (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه تحت سیستم کاشت فشرده در مطالعه حاضر را می-توان به افزایش اجزای عملکردی نظیر تعداد پنجه بارور در کپه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد کل خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه پر در خوشه نسبت داد. استفاده از نشاهای جوان و نشاکاری زودهنگام در سیستم کاشت فشرده موجب افزایش طول دوره رشد گیاه و در نتیجه بهره‌گیری کامل گیاه از عوامل محیطی و تغذیه‌ای گردیده و در نهایت سبب بهبود عملکرد دانه شد، در حالی که استفاده از نشاهای مسن و تأخیر در نشاکاری در سیستم کاشت سنتی سبب کاهش طول دوره رسیدگی و متعاقب آن کاهش عملکرد گردید. تأخیر در تاریخ نشاکاری به دلیل کاهش دوره رشد گیاه و مواجهه گیاه با دماهای پایین و کاهش تشعشعات خورشیدی در مرحله گلدهی سبب عقیمی دانه‌های گرده و نهایتاً کاهش عملکرد دانه برنج می‌گردد (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات قبلی نشان داده که مدیریت کاشت برنج نظیر تعداد پایین نشا در هر کپه (سانوح و همکاران، ۲۰۰٦)، استفاده از نشاهای جوان (مینته و همکاران، ۲۰۰۸؛ پاسوکویین و همکاران، ۲۰۰۸) و آبیاری متناوب رطوبت و خشکی موجب بهبود عملکرد دانه برنج در سیستم کاشت SRI گردیده است. سایر پژوهشگران اثر مطلوب SRI را به دلیل استفاده کارآمدتر از منابع در نتیجه رقابت کمتر بین بوته‌ها عنوان نمودند (چاپاگین و یاماجی، ۲۰۱۰). مطالعات انجام شده به وسیله جلالی کوتنایی و همکاران (۱٤۰۱) نشان داد که استفاده از سیستم‌های کاشت فشرده و بهبودیافته موجب حصول حداکثر عملکرد دانه برای هر دو رقم کوهسار و هاشمی در مقایسه با سیستم کاشت سنتی شد، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در مطالعه دیگری، رمضانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش دادند که عملکرد دانه تولیدی در نظام کاشت فشرده به‌ترتیب به

میزان ۱۰ و ۱۳/۱ درصد بالاتر از نظام‌های کاشت بهبودیافته و رایج بود. این محققان افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و شاخص برداشت را دلیل بهبود عملکرد در سیستم SRI نسبت به سایر سیستم‌های کاشت عنوان نمودند. گروه دیگری از پژوهشگران گزارش دادند که استفاده از نظام کاشت تقویت شده به‌ترتیب موجب افزایش ۵/٤ و ۱۲/٦ درصدی عملکرد شلتوک در مقایسه با نظام‌های کاشت بهبودیافته و رایج منطقه بود (دستان و همکاران، ۱۳۹۳).

