ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برنج (رقم طارم هاشمی) در کشت توأم برنج، اردک و آزولا (*Azolla* sp.)

محمد غروی[1*]، همت‌اله پیردشتی[2]، ارسطو عباسیان[2]، قاسم آقاجانی مازندرانی[3]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار و مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- مربی، گروه آبیاری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[*]en_gharavi@yahoo.com

چکیده
به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی در کشت توأم برنج، اردک و آزولا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش تعداد اردک به عنوان عامل اصلی در چهار سطح (شاهد، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ قطعه در هکتار) و آزولا به همراه نیتروژن به عنوان عامل فرعی در چهار سطح (شاهد، آزولا، نیتروژن و آزولا + نیتروژن) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر اختلاف کاملاً معنی‌دار تعداد اردک، آزولا و نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها از نظر صفات تعداد پنجه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و عملکرد شلتوک بود. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل، بالاترین مقادیر صفات تعداد پنجه (۳۸ عدد پنجه در کپه)، تعداد خوشه در بوته (۲۴ عدد)، تعداد دانه در خوشه (۱۷۱ عدد) و عملکرد شلتوک (۴ تن در هکتار) در تیمار ۱۲۰۰ قطعه اردک در هکتار به همراه آزولا و نیتروژن مشاهده شد. همچنین وزن هزار دانه تنها تحت تأثیر تیمار تعداد اردک (۳۳ گرم) و تیمار آزولا به همراه نیتروژن (۳۱/۷ گرم) قرار گرفت. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان تیمار ۱۲۰۰ قطعه اردک در هکتار به همراه آزولا و نیتروژن را به عنوان بهترین تیمار در بین سایر تیمارها معرفی کرد.

کلمات کلیدی: آزولا، اردک، کشت توأم، عملکرد برنج

مقدمه
برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از غذاهای اصلی و مهم مردم جهان می‌باشد که میزان تولید جهانی آن در سال ۲۰۱۱ حدود ۴۸۰ میلیون تن گزارش شده است (فائو، ۲۰۱۱). از سوی دیگر لزوم سلامت محصولات تولیدشده در نظام‌های مختلف کشاورزی از نظر وجود بقایای سموم شیمیایی و تأثیر آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، سبب شده است تا استفاده از عوامل طبیعی برای مبارزه با علف‌های هرز و آفات و جایگزین کردن کودهای طبیعی به جای کودهای مصنوعی نقش بسیار مهمی را در کشاورزی پایدار ایفا کند (لوپز و همکاران، ۲۰۱۱). در این میان اردک و آزولا (*Azolla* sp.) به دلیل سازگاری بسیار مناسب، به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک در شرایط غرقاب می‌توانند سیستم زراعی را به سمت پایداری و ایجاد منبع درآمدی جدید سوق دهند (هاسگاوا و همکاران، ۲۰۰۵).

بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از اردک به عنوان عامل بیولوژیک در کشت توأم برنج- اردک علاوه بر افزایش تنوع زیستی، کارایی انرژی، درآمد اقتصادی بالاتر، کاهش هزینه‌های تولید، تولید محصول سالم‌تر، سازگاری با محیط زیست، افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش رشد رویشی برنج و بهبود عملکرد برنج، از نظر بهره‌وری آب نیز کاراتر از روش تک‌کشتی برنج می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر به دلیل تأثیر نامطلوب کودهای شیمیایی بر خاک و راندمان مصرف پایین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن که عمدتاً توسط نیترات‌شویی و تصعید نیترات اتفاق می‌افتد استفاده از مواد آلی به عنوان منبع خوب و مناسب برای تأمین عناصر غذایی خاک امری مهم تلقی می‌شود (عشقی صنعتی و همکاران، ۱۳۸۹).