غلظت عناصر غذایی در دانه برنج

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ٤، اثرات ساده رقم فقط بر غلظت نیتروژن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثرات ساده سیستم کاشت بر غلظت هر سه عنصر غذایی نیتروژن ($P\leq0.01$)، فسفر و پتاسیم ($P\leq0.05$) معنی‌دار گردید. هم‌چنین هیچ یک از صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثر متقابل بین تیمار رقم و سیستم کاشت قرار نگرفتند. به نظر می‌رسد دو رقم مورد مطالعه در هر یک از سطوح سیستم کاشت اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت عناصر غذایی NPK نداشتند، بنابراین اثر متقابل بین رقم و سیستم کاشت نیز معنی‌دار نگردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان تجمع نیتروژن در دانه رقم هاشمی (۱/٤۹ درصد) بالاتر از رقم سنگ طارم (۱/۳۹ درصد) بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات سیستم‌های کاشت، استفاده از سیستم کاشت فشرده منجر به تولید بیشترین غلظت نیتروژن در دانه (۱/٦۳ درصد) گردید و سیستم کاشت بهبودیافته با میانگین ۱/٤۵ درصد در رتبه آماری بعدی قرار گرفت، در حالی که کمترین میزان نیتروژن با میانگین ۱/۲٤ درصد در سیستم کاشت سنتی مشاهده شد (جدول ۵). مدیریت نظام کاشت فشرده برنج به واسطه انتقال نشاهای جوان از خزانه به زمین اصلی و اعمال آبیاری تناوبی سبب افزایش حجم ریشه، بهبود سرعت فتوسنتز، افزایش شاخص سطح برگ، بهبود متابولیسم عناصر غذایی و افزایش راندمان جذب می‌گردد (تاکور و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از آبیاری تناوبی در سیستم SRI موجب تسهیل در دسترسی گیاه به اکسیژن و در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی در خاک و افزایش عملکرد در مقایسه با سایر سیستم‌های کاشت غرقاب دائم می‌شود (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۵). بکارگیری از سیستم کاشت SRI از طریق افزایش توسعه ریشه‌ها و بهبود کارآیی فیزیولوژیک گیاه منجر به افزایش میزان جذب و کارآیی مصرف نیتروژن می‌گردد (تاکور و همکاران، ۲۰۱۱). مطالعات قبلی نیز حاکی از اثرات مثبت نظام کاشت SRI در حصول عملکردهای بالاتر و کیفیت دانه بهتر در مقایسه با روش‌های مرسوم می‌باشد (کریشنا و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ٤- تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی در دانه ارقام برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت نیتروژن در دانه	غلظت فسفر در دانه	غلظت پتاسیم در دانه
تکرار	۳	۰/۱٤٦	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳
رقم	۱	۰/۰٦۰**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سیستم کاشت	۲	۰/۳۰۱**	۰/۰۰۲*	۰/۰۱۰*
رقم×سیستم کاشت	۲	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۷/۲۲	۱۳/٦۸	۹/٦۲

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی در دانه ارقام برنج تحت سیستم‌های مختلف کاشت

تیمارها	غلظت نیتروژن در دانه (درصد)	غلظت فسفر در دانه (درصد)	غلظت پتاسیم در دانه (درصد)
رقم			
سنگ طارم	۱/۳۹b	۰/۱۳a	۰/٤۳a
طارم هاشمی	۱/٤۹a	۰/۱۳a	۰/٤٥a
سیستم کاشت			
سنتی	۱/۲٤c	۰/۱۲b	۰/٤۰b
بهبودیافته	۱/٤٥b	۰/۱٥a	۰/٤۷a
فشرده	۱/٦۳a	۰/۱۳b	۰/٤٤ab

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده رقم نشان داد که بین دو رقم مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت فسفر و پتاسیم در دانه برنج وجود نداشت. هم‌چنین بیشترین غلظت فسفر و پتاسیم دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۰/۱٥ و ۰/٤۷ درصد در سیستم کاشت بهبودیافته و کمترین آن‌ها به‌ترتیب با میانگین-های ۰/۱۲ و ۰/٤۰ درصد در سیستم کاشت سنتی مشاهده شد. نتایج نشان داد که بین سیستم‌های کاشت بهبودیافته و فشرده از نظر غلظت پتاسیم دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵). به هر حال، سیستم کاشت بهبودیافته توانست غلظت فسفر و پتاسیم بالاتری در مقایسه با سیستم کاشت فشرده تولید نماید که دلیل آن عدم مصرف کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم در نظام کاشت فشرده می‌باشد. به نظر می‌رسد مصرف کود پتاسیم در دو مرحله به صورت پایه و سرک در سیستم کاشت بهبودیافته تأثیر قابل توجهی در بهبود غلظت پتاسیم دانه برنج در مقایسه با سیستم کاشت سنتی داشته است، در حالی که در نظام کاشت فشرده استفاده از کود دامی توانست نقش مؤثری در افزایش غلظت پتاسیم دانه داشته باشد. کاربرد کودهای دامی موجب افزایش فعالیت میکروبی خاک و در نتیجه بهبود کارآیی جذب عناصر غذایی نظیر NPK در گیاه می‌گردد (شریسدا و همکاران، ۲۰۲۰). استفاده از کود دامی می‌تواند به واسطه افزایش فراهمی و جذب نیتروژن در گیاه موجب بهبود میزان جذب، انتقال و ذخیره پتاسیم در اندام‌های گیاه گردد (شهدی کومله و همکاران، ۱٤۰۱).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، غلظت نیتروژن در دانه برنج رقم طارم هاشمی بالاتر از سنگ طارم بود ولی از نظر غلظت فسفر و پتاسیم اختلاف معنی‌داری بین دو رقم مشاهده نشد و هم‌چنین هر دو رقم مورد مطالعه عملکرد مشابهی تولید نمودند. استفاده از سیستم کاشت فشرده منجر به حصول حداکثر عملکرد دانه برنج شد، اگرچه با نظام کاشت بهبودیافته اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ولی به طور قابل توجهی بالاتر از سیستم کاشت سنتی و متداول بود. مشاهدات ما نشان داد که بکارگیری از سیستم‌های کاشت فشرده و بهبودیافته موجب بهبود غلظت عناصر غذایی NPK در دانه برنج در مقایسه با سیستم کاشت سنتی شدند. بنابراین، با توجه به اینکه بکارگیری سیستم کاشت فشرده برنج ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و غیره، می‌تواند به افزایش عملکرد و بهبود درآمد کشاورزان در مقایسه با سایر سیستم‌های کاشت کمک نماید، لذا استفاده از سیستم کاشت SRI برای کاشت ارقام برنج مورد مطالعه مناسب می‌باشد.

منابع

ابوطالبیان اسماعیل‌زاده، م.، ی. نیک‌نژاد، ه. فلاح‌آملی و ن. خیری. ۱۳۹٥. تعیین زمان مناسب نشاکاری برنج (Oryza sativa L.) رقم طارم محلی در کشت دوم در مازندران. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰ (٤): ۱۰۰٦-۹۹۱.

جلالی کوتنایی، ن.، ع. شاهنظری، م. خ. ضیاءتبار احمدی، م. خوش‌روش و م. رضایی. ۱٤۰۱. ارزیابی تأثیر سامانه‌های مختلف کشت بر بهره وری آب، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم اصلاح‌شده و بومی برنج. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱ (۱٦): ۱٤۷-۱۳٥.

خیری، ن. و ح. ر. مبصر. ۱۳۹۵. اثر سن نشا و میزان بذر مصرفی در خزانه بر صفات زراعی و عملکرد دانه برنج (Oryza sativa L.) رقم طارم هاشمی. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰ (۲): ٤٤٦-٤٣١.

دستان، س.، ق. نورمحمدی و ح. مدنی. ۱۳۹۳. مقایسه صفات زراعی چهار رقم برنج (Oryza sativa L.) در نظام‌های کاشت در منطقه نکا. به‌زراعی کشاورزی. ١٦ (۲): ٢٤٦-٢٣١.

رمضانی، ا.، ع. سروش‌زاده و م. صلحی. ۱۳۹۵. اثر سیستم‌های کشت و تغذیه برگی با کود روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و آب مصرفی برنج. تحقیقات غلات. ٦ (۱): ۵۵-۴۳.

شهدی کومله، ع.، س. ر. سیدی و م. فروغی. ۱٤۰۱. اثر کاربرد کودهای دامی بر جذب عناصر غذایی دو رقم برنج و برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک پس از برداشت. نشریه علمی مدیریت اراضی. ۱۰ (۲): ۲۵۸-۲۳۷.

صادقی، س. ع. و ح. ر. مبصر. ۱۳۸۹. بررسی روابط منبع و مخزن در سیستم‌های مختلف زراعی کشت برنج. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۲ (٤): ٤٠١-٤١٣.

معینی، ن.، م. ر. داداشی، س. دستان و ا. فرجی. ۱۳۹۹. ارزیابی برخی شاخص‌های کمی و کیفی ارقام محلی برنج (Oryza sativa L.) در نظام‌های کاشت شالیزاری در شمال ایران. فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱۵ (۵۷): ۸۳-۶۵.