آزولا یکی از مهمترین موجودات زنده تأمین‌کننده نیتروژن مورد نیاز برنج می‌باشد که از همزیستی جلبک میکروسکوپی سبز- آبی آنابنا برخوردار است و به واسطه همین زندگی مشترک، نیتروژن هوا را تثبیت می‌نماید (رستگار، ۱۳۷۵). آزولا می‌تواند در صورت فراهم بودن شرایط مناسب سبب افزایش روزانه ۲ تا ۴ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار مزرعه شود که معادل ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم است (محمدی و عظیمی قالیباف، ۱۳۸۷). در همین زمینه، پژوهشی نشان داد که در حالت استفاده از کود شیمیایی به علاوه آزولا میزان عملکرد برنج نسبت به سایر زمان‌های کشت بیشتر است (راجر و همکاران، ۱۹۹۰). بنابراین با توجه به اهمیت تولید محصولات سالم در بوم‌نظام‌های زراعی نظیر برنج و همچنین تأکید بر استفاده کنترل شده از آزولا در اکوسیستم‌های آبی (احمدنیا و رفیعی، ۱۳۸۷)، آزمایش حاضر با هدف بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد شلتوک برنج در کشت توأم برنج، اردک- آزولا و مقادیر کاهش یافته نیتروژن به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده‌ی دریا اجرا گردید. در پژوهش حاضر تأثیر دو عامل تعداد اردک و آزولا به همراه نیتروژن در قالب کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. عامل اصلی تعداد اردک در چهار سطح شامل (صفر یا شاهد، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ قطعه در هکتار) و عامل فرعی آزولا به همراه نیتروژن در چهار سطح (شامل شاهد، آزولا، نیتروژن (۵۰ کیلوگرم) و آزولا+ نیتروژن(۵۰ کیلوگرم)) در نظر گرفته شدند. رقم مورد استفاده در طرح، رقم طارم هاشمی بود. میزان آزولا ۵۰۰ گرم در هر متر مربع به صورت تازه و بلافاصله پس از نشاکاری برنج به مزرعه اضافه شد. ابعاد هر کرت ۲۸ متر مربع، فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی هر خط ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آرایش بوته‌ها در داخل کرت‌ها به حالت مربعی و فاصله بین تکرارها یک متر بود. نمونه‌برداری‌ها برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد برنج با استفاده از کوادرات، از درون هر کرت با رعایت اثر حاشیه به طور جداگانه بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI, 2002) انجام گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ (SAS Institute, 2002) انجام و مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات با استفاده از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq 0/01$) اثر تعداد اردک، آزولا و نیتروژن و برهمکنش آنها در صفات تعداد پنجه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و عملکرد شلتوک بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر اردک و آزولا به همراه کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی

منابع تغییرات	میانگین مربعات					
	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوک
بلوک	۲	۴۸/۶۳*	۴۰/۷۵**	۶۱/۵۳^{ns}	۱۴/۰۸^{ns}	۳۵۱۵۵۴^{ns}
اردک (A)	۳	۱۵۱/۲**	۵۵/۷۴**	۱۴۹۲**	۱۰۹/۸**	۲۷۴۵۴۲۰**
خطای اصلی	۶	۴/۷۵	۰/۴۷۲	۷۸/۴۸	۳/۷۵	۱۹۰۷۴۶
آزولا و نیتروژن(B)	۳	۵۵۷/۰۶**	۲۹۱/۷**	۱۲۶۵۵**	۴۱/۳۵**	۳۲۰۰۷۷۰**
D×N	۹	۳۴/۴۱**	۸/۱۶۸**	۱۰۴/۸**	۲/۱۳۱^{ns}	۱۲۱۸۴۴*
خطای فرعی	۲۴	۳/۲۵	۰/۵۴۱	۳۱/۲۹	۱/۶۶۶	۵۲۶۱۵
ضریب تغییرات(درصد)		۸/۴۹	۵/۱۸	۴/۸۰	۴/۳۹	۷/۴۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل بالاترین مقادیر صفات تعداد پنجه (۳۸ عدد پنجه در کپه)، تعداد خوشه در بوته (۲۴عدد)، تعداد دانه در خوشه (۱۷۱ عدد)، عملکرد شلتوک (۴ تن در هکتار) در تیمار ۱۲۰۰ قطعه اردک در هکتار به همراه آزولا و نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲).

در همین راستا در پژوهشی، خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در تراکم ۲۵۰ قطعه اردک در هکتار مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در این تراکم اردک به طور معنی‌داری افزایش یافته بود (روح و همکاران، ۲۰۰۵). در تحقیق دیگری در کشت ارگانیک برنج- اردک، عملکرد بیشتری گزارش شد که علت آن کنترل آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خروج گازهای نامساعد از زمین و افزایش فعالیت موجودات زنده خاک این مزارع عنوان شد (لوپز و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایش دیگری نیز مشاهده گردید با افزایش تراکم اردک از تیمار ۴۰۰ به ۸۰۰ قطعه اردک در هکتار کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به طور مؤثرتری انجام شده است (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱).

همچنین در آزمایشاتی در منطقه رشت عملکرد تیمار برنج همراه با آزولا با افزایش ۶۷ درصدی عملکرد نسبت به شاهد همراه بود. در همان پژوهش بیان شد که آزولا می‌تواند جانشین ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن گردد (شریف فر و حسن‌پور، ۱۳۸۷). در تحقیق دیگری گزارش شد که عملکرد اقتصادی دانه در شرایط حضور اردک بیشتر از عدم حضور این عامل شد و همچنین به‌کارگیری آزولا نیز توانست باعث افزایش عملکرد دانه شود (اسماعیلی، ۱۳۸۵).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل اردک و آزولا به همراه کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی

اردک	تیمارها: آزولا و نیتروژن	تعداد پنجه	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه در خوشه	عملکرد شلتوک (تن درهکتار)
۰	شاهد	۱۳/۳۳^{g}	۸/۳۳^{j}	۷۸/۰۰^{ij}	۲/۱۰^{jk}
	آزولا	۱۵/۳۳^{fg}	۱۰/۰۰^{hi}	۷۳/۰۰^{j}	۱/۷۷^{k}
	نیتروژن	۲۱/۰۰^{e}	۱۴/۶۶^{e}	۱۱۵/۰۰^{ef}	۲/۶۰^{hi}
	آزولا+نیتروژن	۲۴/۶۶^{cd}	۱۶/۶۶^{d}	۱۴۰/۰۰^{c}	۳/۴۰^{cde}
۴۰۰	شاهد	۱۵/۲۲^{fg}	۸/۶۶^{j}	۸۵/۴۴^{hi}	۲/۳۶^{ij}
	آزولا	۱۶/۰۰^{fg}	۱۰/۶۶^{gh}	۱۰۰/۰۰^{g}	۲/۵۰^{i}
	نیتروژن	۲۲/۰۰^{de}	۱۵/۰۰^{e}	۱۱۸/۸۹^{de}	۳/۲۰^{efg}
	آزولا+نیتروژن	۲۵/۳۳^{c}	۱۷/۶۶^{cd}	۱۵۷/۰۰^{b}	۳/۷۰^{abc}
۸۰۰	شاهد	۱۴/۵۵^{fg}	۹/۳۳^{ij}	۸۷/۰۰^{hi}	۲/۹۰^{gh}
	آزولا	۱۶/۶۶^{f}	۱۱/۳۳^{fg}	۱۰۷/۰۰^{fg}	۳/۰۱^{fg}
	نیتروژن	۲۳/۳۳^{cde}	۱۷/۰۰^{d}	۱۲۸/۰۰^{d}	۳/۴۰^{cde}
	آزولا+نیتروژن	۲۶/۲۲^{c}	۱۸/۶۶^{c}	۱۶۵/۰۰^{ab}	۳/۹۰^{ab}
۱۲۰۰	شاهد	۱۵/۳۳^{fg}	۱۰/۰۰^{hi}	۹۰/۰۰^{h}	۳/۳۰^{def}
	آزولا	۱۷/۳۳^{f}	۱۲/۰۰^{f}	۱۱۰/۰۰^{ef}	۳/۴۰^{cde}
	نیتروژن	۳۴/۶۶^{b}	۲۲/۳۳^{b}	۱۳۸/۶۶^{c}	۳/۶۰^{bcd}
	آزولا+نیتروژن	۳۸/۴۴^{a}	۲۴/۶۶^{a}	۱۷۱/۰۰^{a}	۴/۰۰^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

در مجموع افزایش تراکم اردک در واحد سطح تا تراکم ۱۲۰۰ قطعه در هکتار به دلیل کنترل مناسب‌تر عوامل محیطی (کنترل آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خروج گازهای نامساعد از زمین زراعی و افزایش فعالیت موجودات زنده خاک) نسبت به تراکم ۴۰۰ و ۸۰۰ قطعه در هکتار و شاهد منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد برنج مورد بررسی در این آزمایش شد. همچنین حضور آزولا به همراه نیتروژن باعث افزایش عملکرد شد. نکته حائز اهمیت در مورد آزولا این است که حضور اردک باعث کنترل آزولا در شالیزار می‌شود که این عمل سازگار با محیط زیست می‌باشد.

قدردانی

بدین وسیله از مسئولان محترم پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان به خاطر حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و قدرانی می‌شود.

منابع

احمدنیا ح ر و رفیعی غ، ۱۳۸۷. معرفی گیاه آزولا و کنترل آن به عنوان یک گیاه مهاجم. اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی ایران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر. صفحه‌های ۱۱۳تا ۱۱۷.

اسماعیلی م، مبصر ح، حیدری ح، کربلایی م ت، عبدی م، باخدا م، ۱۳۸۵. مطالعه تأثیر رفتار با بقایای گیاهی و کنترل کننده-های بیولوژیکی بر خصوصیات علف‌های هرز و صفات زراعی در کشت تلفیقی با رتون برنج. مجله دانش نوین کشاورزی. سال دوم، شماره ۵، صفحه‌های ۱تا ۱۲.

رستگار م ع، ۱۳۷۵. علف‌های هرز و روش‌های کنترل آن. مرکز نشر دانشگاهی. ۴۲۰ صفحه.

عشقی صنعتی ب، دانشیان ج، امیری ا و آذرپور ا، ۱۳۸۹. مطالعه جایگزینی کودهای آلی در کشاورزی پایدار برنج. دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌رو. دانشگاه آزاد اسلامی شیراز. صفحه‌های ۱۹۳ تا ۱۹۷.

محمدی ز و عظیمی قالیباف ا، ۱۳۸۷. آزولا و نقش آن در اکوسیستم‌های آبی. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط‌زیست. دانشگاه تهران. صفحه‌های ۸۶ تا ۸۹.

محمدی م، پیردشتی ه، آقاجانی مازندرانی ق و باباجانی ک، ۱۳۹۰. مقایسه بهره‌وری آب در تولید برنج به دو روش تک کشتی و کشت توأم برنج- اردک. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان، صفحه‌های ۱۷۳ تا ۱۷۶.

ولدآبادی ع، فرح دهر ف، امیری ا و رضوی‌پور ت، ۱۳۹۰. اثر کمپوست آزولا بر عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برنج. فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۳. شماره ۴. صفحه‌های ۳۷۸ تا ۳۸۷.

FAO. 2011. FAO/ STATISTICS. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online at: www.fao.org.

Hasegawa H, Furukawa Y and Kimura SD, 2005. On-farm assessment of organic amendments effects on nutrient status and nutrient use efficiency of organic rice fields in Northeastern Japan. Agriculture, Ecosystems and Environment. 108: 350–362.

International Rice Research Institute. 2002. Find out how the qualities of rice are evaluated and scored in this authoritative sourcebook. Standard Evaluation System for Rice. p. 1-54.

Lopes AR, Faria C, Fernandez AP, Cepeda CT, Manaia CM, Nunes OC, 2011. Comparative study of the microbial diversity of bulk paddy soil of two rice fields subjected to organic and conventional farming. Soil Biology and Biochemistry. 43: 115-125.

Mohammadi M, Pirdashti H, Aghajani Mazandarani G and Heydarzade A, 2011. The role of duck in biocontrol of weeds in organic rice-duck farming. Int. Conf. on Indigenous Knowledge for Biodiversity conserv. Kerman (ICST). p 36-40.

Roger PA, and Ladha KJ, 1990. Estimation of biological N2 fixation and its contribution to nitrogen balance in wetland fields. 14th International Congress Soil Science. pp: 2-10.

Roh KA, Kim MK, Ko BG, Kim GY, Shim KM and Lee DB, 2005. Evaluation of the influence of the rice-duck farming system on regional environment at hongsung area. The East and Southeast Asia Federation of Soil Science. 16: 651-652.

SAS Institute Inc. 2002. The SAS System for Windows, Release 9.0. Statistical Analysis 810 Systems Institute, Cary. NC. USA.