منصورقناعی پاشاکی، ک.، غ. محسن‌آبادی، م. ح. بیگلویی، م. ب. فرهنگی و ع. مختصی بیدگلی. ۱٤۰۱. تأثیر زراعت برنج (Oryza sativa L.) توأم با اردک بر روند تغییرات شاخص‌های رشدی، فتوسنتز و بهره‌وری آب آبیاری و باران در سیستم‌های مختلف کشت. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۲ (۱): ۱۷٤-۱٤۹.

Ahmadi, K., H. Ebadzadeh, F. Hatami, H. Abdolshah and A. Kazemian. 2019. Agricultural Statistics Crop Year 2017-2018: Crop Production (Volume 1), 1st edn. Ministry of Agriculture, Program and Budget Deputy, Directorate General of Statistics and Information, Tehran, Iran, p. 95.

Alizadeh, M. A., and Isvand, H.R. 2006. Rice in Egypt. Ministry of Jihad-e-Agriculture Publications. Agronomy Deputy. 541 pp .

Amiri Larijani, B., Ramazanpor, Y., Hossaini, J., and Shokri, A. Y. 2012. The comparison of rice yield and crop productivity under conventional, improved and SRI cropping systems. Research Report. No. 41774. Agric. Sci. Inf. Doc. Center. (ASIDC). 36 p .

Aref, M., and Homaei, M. 2006. The effect of foliar micronutrients zinc and manganese on yield and yield components. First Edition. Tarbiat Modarres University Press, 124 p .

Ben Hassen, M., F. Monaco, A. Facchi, M. Romani, G. Valè and G. Sali. 2017. Economic performance of traditional and modern rice varieties under different water management systems. Sustain. 9(3): 347 .

Carrijo, D. R., M. E. Lundy and B. A. Linquist. 2017. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. Field Crops Res. 203: 173-180.

Chapagain, T. and E. Yamaji. 2010. The effects of irrigation method, age of seedling and spacing on crop performance, productivity and water-wise rice production in Japan. Paddy Water Envion. 8(1): 81-90 .

Fageria, N. K., H. R. Gheyi and C. S. Carvalho. 2014. Yield, potassium uptake, and use efficiency in upland rice genotypes. II INOVAGRI International Meeting, 13-16 April, Fortaleza, Brazil. pp 4515-4520.

FAO STAT. 2018. FAO statistical database (available at www.fao.org.(

Farooq, M., N. K. Kobayashi, A. Wahid, O. Ito and S. M. A. Basra. 2009. Strategies for producing more rice with less water. Advanc. Agron. 101: 351-388.

Jones, J. R., J. B. Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro and Macro Publishing Inc. Athens, Georgia.

Kassam, A., W. Stoop and N. Uphoff. 2011. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. Paddy Water Environ. 9: 163-180 .

Krishna, A., N. K. Biradarpatil and B. B. Channappagoudar. 2008. Influence of system of rice intensification (SRI) cultivation on seed yield and quality. Karnataka J. Agric. Sci. 21(3): 369-372.

Mansour Ghanaei-Pashaki, K., G. Mohsen abadi, M. Bigluei, M. Farhangi and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2022. Effect of rice-duck co-cultivation on the trend of changes in growth indices, photosynthesis and irrigation and precipitation water productivity in different cultivation systems. J Agric. Sci. Sustain. Produc. 32(1): 149-174 .

Menete, M. Z. L., H. M. Van Es, R. M. L. Brito, S. D. DeGloria and S. Famba. 2008. Evaluation of system of rice intensification (SRI) component practices and their synergies on salt-affected soils. Field Crops Res. 109: 34-44 .

Nirmala, B., M. D. Tuti, R. Mahender Kumar, A. Waris, P. Muthuraman, B. Parmar and T. Vidhan Singh. 2021: Integrated assessment of system of rice intensification vs. conventional method of transplanting for economic benefit, energy efficiency and lower global warming potential in India. Agroecol. Sustain. Food Syst. 45(5): 745-766 .

Pasuquin, E., T. Lafarge and B. Tubana. 2008. Transplanting young seedlings in irrigated rice fields: Early and high tiller production enhanced grain yield. Field Crops Res. 105: 141-55 .

Pourgholam-Amiji, M., A. Liaghat, M. Khoshravesh and H. M. Azamathulla. 2021. Improving rice water productivity using alternative irrigation (case study: North of Iran). Water Supply. 21(3): 1216-1227 .

San-oh, Y., T. Sugiyama, D.Yoshita, T. Ookawa and T. Hirasawa. 2006. The effect of planting pattern on the rate of photosynthesis and related processes during ripening in rice plants. Field Crops Res. 96: 113-24 .

Shrestha, J., K. K. Shah and K. P. Timsina. 2020. Effects of different fertilizers on growth and productivity of rice (Oryza sativa L.): A review. Int. J. Global Sci. Res. 7(1): 1291-1301 .

Singh, Y., E. Humphreys, S. S. Kukal, B. Singh, A. Kaur, S. Thaman, A. Prashar, S. Yadav, J. Timsina, S. S. Dhillon, N. Kaur, D. J. Smith and P. R. Gajri. 2009. Crop performance in permanent raised bed rice-wheat cropping system in Punjab. India. Field Crops Res. 110(1): 1-20 .

Styger, E. 2009. System of rice intensification (SRI) –communey – based evaluation in Goundam and dire ciroles, Timbuktu, Mail, 2008/2009.

Thakur, A. K., S. Rath, S. Roychowdhury and N. Uphoff. 2010. Comparative performance of rice with system of rice intensification (SRI) and conventional management using different plant spacings. J. Agron. Crop Sci. 196: 146-159 .

Thakur, A. K., S. Rath, D. U. Patil and A. Kumar. 2011. Effects of rice plant morphology and phsiology of water and associated management practices of the system of rice intensification and their implications for crop performance. Paddy Water Environ. 9: 13-24 .

Thakur, A. K., S. Rath and K. G. mandal. 2013. Differential responses of system of rice intensification (SRI) and conventional flooded rice management methods to applications of nitrogen fertilizer. Plant Soil. 9: 13-24 .

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 .

Uphoff, N. 2005. Features of the system of rice intensification (SRI) apart from increases in yield. Cornell International Institute for food, agriculture and devolopment.

Waling, I., W. V. Vark, V. J. G. Houba and J. J. Vanderlee. 1989. Soil and Plant Analysis, A series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland. 168p.

Comparison of quantitative and qualitative characteristics of two tall rice cultivars under different planting systems

M. Siavoshi[1], S. Dastan[2]

Received: 2023-05-13 Accepted: 2023-07-02

Abstract

In order to compare the quantitative and qualitative characteristics of two tall rice cultivars under different planting systems, an experiment was conducted as a split-plot in a randomized complete block design with four replications at the farmer's field located in Neka during 2021-2022. The rice cultivars at two levels (Tarom Hashemi and Sange-Tarom) as the main plot and the planting systems at three levels (traditional planting, improved planting and system of rice intensification (SRI)) as the sub-factor were considered. The results showed that the Tarom Hashemi cultivar (3371 kg.ha-1) and Sange-Tarom (3448 kg.ha-1) were in the same statistical group in terms of grain yield, but the nitrogen concentration in rice grains for Tarom Hashemi (1.49%) was significantly higher than Sange-Tarom (1.39%). The plants cultivated in the SRI produced the highest grain yield with an average of 3736 kg.ha-1, which showed an increase in yield by 14.9% and 11.3%, respectively, compared with the traditional and improved planting systems. The use of SRI management led to the production of the highest concentration of nitrogen in the grain (1.63%) and the application of the improved planting system resulted in the accumulation of the highest concentration of phosphorus (0.15%) and potassium (0.47%) in the rice grain. Therefore, according to the results of the present research, the use of SRI management system increases the quantitative and qualitative characteristics and sustainable production of rice.

Keywords: Cropping system, Grain yield, Nutrient concentration, Rice.

۱ Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2- Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran